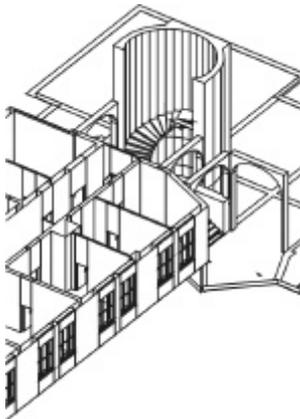


# Computergestützte Bauaufnahme als Grundlage für die Planung im Bestand

Untersuchungen zur digitalen Erfassung und Modellbildung



Dissertation  
eingereicht an der  
Bauhaus-Universität Weimar  
2001

Frank Petzold

# Computergestützte Bauaufnahme als Grundlage für die Planung im Bestand

Untersuchungen zur digitalen Erfassung und Modellbildung

## Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades  
eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

eingereicht an der Bauhaus-Universität Weimar,  
Fakultät Architektur

von Dipl.-Inf. Frank Petzold  
geb. am 06.12.1968 in Gera

Weimar, Januar 2001

Tag der Disputation  
1. November 2001

Gutachter

1. Prof. Dr.-Ing. Dirk Donath
2. Prof. Dr. ès. cs. techn. Nikolaus Kohler
3. Prof. Dr.-Ing. Karl Beucke

# Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Fakultät Architektur, Professur InfAR (Informatik in der Architektur).

An dieser Stelle möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr.-Ing. D. Donath für seine fachliche Betreuung, seine Geduld und den ständigen Ansporn bedanken.

Mein Dank gilt weiterhin meinen Freunden Frau Dr.-Ing. Willenbacher und Herrn Dipl.-Inf. Willenbacher für die vielen Diskussionen, die inhaltlichen Anregungen und die kritische Bewertung.

Für die Bereitstellung von Unterlagen bedanke ich mich bei der Firma b.a.u.werk.

Mein Dank gilt auch den Herren Dipl.-Inf. A. Grützmaker, Dipl.-Inf. R. Tscherepanow und Dipl.-Inf. T. Thurow für die programmtechnischen Realisierungen.

# Kurzreferat

Die gegenwärtige Situation im Bauwesen ist dadurch geprägt, daß mehr als die Hälfte der planerischen Aufgaben in enger Beziehung zu bestehender Bausubstanz realisiert werden. Eine intensive Auseinandersetzung mit der vorgefundenen Bausubstanz ist dabei unerlässlich.

Wendet man sich der heutigen Situation der rechnerunterstützten Bauaufnahme zu, so ist diese durch erhebliche Defizite in einer durchgängigen Unterstützung des Bauaufnahmeprozesses und der strukturierten Erfassung geprägt.

Die Arbeit befaßt sich mit der Konzeption eines Systems und prototypischer Realisierungen von Teilaspekten zur Aufnahme planungsrelevanter Informationen.

Ziel der Arbeit ist die IT-Unterstützung des Aufnahmeprozesses hinsichtlich auswertbarer Gebäudemodelle und somit die Bereitstellung von Informationen für nachfolgende Planungsschritte.

Die Konzeption einer IT-Unterstützung setzt zwingend eine Analyse der „traditionellen“ Bauaufnahme und des Fachgebietes Geodäsie aus Sicht der Informatik voraus.

Im Rahmen der Arbeit wurde der Bauaufnahme prozeß in seinen Phasenverlauf gegliedert sowie die entstandenen Informationsmengen analysiert. Die eingehenden Untersuchungen des aufzunehmenden Gegenstandes, die Strukturierung, die Aufnahme – hinsichtlich der Aufnahmegeräte und -methoden – und die Präsentation dienen als Grundlage für die Konzeption von IT-Werkzeugen.

Die Aufnahme vorhandener Bausubstanz erfolgt immer als ein Prozeß der Modellbildung. Als IT-Paradigma bietet sich hierfür die „Objektorientierte Modellierungstechnologie“ an. Diese wurde einer eingehenden Bewertung unterzogen. Mit Hinblick auf den konkreten Sachverhalt der Bauaufnahme, wie z.B. imperfekte und schwer formalisierbare Informationen, wurden Erweiterungen berücksichtigt.

Aus den diskutierten Ansätzen wurde ein hypothetisches System abgeleitet und die als kritisch angesehenen Teilaspekte wurden exemplarisch realisiert und bewertet. Die Integration der einzelnen Komponenten erfolgte durch einen relationen-basierten Ansatz.

Das hypothetische System unterstützt den Bauaufnehmenden während des Gesamtprozesses der Bauaufnahme von der Erstbegehung, über die Aufnahme vor Ort bis hin zur Auswertung. Die einzelnen Phasen in der Bestandserfassung werden dabei adäquat hinsichtlich der Modelle als auch der Erfassungstechniken unterstützt. Die Fortschreibung der Modelle, d.h. eine zunehmende Detaillierung, ist primäres Anliegen der Konzeption.

Eine wichtige Komponente des Systems ist die aufgaben- und projekt-spezifische Anpassung der Ordnungsstrukturen und der aufzunehmenden Merkmale. Dem Nutzer wird die Möglichkeit gegeben, Ordnungsstrukturen laufzeitdynamisch zu modifizieren, um somit eine effiziente und konsistente Aufnahme zu ermöglichen.

Die Aufnahme beschränkt sich nicht nur auf geometrische Informationen, sondern schließt auch formalisierbare und informale planungsrelevante Informationen ein.

Neben der Konzeption eines hypothetischen Systems war der Anspruch der Arbeit, eine Diskussionsplattform für weitere Forschungsbemühungen auf diesem Gebiet zu schaffen.

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Vorbemerkungen .....</b>	<b>8</b>
1.1	Computer und Architektur – die heutige Situation .....	8
1.2	Anliegen der Arbeit .....	9
1.3	Gliederung der Arbeit .....	11
<b>2</b>	<b>Planungsrelevante Bauaufnahme .....</b>	<b>13</b>
2.1	Einsatzgebiete der Bauaufnahme .....	13
2.2	Planungsrelevante Bauaufnahme – Grundlage für die Planung im Bestand .....	14
2.3	Planungsrelevante Bauaufnahme – Definition & Abgrenzung .....	16
2.4	Der Bauaufnahme-prozeß – Gliederung und Anforderungen .....	19
<b>3</b>	<b>Datenakquisition – Historie, Geräte und Methoden .....</b>	<b>21</b>
3.1	Ein historischer Abriß .....	21
3.2	Bauaufnahme – Instrumente & Methoden .....	25
3.2.1	Systematisierung der Verfahren .....	25
3.2.2	Das Handaufmaß .....	26
3.2.3	Tachymetrische Verfahren .....	28
3.2.4	Photogrammetrie .....	30
<b>4</b>	<b>Bauaufnahme im CA(A)D- gestützten Planungsprozeß .....</b>	<b>32</b>
4.1	Definition der computergestützten Bauaufnahme .....	32
4.2	CA(A)D – Stand & Vison .....	33
4.3	CA(A)D-Werkzeuge für das Planen von 3D-Bestandsmodellen	34
4.4	Besonderheiten bei der Aufnahme des Artefakts .....	36
<b>5</b>	<b>Bauaufnahme als Modellbildung – Wiedergabe- medien, Abstraktion &amp; Präsentationsformen .....</b>	<b>39</b>
5.1	Modellbegriffe .....	39
5.2	Modellbildung in der Bauaufnahme .....	41
5.2.1	Repräsentationsmodelle .....	42
5.2.2	Wiedergabemedien .....	43
5.2.3	Sichten in der Bauaufnahme .....	45
5.3	Konventionelle Bauaufnahme versus rechnergestützte Bau- aufnahme .....	45
<b>6</b>	<b>Spezifika beim Bauaufmaß .....</b>	<b>49</b>
6.1	Der Einfluß des Arbeitsmittels auf das Bauaufmaß .....	49
6.1.1	Das Handaufmaß –klassische Vorgehensweise .....	50
6.1.2	Tachymetrische Aufnahme mit Erfassungsrechner .....	51
6.1.3	Programmsysteme im Bestandsaufmaß .....	52
6.2	Klassifikation und Beschreibung praxisrelevanter Vorgehensweisen .....	54
6.2.1	Komplettes überwiegend tachymetrisches Aufmaß (mit zeichenorientierten Systemen) .....	55
6.2.2	Grundstruktur durch Tachymetrie und exakte Handaufmaßergänzungen .....	56

6.2.3	Komplettes exaktes Handaufmaß .....	56
6.2.4	Hand-Kontrollaufmaß .....	56
6.3	Grundstrategien beim Bauaufmaß – eine theoretische Annäherung .....	57
6.3.1	Top-Down & Bottom-Up .....	57
6.3.2	Addition und Division .....	58
6.4	Anforderungen an die computergestützte Bauaufnahme .....	60

## **7 Ordnungssysteme in der Bauaufnahme – Objektorientierung als Mittel zur Modellbildung . 61**

7.1	Ein Ordnungssystem für die Bestandsaufnahme .....	61
7.1.1	Ordnungssysteme im Bauwesen .....	62
7.1.2	Digitale Gebäudemodelle .....	62
7.1.3	Ein durchgängiges Ordnungssystem in der Bauaufnahme – hollistischer Ansatz versus flexibler Ansatz .....	67
7.2	Objektorientierte Modellierung – Methodik zur Beschreibung von Bausubstanz .....	69
7.2.1	Objekte, Klassen, Objektinstanzen und Relationen – Bausteine der Objektorientierung .....	69
7.2.2	Klasse/ Objektinstanz .....	70
7.2.3	Systematik –Ordnungssysteme .....	70
7.2.4	Relationen –Mittel zur Beschreibung von Bauwerken .....	71
7.2.5	Attribute .....	72
7.2.6	Methoden .....	73
7.2.7	Facetten –Abbildung imperfekter Informationen .....	73
7.2.8	Informale Ergänzung .....	74
7.3	Modellverwaltungssysteme .....	74

## **8 Ein hypothetisches Bauaufnahmesystem – Anforderungen & Vorschläge ..... 77**

8.1	Die Systemphilosophie .....	77
8.2	Baukastenprinzip – Grundprinzip in allen Strukturen .....	80
8.3	Der Systemaufbau .....	81
8.3.1	Der Ebenenaufbau .....	81
8.3.2	Komponenten der Systemebene .....	82
8.3.3	Komponenten der administrativen Ebenen – Tools eines Baukastensystems .....	84
8.4	Ein Szenario – Die Teilsysteme des flexiblen Bauaufnahmesystems .....	90
8.4.1	Teilsystem „Erstbegehung“ .....	91
8.4.2	Teilsystem „Modellorientierte Aufnahme“ .....	96
8.4.3	Teilsystem „Bauteilgliederung“ .....	99
8.4.4	Teilsystem „Auskunftsmodul“ .....	101
8.4.5	Teilsystem „Dokumentation & Präsentation“ .....	102
8.5	Hardwarelösung für die Bauaufnahme .....	102

## **9. Diskussion & Ausblick ..... 104**

<b>Anhang A: Prototypen .....</b>	<b>107</b>
A.1 RABA – Raum- und Bauteilaufnahme .....	108
A.2 OMO – Objektmodellierer zur Bestandsaufnahme, Planung und Kostenschätzung .....	110
A.3 Variable Attribute – Persistent Object Database .....	113
A.4 Verschneidealgorithmus für die bauteilorientierte Bauaufnahme .....	115
A.5 SAM – differenzierte Planerstellung basierend auf skizzenhafter Eingabe .....	117
A.6 Raum- und Gebäudebuch – RTF- und HTML-Export .....	119
A.7 GEBISexp – Modellbildung ausgehend von skizzenhafter Eingabe .....	121
A.8 Handaufmaß98 .....	124
A.9 SAM99 – Konzeption eines flexiblen, bauteilorientierten, tachymetrischen Aufmaßsystems .....	126
<b>Anhang B: Glossar .....</b>	<b>128</b>
<b>Anhang C: Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>139</b>
<b>Anhang D: Literaturverzeichnis .....</b>	<b>146</b>
<b>Anhang E: Wissenschaftlicher Werdegang .....</b>	<b>167</b>
Lebenslauf .....	167
Tabellarischer Lebenslauf .....	167
Wissenschaftlicher Werdegang .....	167
Veröffentlichungen .....	168
<b>Anhang F: Thesen .....</b>	<b>170</b>
Problem .....	170
Analyse .....	170
Hypothetisches System .....	172
Diskussion und Ausblick .....	173
<b>Eidesstattliche Erklärung .....</b>	<b>174</b>

# 1 Vorbemerkungen

## 1.1 Computer und Architektur – die heutige Situation



Abb. I-1 CAAD als elektronisches Zeichenbrett /Donath00b/

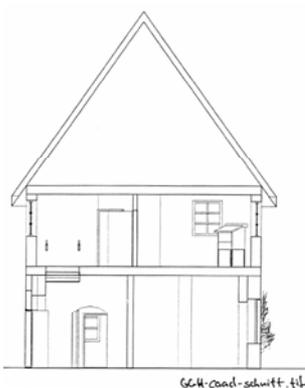


Abb. I-2 CAAD heute - Wunsch und Realität /Donath00b/

Am Anfang des neuen Jahrtausends findet der Übergang zu einem neuen Zeitalter der Menschheitsgeschichte statt. Die Namensvergabe ist nicht eindeutig. Heißt diese neue Epoche postindustrielles Zeitalter, Informationszeitalter, Computerzeitalter oder elektronisches Zeitalter?

Gleich wie der Name lautet – wesentlich ist hierbei nur, daß die Informationstechnologie im Vordergrund steht.

Dies bedeutet auch ein Umdenken in der Architektur.

*„Welches sind die Instrumente, die Architektinnen und Architekten am Ende des 20. Jahrhunderts beherrschen müssen – und warum? Wie unterscheiden sie sich von den bisher verwendeten Werkzeugen? Was bieten sie im Vergleich zu den konventionellen Instrumenten?“ /Schmitt96/*

In der Architektur und im Bauwesen werden verstärkt Informationstechnologien eingesetzt. Unbestritten ist, daß im Bereich der Büroautomatisierung und des „elektronischen Zeichenbrettes“ /Abb.I-1/ der Rechner erfolgreich Einzug gefunden hat und unumstritten zum Werkzeug geworden ist. /EuroContact99/

Die IT-Unterstützung des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerkes, vom Entwurf über die Planung und die Konstruktion, den Betrieb bis hin zum Rückbau, das heißt eine praxisrelevante Integration der einzelnen Programmsysteme, wird kaum oder nur unzureichend berücksichtigt.

Die Benutzung ist gekennzeichnet durch separate Unterstützung von Teilbereichen. Dabei bezieht sich die Anwendung von Programmsystemen im Architekturbereich hauptsächlich auf Textverarbeitung, AVA-Systeme, CA(A)D-Systeme (größtenteils 2D), Animationssysteme und Layoutsysteme. Hierbei ist festzustellen, daß eine Vielzahl der Programme nicht ursprünglich für den Architekturbereich entwickelt, sondern überwiegend „angepaßt“ wurde. /Abb.I-2/

Andererseits sollen die oben aufgeführten Probleme in Zukunft ihre Relevanz verlieren. International und national wird in verschiedenen Forschungsfeldern der applikativen Informatik auf dem Gebiet der Architektur und des Bauwesens gearbeitet. Dabei stehen inhaltliches Aufarbeiten des Anwendungsgebietes sowie Integrationskonzepte und ein durchgängiger Datenfluß im Vordergrund.

Wendet man sich der aktuellen Situation des Bauwesens in Deutschland zu, so ist festzustellen, daß sich unser Land am Beginn einer Periode der Konsolidierung und Instandsetzung des Baubestandes befindet. Die Bau-



Abb. I-3 Turmbau zu Babel

aufgaben der Zukunft werden vermehrt in kombinierten Neubau-, Umbau- und Instandsetzungsaufgaben liegen. /Kohler00/

Erforderliche Voraussetzung für die planerische Arbeit sind zuverlässige und aussagekräftige Unterlagen.

Oft stehen jedoch keine oder ungenaue Unterlagen (unmaßstäbliche Planskizzen, archivierte Planungsunterlagen, bei denen es häufig an der Aktualisierung mangelt, bis hin zu Gebäudegrund- und Gebäudeaufrißplänen aus der Planungsphase, die niemals mit dem Ist-Zustand der schon errichteten Gebäude verglichen wurden) zur Verfügung.

Das Aufmessen von Bauwerken kommt meist erst dann zum Tragen, wenn keine brauchbaren Planungsunterlagen vorliegen und trotz hoher Kosten die Aufnahme die beste Alternative zur Herstellung gesicherter Planungsgrundlagen bildet, d.h. Bauwerke müssen vollständig, teilweise oder prüfend aufgemessen werden.

Architekten fertigen Aufmaßskizzen der einzelnen Gebäudeteile an und vermessen mit herkömmlichen Werkzeugen oder speziellen Verfahren des Vermessungswesens und der Photogrammetrie, die dann meist im Büro zu einem 2D-Gesamtplan mittels CAD „zusammengezeichnet“ werden, um daraus Schnitte, Ansichten und Details abzuleiten.

Meist beschränkt sich die IT-Unterstützung auf die Abspeicherung der aufgemessenen Punkte, die „reine“ CAD-Aufbereitung bzw. die Nutzung von Photogrammetrie-Software.

Das Zitat zu Beginn des Abschnittes war Ausgangspunkt für die Formulierung folgender Fragen, die im Rahmen der Arbeit eine Antwort finden.

- Wie sehen nun die „neuen Werkzeuge“ der Bauaufnahme im Informationszeitalter aus?
- Wie kann der Computer als Werkzeug in die Bauaufnahme integriert werden?
- Wie kann eine durchgängige Unterstützung des gesamten Aufnahmeprozesses erfolgen?
- Wie können traditionelle und moderne Verfahren der Bauaufnahme sinnvoll und effizient IT-kombiniert werden?

## 1.2 Anliegen der Arbeit

Die Bauaufnahme als Gegenstand konzeptioneller Überlegungen zu wählen, setzt eine grundlegende Auseinandersetzung mit der Planung im Bestand voraus.

Wegen der unterschiedlichen Zielsetzung müssen Mittel und Methoden der Bauaufnahme entsprechend des späteren Verwendungszweckes auswählbar und kombinierbar sein, um den wachsenden Anforderungen an Planungsprozesse gerecht zu werden.

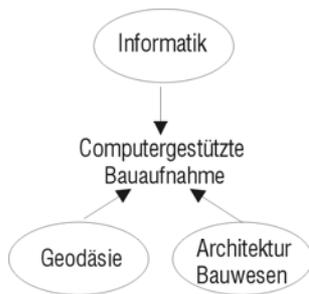


Abb. I-4 computergestützte Bauaufnahme

Dabei wird es zunehmend notwendig sein, Methoden und Instrumente, insbesondere der Informatik und der Geodäsie, für eine Nutzung in einem digital unterstützten Bauaufnahme-prozeß einzusetzen. /Abb. I-4/

Dies setzt eine systematische Aufbereitung und Aufarbeitung der Methoden und Arbeitsvorgänge der „traditionellen“ Bestandsaufnahme, die Bewertung und Nutzung aktueller Techniken und Werkzeuge der applikativen Informatik sowie Entwicklungen in der Geodäsie voraus.

Bei der Bauaufnahme müssen vorhandene originäre und sekundäre Erfassungsmethoden /Hake82/ /Hake85/ für geometrische Informationen, formalisierbare Informationen sowie informale Informationen betrachtet werden. Diese Erfassungsmethoden stammen aus verschiedenen Gebieten, wie Vermessung, Kartierung und Regionalplanung. Sie müssen den speziellen Anforderungen der Bauaufnahme angepaßt werden. Besondere Herausforderungen, die beim Entwurf des Systems zu berücksichtigen sind, stellen dabei die partielle Unschärfe und Unvollständigkeit der aufzunehmenden Daten dar.

Angesichts der Komplexität der existierenden räumlich-baulichen Umwelt wird auf Bauwerke der Hochbauarchitektur fokussiert.

Moderne tachymetrische Vermessungsinstrumente zeichnen sich durch Effizienz und hohe Genauigkeit aus. Tachymetrische Verfahren erfassen die übergeordneten, formgebenden geometrischen Strukturen und ermöglichen die Einpassung von Details sowie die strukturierte Zuordnung formalisierbarer und informaler Daten. Für die geometrische Erfassung von Gebäuden wird eine Kombination aus tachymetrischen Geräten und händischen Ergänzungen vorgeschlagen und in den konzeptionellen Betrachtungen berücksichtigt.

Der vordergründige Anspruch der Arbeit besteht darin, unter Berücksichtigung der Anwendungsspezifika einen Ansatz zur strukturierten Aufnahme planungsrelevanter Daten abzuleiten und hierfür notwendige Anforderungen und Konzepte zu formulieren. Kritisch angesehene Teilaspekte des abgeleiteten hypothetischen Systems werden prototypisch realisiert.

Zum anderen soll eine Basis für Diskussionen geschaffen werden, da die Arbeit am Berührungspunkt von Geodäsie, Architektur, Bauingenieurwesen und Informatik angesiedelt ist.

Die Herangehensweise an diese Problematik erfolgte in der eingehenden Auseinandersetzung mit zahlreichen Literaturquellen sowie empirischen Untersuchungen verschiedener Aufmaßprojekte und in der Analyse und Untersuchung von Programmsystemen. Im Ergebnis konnten Rückschlüsse auf eine mögliche Strukturierung der aufzunehmenden Daten gezogen werden.

Basierend auf eigenen Erfahrungen im Umgang mit Aufnahmesystemen, Grafiksystemen und architekturenspezifischen Applikationen sowie Kon-

zepten der Informatik werden Schlußfolgerungen für Anforderungen an eine rechnergestützte Bauaufnahme formuliert.

### 1.3 Gliederung der Arbeit

Das zweite Kapitel beginnt mit der Begriffsbestimmung „planungsrelevante Bauaufnahme“. Dabei werden Definitionen aus den Gebieten Bau-forschung und Denkmalpflege sowie dem Bauingenierwesen herange-zogen.

Mit der Einordnung der planungsrelevanten Bauaufnahme schließt dieses Kapitel ab.

Zu Beginn des dritten Kapitels wird die Aufnahme und Darstellung von Bauwerken im Laufe der Menschheitsgeschichte umrissen. Wissen-schaftliche Erkenntnisse und technische Neuerungen bestimmten und prägten zu jedem Zeitpunkt dieses Aufgabenfeld.

Ein weiterer Schwerpunkt dieses Kapitels ist die Vorstellung traditio-neller und moderner Instrumente und Algorithmen, die für eine rechner-gestützte Bauaufnahme unerlässlich sind.

Bauaufnahme als Baustein im CAAD-gestützten Bauprozeß – diese These wird im Kapitel Vier behandelt. Neben der Darstellung aktueller und tendenzieller Entwicklungen werden Vergleiche zwischen „traditio-nellen“ CAAD-Systemen und der Bauaufnahme getroffen.

Im fünften Kapitel wird die Bauaufnahme unter dem Aspekt der Modell-bildung betrachtet. Es werden Wiedergabemedien, Abstraktionsformen und Präsentationsformen vorgestellt, die für eine rechnergestützte Auf-nahme von Bedeutung sind.

In Kapitel Sechs werden Ablauf und Gegenstand der Bauaufnahme ana-lysiert und formalisiert. Dabei wird neben dem Bauaufmaß die Aufnah-me weiterer Informationen (formalisierbarer und informaler Art) mit ein-bezogen. Mit der Analyse und Bewertung vorhandener Aufnahmesysteme, sowie einer Klassifikation und Bewertung dieser schließt das sechste Kapitel ab.

Die Objektorientiertheit als Ausdrucksmittel für die Modellbildung unter Berücksichtigung der speziellen Anforderung der Aufnahme vorhandener Bausubstanz wird im Kapitel Sieben diskutiert, und mögliche Erwei-terungen werden vorgeschlagen.

Ausgehend von den Analysekapiteln (2-7) wird ein hypothetisches Sys-tem für ein Bauaufnahmesystem aufgestellt. Im Rahmen des Konzep-tes werden Teilsysteme für eine durchgängige Aufnahme definiert. Die-se Teilsysteme beinhalten (begründete) Ordnungsstrukturen, Aufnahme-algorithmen, Entscheidungsalgorithmen und Anforderungen an Aufnahme-instrumente.

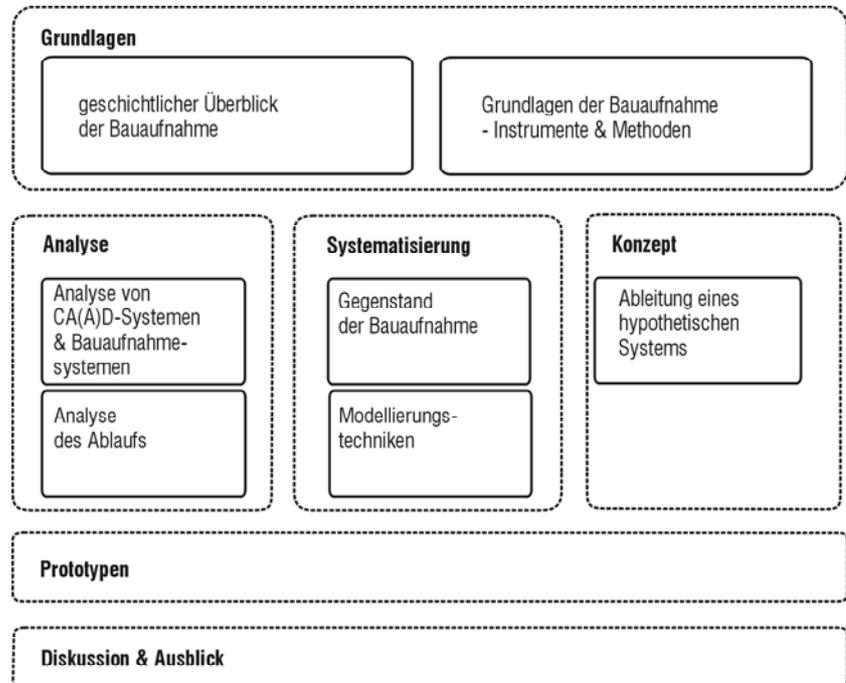
Im letzten Kapitel wird das aufgestellte Konzept diskutiert und ein Aus-blick über zukünftige Lösungen aufgezeigt.

Ein Glossar soll eine einheitliche Verständigungsplattform bieten, da in den Fachgruppen Begrifflichkeiten verschieden genutzt werden.

Die prototypischen Experimentalsysteme werden im Anhang aufgeführt.

Die einzelnen Problemfelder und Methoden dieser Arbeit werden in folgender graphischer Übersicht dargestellt. /Abb. I-5/

Abb. I-5 Problemfelder des Gesamtvorhabens



## 2 Planungsrelevante Bauaufnahme

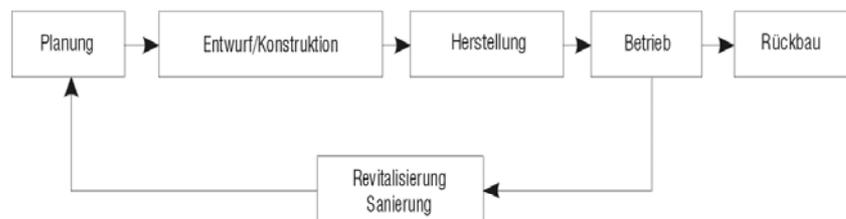
In diesem Kapitel werden Einordnung und Abgrenzung der planungsrelevanten Bauaufnahme vorgenommen. Bauaufnahme findet in verschiedenen Gebieten Anwendung. Im ersten Abschnitt werden die wesentlichen Einsatzgebiete vorgestellt. Die Einordnung der planungsrelevanten Bauaufnahme in den Prozeß der Planungsvorbereitung ist Schwerpunkt des zweiten Abschnittes. Abschließend erfolgt eine Gliederung der Bauaufnahme.

### 2.1 Einsatzgebiete der Bauaufnahme

Die Bauaufnahme bildet die Basis verschiedener Aufgabengebiete, von der Wohnflächenermittlung bis hin zur Denkmalpflege und Bauforschung.

Bauaufnahme ist ein Teilprozeß im Lebenszyklus eines Bauwerkes.

Abb. II-1 Lebenszyklus eines Bauwerkes



Dieser Entwicklungszyklus schließt beispielsweise Nutzungsänderungen, Umbauten, Sicherungsmaßnahmen und wissenschaftliche Forschungen an der Bausubstanz ein.

Bauaufnahme kommt dann zum Tragen, wenn keine Planungsunterlagen vorliegen bzw. vorhandene Planungsunterlagen auf Grund mangelnder Aktualität geprüft werden müssen.

Die aus einer Bauaufnahme gewonnenen Daten können unterschiedlichen Zwecken dienen. Grob gegliedert lassen sich folgende Anwendungsfelder in Anlehnung an /Wagnerin92/ definieren:

#### 1. Bauliche Veränderungen

Es werden maßstäbliche Planungsunterlagen erstellt, die den Bauzustand und die konstruktiven Zusammenhänge des Bauwerks wiedergeben und auf deren Grundlage Zeichnungen für die Baueingabe und Ausführungszeichnungen angefertigt werden können.

#### 2. Sicherung des Bestandes

In den Bestandsaufnahmen werden das statische System sowie baukonstruktive und bauphysikalische Einzelheiten mit erfaßt. Mittels der erstellten Pläne können dann Standsicherheitsberechnungen durchgeführt und Pläne zur Mängelbeseitigung angefertigt werden.

### 3. Verkauf, Wertermittlung

Für den Verkauf oder eine Wertermittlung sind ein grobes Aufmaß, der Wert des Bauwerkes, die Raumflächen für die Kalkulation der Mieteinnahmen oder Ähnliches zu ermitteln. Der bauliche Zustand wird meist nur verbal beschrieben.

### 4. Bauforschung, Denkmalpflege

Die Bauaufnahme dient der Vorbereitung von Sanierungsmaßnahmen bei historisch wertvoller Bausubstanz, zur Bestandserfassung bei der denkmalpflegerischen Inventarisierung, zur Dokumentation gefährdeter historischer Gebäude, ist Grundlage zur Rekonstruktion teilweise zerstörter Bauten oder deren Teile und der bauhistorischen Erforschung.

Die Anforderungen an die Genauigkeit der Erfassung sowie der aufzunehmenden relevanten Informationen werden durch den Zweck der Bauaufnahme bestimmt.

Primäres Anliegen der Bauaufnahme, egal um welches Anwendungsfeld es sich handelt, ist die Dokumentation des momentan vorgefundenen Zustandes (IST-Zustand). Eine vollständige Aufnahme, d.h. alle Daten eines Bauwerkes so aufzunehmen, daß eine bis ins kleinste Detail genaue Kopie erstellbar wäre, ist aber bis heute nicht möglich. /Schmidt89/ Bei der Aufnahme tritt immer ein vorher einkalkulierter Informationsverlust auf. Aus diesem Grund muß die Menge der aufzunehmenden Daten eingeschränkt und deren Genauigkeit immer im Vorfeld festgelegt werden.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß der Umfang und die Genauigkeit der aufzunehmenden Daten vom jeweiligen Anwendungsfeld abhängig sind. Eine allgemeine Richtlinie ist nicht aufstellbar, es können lediglich Empfehlungen gegeben werden. /Eckstein99/

## 2.2 Planungsrelevante Bauaufnahme – Grundlage für die Planung im Bestand



Abb. II-2 Alt- und Neubau – ein technischer und wirtschaftlicher Drahtseilakt /Fischer00/

Stand bis Anfang der 90er Jahre der Neubau im Vordergrund der Planungstätigkeit, verlagerte sich der Schwerpunkt der Architektentätigkeit immer mehr vom Neubau zum Planen und Bauen im Bestand. Daraus resultiert die ständige Auseinandersetzung mit der vorhandenen Bausubstanz.

Um eine wirtschaftlich vertretbare Planung im Bestand zu gewährleisten, erfordert es neue Methodiken und Planungsabläufe. /Abb. II-2/

Im Gegensatz zum Neubau ist der Architekt mit einer völlig anderen Situation konfrontiert – er muß einen „umgekehrten Entwurfsprozeß“ nachvollziehen. Die große Fülle bereits vorhandener Details muß strukturiert erfaßt werden, so daß diese als Parameter in den eigentlichen Entwurfsprozeß und die Gestaltung des Planungsablaufes einfließen können.

Die Erhaltung des Bestands in seiner Gesamtheit ist nicht das Ziel der Planung im Bestand. Letztlich hieße dies, jegliche Baumaßnahme zu unterbinden. Eine „sachgerechte“ Planungstätigkeit im Bestand setzt jedoch Respekt vor dem Gebauten voraus.

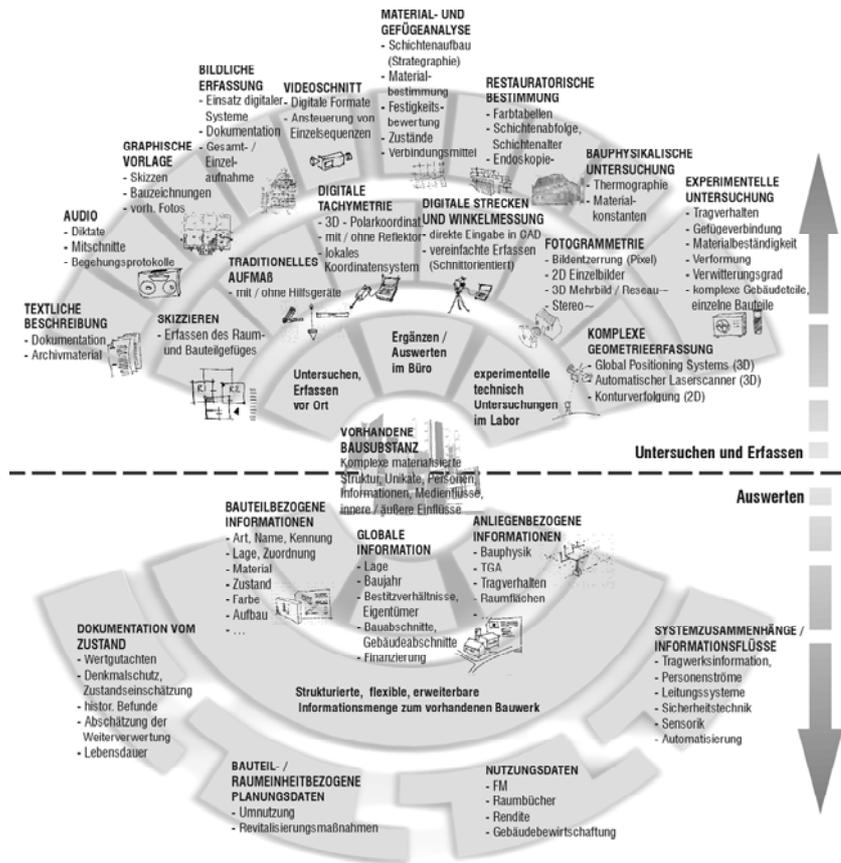
Die eingehende Befragung – Sichtung und Aufnahme – der vorhandenen Gebäudesubstanz ist eine unausweichliche Voraussetzung.

Aus den Versäumnissen einer detaillierten Untersuchung entstehen die meisten Konflikte bei der Planung im Bestand. Ergebnisse sind dissonante Bauvorbereitung, Informationsverluste im Bauablauf und Terminverzögerungen sowie Kostennachträge durch den damit provozierten Nachplanungsbedarf während der Bauphase. /Fischer00/

Obermain-Tageblatt 27.02.1999  
/Fischer00/

**„Muß das marode Pfarrhaus nun verkauft werden?  
Renovierungsaufwand von ursprünglich 250.000 Mark hat sich mittlerweile vervierfacht / Erneut Kostenschätzung / Schäden größer als gedacht“**

Abb. II-3 Informationen und Informationserfassung im Prozeß der Bestandsplanung /Donath00b/



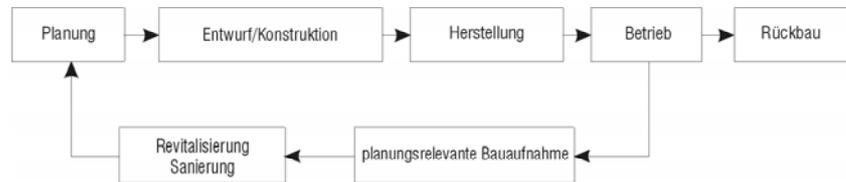
In /Abb. II-3/ sind Informationen dargestellt, die für die Planung relevant sein können. Diese reichen von der Sichtung der Bestandspläne über die bildliche Erfassung bis hin zu gutachterlichen Untersuchungen.

Für die Erarbeitung gesicherter Informationen kann und sollte der planende Architekt das Bauwerk vor Ort erkunden. Er erkennt kritische

Punkte, Bauschäden und konstruktive Zusammenhänge und kann diese dementsprechend vermerken.

Die Bauaufnahme kann somit als Teilprozeß der Planungstätigkeit in der Grundlagenermittlung angesehen werden. /Abb. II-4/

Abb. II-4 Einordnung der planungsrelevanten Bauaufnahme



Die Grundlage der Leistungsvergütung ist die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI). In §15 „Leistungsbild Objektplanung für Gebäude, Freianlagen und raumbildende Ausbauten“ wie auch in §97b „Leistungsbild Entwurfsvermessung“ wird die Bestandsaufnahme als „Besondere Leistung“ aufgeführt. Damit kann für diese Leistung ein angemessenes Honorar frei vereinbart werden. /HOAI/

## 2.3 Planungsrelevante Bauaufnahme – Definition & Abgrenzung

Planungsrelevante Bauaufnahme wird als Teilprozeß des Bauens im Bestand betrachtet. Die Bauaufnahme ordnet sich in diesen Prozeß als Informationslieferant – „...als *Staubsauger*...“<sup>1</sup> – ein, der für die nachfolgenden Tätigkeiten relevante Informationen zur Verfügung stellt.

Bevor jedoch weiter auf diesen Teilprozeß eingegangen wird, soll eine begriffsklärende Betrachtung vorangestellt werden.

Im Umfeld der Aufnahme vorhandener Bausubstanz tauchen verschiedene Begriffe auf: z.B. Bauaufnahme, Bauaufmaß, Bestandsaufnahme, Ingenieraufnahme, Architektenaufmaß oder technische Bauaufnahme (siehe Anhang B – Glossar). Oft werden sie als Synonyme benutzt. Im Rahmen der Literaturstudie wurde festgestellt, daß oftmals in ein und derselben Publikation die Begrifflichkeiten inkonsistent benutzt werden. So ist es notwendig für die Arbeit, eine Begriffsdefinition herauszuarbeiten. Die im folgenden verwendete Begriffsdefinition entstand in der Auseinandersetzung mit verschiedenen Literaturquellen und im Rahmen von Befragungen praktisch arbeitender Architekten.

In der Denkmalpflege und der Bauforschung wird der Begriff „Bauaufnahme“ verschieden definiert. Einheitlich wird die Bauaufnahme als „rückwärts gewandter Entwurfsprozeß“ angesehen, der das Leben, die Veränderungen eines Bauwerkes mit erfaßt. In den Definitionen geht die Bauaufnahme weit über die reine Erfassung der Geometrie – das Bauaufmaß, die Wiedergabe eines dreidimensionalen Objektes in zweidimensionalen maßstabsgerechten Plänen – des Bauwerkes hinaus. Sie umfaßt auch die Beobachtung und Analyse des Bauwerkes. /Wagnerin92/ /Cramer93/ /Seckel183/ /Wirth97/ /Thomas98/

<sup>1</sup> Zitat Prof. Dr.-Ing. D. Donath bei der Begutachtung des SFB 1692 (SFB 524), Dezember 1998

Eine weitere Definition der Bauaufnahme wird in /Knopp92/ formuliert. Dort wird sie als eine Zusammenfassung aller Verfahren, die zur Bestands- und Zustandserfassung eines Gebäudes beitragen, aufgefaßt. Sie umfaßt die Bestands- und Zustandserfassung mit unterschiedlichen, dem Objekt, der Aufnahmesituation und dem gewünschten Ergebnis angemessenen Mitteln.

Abb. II-5 Begrifflichkeiten aus dem Umfeld der Denkmalpflege/ Bauforschung

/Knopp92/	Untersuchung an der Bausubstanz			
	Bauaufnahme	Bau- untersuchung		
/Cramer84/	Bauaufnahme			
	Bauaufmaß	Bau- beschreibung	Bau- untersuchung	
/Schmidt87/	Bauaufnahme			
	zeichnerische Aufnahme & Befunde	Befunds- untersuchung	Befunds- beschreibung	
/Wagnerin92/	Bauaufnahme			
	zeichnerische Wiedergabe	schriftliche Wiedergabe	Darstellung der Baugeschichte und -veränderungen	
/Thomas98/	Bestandsuntersuchung			
	Erstbegehung	analytisches Raumbuch	Bauaufmaß	Bau- untersuchung

Nicht eindeutig ist die Einbindung bestandsschädigender bzw. bestandszerstörender Eingriffe in die Bausubstanz – die Bauuntersuchung. /Abb. II-5/

Die **Erstbegehung** ist zumeist der Erstkontakt des Bauaufnehmenden mit dem Bauwerk. Bei der Erstbegehung werden die wesentlichen Begrenzungen des Baukörpers und der Innenräume, das Erschließungssystem, konstruktive Zusammenhänge und erkennbare Schäden erfaßt. Das Ergebnis ist eine systematische Erfassung des Bauwerkes hinsichtlich seiner wesentlichen Begrenzungen und die Zusammenfassung der Beobachtungen in Form von Protokollen. Voraussetzung für die systematische Erfassung ist ein einheitliches Orientierungssystem, das möglichst bei der Erstbegehung verbindlich festgelegt wird. Als Beispiel für eine Systematisierung kann das Raumbuch /Schmidt89/ angesehen werden.

Definition Bauaufnahme

Im folgenden sollen unter **Bauaufnahme** alle zerstörungsfreien bzw. zerstörungsarmen Methoden, die zur Bestands- und Zustandserfassung des Sichtbaren beitragen, verstanden werden. Die Bauaufnahme umfaßt dabei das **Baufaufmaß** – die Wiedergabe der räumlichen Umwelt in 2D-Pläne – und die **Baubeschreibung** – die verbale Beschreibung des vorgefundenen Zustandes. Diese kann durch Skizzen und Fotos sowie

eine Fotodokumentation angereichert werden. Das Raumbuch /Schmidt89/ kann dabei als methodische Hilfestellung herangezogen werden.

Die **technische Bauaufnahme** beinhaltet die Erfassung der Ausstattung eines Gebäudes. Für eine strukturierte Aufnahme kann das Raumbuch /Schmidt89/ dienen.

Das **Architektenaufmaß** ist eine schematische Darstellung durch Skizzieren und Messen vor Ort oder anhand von Meßblattskizzen mit anschließender Übertragung in vermaßte Freihandzeichnungen oder Reinzeichnungen (meist im Maßstab 1:100). Das Ergebnis soll Grundlage für Besprechungen in der Vorplanung sein. /Eckstein90/

Die **Bauuntersuchung** umfaßt alle Methoden zur Zustands- und Bestandserfassung. Sie führt die Baubeschreibung dort fort, wo bloßes Beobachten nicht mehr ausreicht. Bei der Bauuntersuchung werden zusätzliche Erhebungen vor Ort oder im Labor durchgeführt, z.B. dendrochronologische, statisch-konstruktive, bauphysikalische und geophysikalische Untersuchungen. /Eckstein99/ Das **Quellenstudium**, die Hinzunahme von Sekundärliteratur, Befragungen, Sichtung in Archiven etc. ergänzt die Untersuchungen. Die Ergebnisse münden in einer **Befundsbeschreibung**.

Anlaß der **Ingenieuraufnahme** sind oftmals gutachterliche Beurteilungen des statisch-konstruktiven Bestandes und der Tragwerksplanung. Bauaufnahme bedeutet dabei nicht nur Messen und Darstellen des Sichtbaren – das **Ingenieraufmaß** –, sondern auch das Erfassen verdeckter Konstruktionen, Systeme, Materialien, wesentlicher Konstruktionsmerkmale, Ausführungsqualitäten, Festigkeiten und sichtbarer bzw. verdeckter Schäden und Mängel. Im Detail geht oft die Bau- und Schadensaufnahme weit über die Anforderungen üblicher Bauaufnahmen hinaus (Details +/- 1 mm, bei Setzungsverhalten 1/10 mm genaue Höhenmessungen). Stehen dem Ingenieur fertige, exakte Pläne zur Verfügung, so können diese als Orientierung und gezielte Aufnahme von Details sowie vermuteten verdeckten Konstruktionen dienen. Eine örtliche Untersuchung läßt sich aber damit nicht einsparen. Die Hinzunahme von Fotos und verbalen Beschreibungen kann dieses Vorgehen unterstützen. /Haller87/

Ausgehend von diesen Begriffsdefinitionen wird unter planungsrelevanter Bauaufnahme folgendes verstanden:

Definition Planungsrelevante  
Bauaufnahme

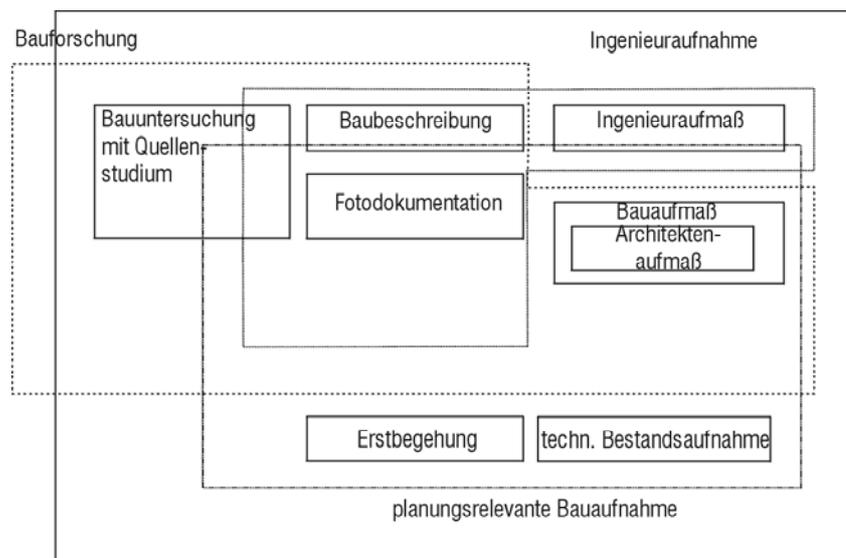
**Planungsrelevante Bauaufnahme** bedeutet die objektive Erfassung aller Informationen, die für den Entwurf und die Definition des Planungsprozesses entscheidend sind. Dabei erfolgt die Aufnahme unter dem Aspekt zerstörungsfreier bzw. zerstörungsarmer Eingriffe in die Bausubstanz. Entsprechend der Zielstellung können jedoch Stellen für „besondere“ Erkundungen festgelegt und freigelegt werden. Planungsrelevante Bauaufnahme ist ein deduktiver Prozeß, bei dem vom Sichtba-

ren auf Verborgenes und auf strukturelle Zusammenhänge geschlossen wird.

Falls bloße Beobachtungen keine schlüssigen Kenntnisse über den Bauzustand ermöglichen, muß eine planungsrelevante Aufnahme gutachterliche Protokolle integrieren können.

Der Aufnehmende sollte der projektierende Architekt oder Bauingenieur sein. Falls dies nicht möglich ist, muß er zumindest die Kontrollfunktion innehaben, da er auf Grund seines Fachwissens prädestiniert ist, nicht nur die Gestalt und die Schadensbilder aufzunehmen, sondern bestehende Zusammenhänge zu erfassen. /Abb. II-6/

Abb. II-6 Abgrenzung der planungsrelevanten Bauaufnahme



## 2.4 Der Bauaufnahmeprozess – Gliederung und Anforderungen

In der Literatur wird die Zerlegung des Bauaufnahmeprozesses in Einzelphasen nicht eindeutig dargestellt. /Abb. II-5/ Ebenfalls werden oftmals Synonyme verwendet.

/Knopp92/ /Cramer93/ /Schmidt87/ /Wagnerin92/ /Thomas98/

Der Prozeß der Bauaufnahme läßt sich nicht allgemeingültig als lineare Abfolge definieren. Teilprozesse werden oftmals gleichzeitig durchgeführt.

Für einen strukturierten Ablauf werden folgende Teilprozesse vorgeschlagen, die in einem einheitlichen Erfassungsschema begründet sind.

Abb. II-7 Teilprozesse in der Bauaufnahme

Sichtung bestehender Planungsunterlagen			
Erstbegehung			
Aufnahme vor Ort			
	Bauaufmaß	Baubeschreibung	Fotodokumentation
Aufbereitung im Büro bzw. vor Ort			
	planungsgerechte Aufbereitung der aufgenommenen Daten		
Fortschreibung der Daten im Büro			
	Quellenstudium	Zuordnung weiterer Informationen wie z.B. gutachterliche Daten	
Präsentation & Dokumentation			

Für eine planungsrelevante Bauaufnahme lassen sich folgenden Anforderungen ableiten:

Anforderungen

- Anwendbarkeit auf Gebäude jeder Bauzeit und Bauart (offenes System)
- Kombination verschiedener Aufmaßverfahren
- schnelles, selbstführendes, leicht erlernbares Erfassungssystem in einheitlicher Fachterminologie
- wirtschaftliche Erfassung
- Vorgabe der gebräuchlichen Konstruktionsteile für Bauteile und Schadensbilder
- planungsorientierte Schadenserfassung
- logisch geordnetes und ergebnisbezogenes Erfassen der Altbaukonstruktion mit korrespondierenden Schäden
- lagegetreue Darstellung und Kartierung als Ergebniskontrolle der parallel zu erfolgenden beschreibenden Erfassung
- begleitende Fotodokumentation und Texte
- möglichst objektive, widerspruchssarme Datenerfassung mit geringem Interpretationsbedarf zur Weiterverarbeitung in der Planung auch durch andere
- geordnete Erfassung der Datenmengen von der Baukonstruktion bis hin zum Schaden

## 3 Datenakquisition – Historie, Geräte und Methoden

Dieses Kapitel stellt einen historischen Abriß der Bauaufnahme bis hin zur aktuellen Einordnung in den Planungsprozeß im Bestand dar. Die Aufnahme von Architektur ist eng verbunden mit der Entwicklung von Geräten, Instrumenten und methodischen Vorgehensweisen.

Im zweiten Teil werden Akquisitionswerkzeuge und daraus resultierende Methoden der „traditionellen“ Bauaufnahme sowie moderne Instrumentarien vorgestellt, die für eine planungsrelevante Bauaufnahme wesentlich sind.

### 3.1 Ein historischer Abriß

Die Aufnahme von Bauwerken war und ist eng mit dem Interesse an historischer Architektur verknüpft. Die Wurzeln der Bauaufnahme befinden sich vor allem in der Architektur – der Denkmalpflege und Bauforschung – und in der Archäologie.

Beschränkt man den Begriff des Aufnehmens von Architekturen nicht nur auf das Vermessen, Zeichnen, Beschreiben und Erklären der Bauwerke, sondern auch auf die Darstellungen von Architekturen auf verschiedenen Medien, so sind uns bereits aus der Vorzeit menschlicher Kultur eine große Anzahl von Architekturdarstellungen überliefert. /Staatsmann10b/

Dabei geht **Staatsmann** bis in die „vorgeschichtliche Zeit“ zurück. Die Einritzungen der ersten architektonischen Gebilde, die labyrinthisch in Felsen gegrabenen Höhlen oder die aus Baumstämmen und Zweigen errichteten Urhäuser, bezeichnet Staatsmann als „...*die erste Nachbildung von Architekturen.*“ /Staatsmann10b/

Das Maß- und Vermessungswesen hat in der altägyptischen Zeit seinen Ursprung. Neben Längen- und Flächenvermessung war auch die Methode der Höhenvermessung bekannt. /Abb.III-1/

Im Laufe der Jahrhunderte änderten sich die Vorgehensweise, die Beschreibungsmöglichkeiten und vor allem die verwendeten Werkzeuge der Bauaufnahme.

Eine methodische Vorgehensweise bei der Aufnahme von Architektur wird in das Mittelalter datiert. /Staatsmann10b/ /Eckert87/

Zeichnerische Bauaufnahmen im **Mittelalter** waren selten. Aus der Mitte des 13. Jahrhunderts ist das Musterbuch des Hüttenmeisters Villard de Honnecourt bekannt, das Skizzen verschiedener Bauwerke enthält. Staatsmann bezeichnet das Musterbuch als „...*die ersten erhaltenen, wirklichen Architekturaufnahmen des Mittelalters.*“ /Staatsmann10b/

Die Aufnahme von Bauwerken diente hauptsächlich dem Erkenntnisgewinn über formale und konstruktive Lösungen und als Anregung für die Baumeister. /Abb.III-2/



Abb. III-1  
Diorit-Statue des babylonischen  
Gaufürsten Gudea. Auf dem Schoß  
eine Tontafel mit eingeritztem Plan  
und Maßstab samt Griffel  
/Staatsmann10b/

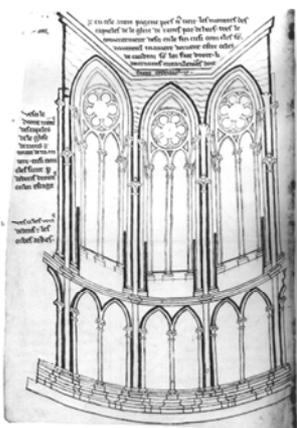


Abb. III-2 Kirche von Reims  
/Hahnloser72/

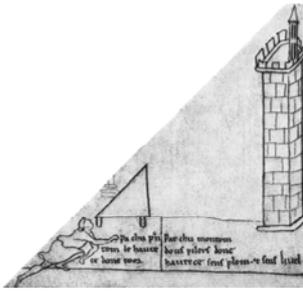


Abb. III-3 „Auf diese Weise mißt man die Höhe eines Turmes.“  
/Hahnloser72/



Abb. III-4 Winkelmessung mit dem Jakobstab

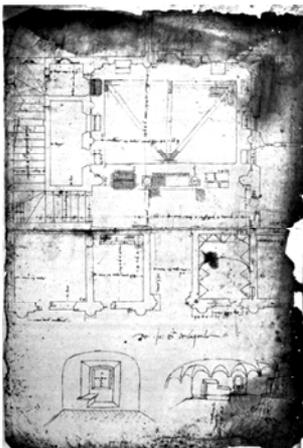


Abb. III-5 Aufnahme des Grundrisses des Palazzo del Aquila mit eingeschriebenem Maßstab und Beschriftung /Staatsmann10b/

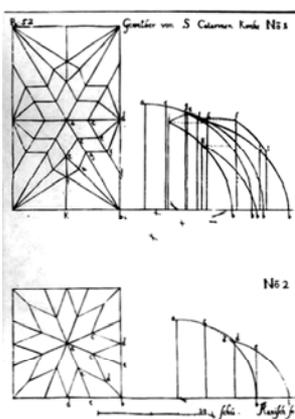


Abb. III-6 Danziger Katharinenkirche. Gewölbe-Planzeichnungen, Bartel Ramisch, 1695 /Eckert87/

Die Dokumentation in Form von Musterbüchern enthält den ursprünglichen Ausgangszustand und sollte nachvollziehbar aufbereitet sein. Grundrisse, Schnitte und Ansichten ohne Maßstab oder maßgerecht gezeichnet geben Aussagen über den formalen Aufbau der Elemente. /Eckert87/

Die praktischen Meßverfahren stammen aus ähnlich angelegten Bauhüttenbüchern, die aber auf antike Agrimensoren und Geometer zurückgehen. /Sammet98/ /Hahnloser72/ /Abb.III-3/

Im **15./16. Jahrhundert** stößt die mittelalterliche Architektur auf Kritik. Erhaltene Zeichnungen liefern Vergleichs- und Beweismaterial für eine neue architektonische Proportionslehre, die durch eingezeichnete Bezugslinien nachgewiesen wird. Dokumentiert wurden diese Aufnahmen hauptsächlich in Lehrbüchern der Baukunst, die die neue Sicht der Dinge verbreiten. So stellte beispielsweise Walter Ryff 1548 den Mailänder Dom in Planzeichnungen, im Grundriß und im Schnitt dar.

Die Aussagen beziehen sich weniger auf Einzelelemente als auf deren Zusammenhang; klare Proportionsverhältnisse zeigen das Zusammenwirken der Teile untereinander. /Abb. III-5/

Diese Aussagen ermöglichten neue Meßinstrumente wie Quadrat und Jakobstab. /Abb. III-4/ Mit ihrer Hilfe lassen sich auch Maße von sichtbaren aber nicht direkt meßbaren Strecken bestimmen.

/Staatsmann10b/ /Eckert87/

Im **17./18. Jahrhundert** wurde die mittelalterliche Architektur verstärkt abgelehnt. Die Aufnahme von Bauten aus dieser Zeit beschränkt sich fast ausschließlich auf spezielle praktische bautechnische Fragestellungen.

Bartel Ramisch erfaßte z.B. 1695 die Gewölbe der Danziger Kirchen. /Abb. III-6/ Dabei wurden die räumlich-konstruktiven Zusammenhänge von Grundriß, Aufriß und Querschnitt exakt dargestellt. Durch eine begleitende Baubeschreibung wurde der Informationsgehalt erhöht. Ein Abgreifmaßstab ermöglichte die Abnahme absoluter Größen und das Überprüfen vor Ort.

Bauschäden an mittelalterlichen Bauwerken erforderten eine genaue planerische Bestandsaufnahme, um objektgerechte Lösungen zu entwickeln. Die Dokumentation erfolgte auf verschiedene Arten. So wurden konstruktive Planzeichnungen in Lehrbüchern veröffentlicht oder bei Wiederherstellungsmaßnahmen den Bauakten beigelegt. Szenographische Bilder wurden vornehmlich für Befunderhebungen eingesetzt. /Staatsmann10b/ /Eckert87/

Am **Anfang des 19. Jahrhunderts** gewann die mittelalterliche Baukunst wieder an Bedeutung. Zeichnerische Aufnahmen von Bauwerken wurden nun häufiger durchgeführt. Verschiedene Architekten fertigten Planzeichnungen an, beispielsweise Georg Moller, der ab 1821 in seinem Buch „Denkmäler der deutschen Baukunst“ die Pläne mittelalterlicher Sakral- und Profanbauten veröffentlichte. /Abb. III-7/

Eine größere Detailtreue in den Einzelformen verbesserte die Aussage, außerdem wurden auch technische Einzelheiten wie Fugenschnitt

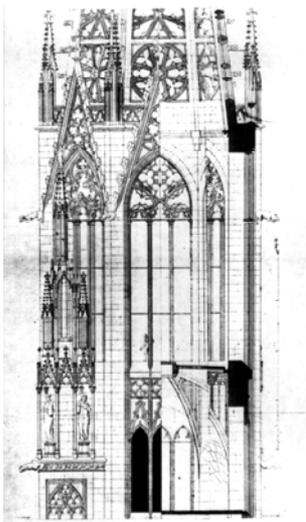


Abb. III-7 Freiburg, Münster,  
Aufnahme des Turmes, Georg  
Moller, 1831 /Eckert87/

und konstruktive Details dargestellt. Eine menschliche Figur diente als Relativmaßstab und ein Abgreifmaßstab wurde zum Abgreifen absoluter Maße verwendet.

Neben den Planzeichnungen fertigte man häufig szenographische Bilder an. Während szenographische Bilder den Gesamteindruck vermittelten, wurden in den Planzeichnungen gestalterische Merkmale dargestellt. /Staatsmann10b/ /Eckert87/

Ab **Mitte des 19. Jahrhunderts** gewannen mittelalterliche Bauten erneut an Wertschätzung. Die Bauaufnahme ging neben den Planzeichnungen jetzt auch auf Bearbeitungsspuren und spätere Eingriffe in die Bausubstanz ein und wurde häufig durch Rekonstruktionsskizzen ergänzt und erläutert. Ein Abgreifmaßstab und die menschliche Figur auf den Zeichnungen dienten zur Abnahme absoluter Größen.

Zur Darstellung szenographischer Bilder setzte man die neu entwickelte Fotografie ein. /Abb. III-8/ Der Vorteil dieser neuen Technik bestand in der wirklichkeitstreuen Wiedergabe von Raumsituationen. Albrecht Meydenbauer entwickelte die „Meßbildkunst“, eine Methode der meßtechnischen Auswertung von Fotografien. /Meydenbauer12/ /Abb. III-9/

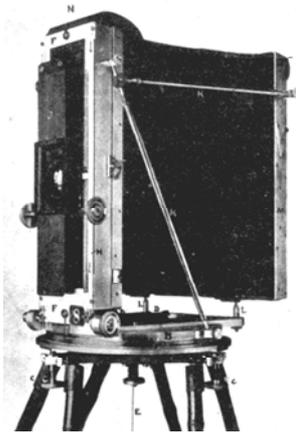


Abb. III-8 Meßbild-Instrument nach  
Prof. Dr. Meydenbauer  
/Meydenbauer12/

Zur Dokumentation wurden Planarchive aufgebaut. Außerdem erschienen umfangreiche Sammelwerke, in denen sich die Verfasser mit dem Zusammenspiel von Form, Material und Konstruktion mittelalterlicher Bauten auseinandersetzten. /Staatsmann10b/ /Eckert87/

Zur **Jahrhundertwende vom 19. auf das 20. Jahrhundert** wurde die Planzeichnung Teil einer Methodenlehre. Karl Staatsmann beschreibt diese in seinem Buch „Das Aufnehmen von Architekturen“, das 1910 veröffentlicht wurde. /Staatsmann10a/ An Beispielen zeigte er auf, daß der Befund durch Konstruktionslinien und zum Teil durch Signaturen und Symbole ergänzt werden kann. /Abb. III-10/ Die Überlagerung von Befund und Interpretation lieferte einerseits mehr Informationen, vergrößerte aber andererseits auch die Gefahr von Fehlschlüssen.

Als mechanisches Werkzeug diente der Pantograph. /Abb. III-11/ Die herkömmliche perspektivische Handaufnahme wurde mechanisch durchkonstruiert oder mit dem Wren'schen Visierahmen aufgenommen. Neben einfachen Meßinstrumenten sieht Staatsmann den Theodoliten „...als das für alle Fälle dienliche Universalinstrument...“ /Staatsmann10a/ an. /Abb. III-12/

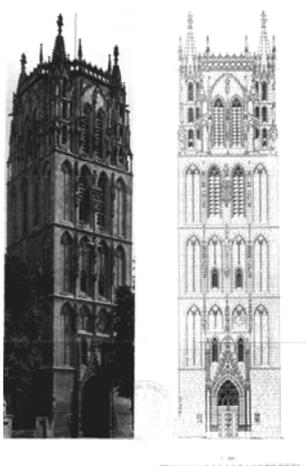


Abb. III-9 Turm der Wasserkirche in  
Münster i.W. /Meydenbauer12/

Für szenographische Aufnahmen wurde immer häufiger das photographische Meßbild eingesetzt. Die erarbeiteten Planungsunterlagen wurden zunehmend schematischer und idealisierter. Die Dokumentation erfolgte in Archiven oder fand in Monographien ihre Darstellung. Handbücher beinhalteten Schemapläne, die meist weder einen relativen noch absoluten Maßstab enthielten. /Eckert87/

In der **zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts** entwickelte sich die historische Bauforschung zu einer eigenständigen Disziplin. Die Bauaufnahme wurde zum methodischen Instrument für die Erfassung des

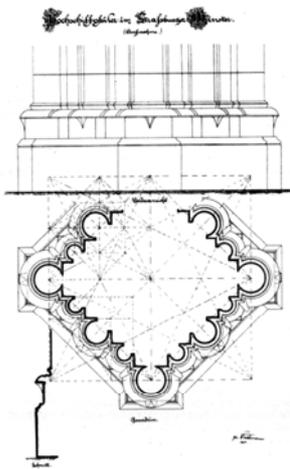


Abb. III-10 Aufnahme eines gotischen Schiffs Pfeilers des Münsters zu Straßburg mit eingetragenen Proportionslinien /Staatsmann10a/



Abb. III-11 Pantograph /Staatsmann10a/

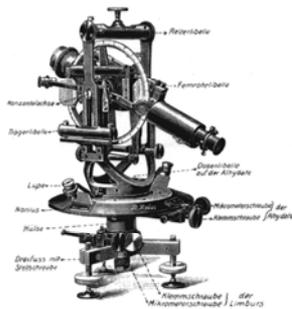


Abb. III-12 Repetitionstheodolit /Staatsmann10a/

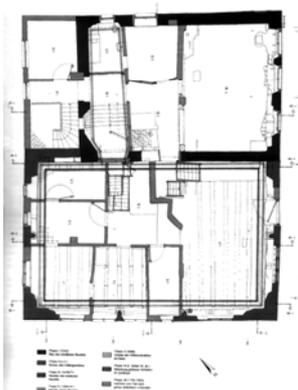


Abb. III-13 Baualterplan /Eckstein99/

Bestandes. Neben dem geometrischen Aufmaß wurden verstärkt weitere Informationen über vorgefundene Materialien und Bearbeitungsspuren aufgenommen. Hinweise auf Bauzustand und Bauphasen wurden in Plänen dokumentiert. /Abb. III-13/ Neben dem traditionellen Handaufmaß setzte man verstärkt die photogrammetrische Bildvermessung ein. /Eckert87/

Das Erhalten historisch wertvoller Bausubstanz stand im Mittelpunkt der Forschung des SFB 315 „Erhaltung historisch bedeutsamer Bauwerke“ an der Universität Karlsruhe. Hier wurden methodische Grundlagen hinsichtlich Aufnahme und Umgang mit historisch bedeutsamen Bauwerken gelegt. /SFB315/

Mit der Änderung der Situation im Bauwesen gegen Ende des 20. Jahrhunderts, vom Neubau zum Bauen im Bestand, besteht das Problem darin, daß die vorhandene Bausubstanz für Revitalisierung, Sanierung, oder Umnutzung planungsrelevant aufzunehmen ist. Dieser Aspekt ist Inhalt des SFB 524 „Werkstoffe und Konstruktionen für die Revitalisierung vom Bauwerken“ an der Bauhaus-Universität Weimar. /SFB524/

Andere Aspekte „moderner“ Bauaufnahmen sind die Ermittlung von Wertgutachten, die Erfassung von Flächen zur Mietberechnung oder die Erfassung für die Einführung von Facility-Management-Systemen.

Die Bauaufnahme dient als Informationslieferant für nachfolgende Prozesse. Gebäude werden unter spezifischen Gesichtspunkten aufgenommen. Dabei werden nicht nur geometrische Informationen, sondern auch relevante Sachinformationen und multimediale Informationen erfaßt.

Die Dokumentationsformen reichen von Skizzen über Planzeichnungen bis hin zu virtuellen 3D-Modellen. /Abb. III-15/ Neben der Standardisierung von Planzeichnungen (DIN 1356 – Norm für die Darstellung von Bauzeichnungen) wurden neue Dokumentationsformen wie das Raumbuch /Schmidt89/ formuliert. Für die Dokumentation und Aufnahme wurden zahlreiche Empfehlungen herausgegeben, stellvertretend sei hier /Eckstein99/ genannt.

Die fortschreitende Entwicklung in der Technik spiegelt sich auch in neuen Werkzeugen für die Bestandsaufnahme wieder. So wurden beispielsweise Anforderungen an tachymetrische Aufnahmegeräte /Abb. III-14/ speziell für die Aufnahme von Gebäuden formuliert und konzipiert. /Donath00a/

Der aufgezeigte geschichtliche Abriß verdeutlicht, daß sich die Bauaufnahme immer durch neue Geräte, Techniken und Methoden weiterentwickelte.

Daraus läßt sich ableiten, daß auch die Möglichkeiten der IT-Technologie die Bauaufnahme wesentlich beeinflussen werden. Zukünftige computergestützte Bauaufnahme kopiert nicht nur „traditionelle“ Bauaufnahmetechniken, so wie heute üblich, sondern beinhaltet neue Werkzeuge und Konzepte.

Diese müssen formuliert, konzeptionell aufbereitet, implementiert und evaluiert werden.

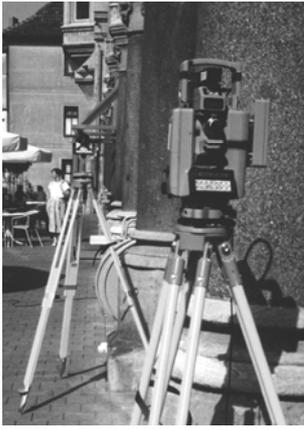


Abb. III-14 Tachymeter

Abb. III-15 Augmented Reality  
/Siemens00/

## 3.2 Bauaufnahme – Instrumente & Methoden

In diesem Abschnitt werden Instrumente und Methoden der Bauaufnahme, die bei einer planungsrelevanten Bauaufnahme eingesetzt werden können, dargestellt.

Die geodätisch unterstützte Bauaufnahme wurde bereits 1910 von Karl Staatsmann in seinem Buch „Das Aufnehmen von Architekturen – I. Teil Das Vermessen und Darstellen von Architekturen“ /Staatsmann10a/ umfassend und reich illustriert beschrieben. Den Theodoliten sieht er dabei als das Universalinstrument in der Bauaufnahme an.

Die Bauaufnahme wird in der Regel „...von Architekten und Bauingenieuren durchgeführt. Zwar ist seine Ausbildung in Themen, die die Vermessungskunde betreffen, in der Regel nicht sehr intensiv, doch wird er durch die Aspekte der Bauhistorik in seiner Ausbildung für eine Bauaufnahme prädestiniert sein. Aus diesem Grund sind die Methoden und Geräte der Vermessung als einfach zu bezeichnen.“ /Kehne89/

Diese Aussage spiegelt die noch heute aktuelle Situation wider.

Die Photogrammetrie findet in der Bauaufnahme, speziell in der Denkmalpflege, Anwendung. Die Methode der Photogrammetrie, die ab 1865 von Albrecht Meydenbauer, als „Meßbildkunst“ /Meydenbauer12/ entwickelt wurde, beschreibt Prinzipien, die bis heute ihre Gültigkeit nicht verloren haben.

### 3.2.1 Systematisierung der Verfahren

Die Verfahren der Erfassungstechniken werden nach der Herkunft der Daten untergliedert /Schrader95/:

- originäre oder unmittelbare
- sekundäre oder mittelbare

Bei originären Erfassungstechniken werden die Daten direkt am Objekt oder aus einem unbearbeiteten Abbild des Objektes bestimmt. Für die geometrische Datenerfassung sind u.a. händische, geodätische und photogrammetrische Verfahren einzusetzen. Die Aufnahme von Sachdaten und multimedialen Daten kann parallel zur Aufmessung der Geometrie erfolgen.

Sekundäre Erfassungstechniken umfassen die Aufbereitung vorhandener Objektdaten. Die Vorlagen können sowohl in analoger als auch schon in digitaler Form vorliegen. Zur Erfassung geometrischer Daten werden überwiegend Digitalisierungstechniken und Scan-Techniken in Verbindung mit Vektorisierung oder CAD-Overlay-Techniken eingesetzt. Eine weitere Möglichkeit der sekundären Datenerfassung ist die manuelle Eingabe vorhandener alphanumerischer Daten. Spracherkennungsprogramme werden perspektivisch diese Form der Eingabe verstärkt ablösen.

Scan-Techniken sind weitere Formen zur Übertragung von multimedialen Daten (Dia-Scan, Skizzen etc.) und werden in Verbindung mit

OCR-Programmen für Sachdatenüberführung eingesetzt.

Im folgenden Abschnitt wird speziell auf originäre Erfassungstechniken und –methoden für die maßliche geometrische Datenerfassung, das Bauaufmaß, eingegangen. Weitere Erfassungstechniken sind bei /Runne93/, /Wagnerin92/, /Cramer93/ und /Eckstein99/ nachzulesen.

Für eine maßliche Aufnahme der Geometrie ist die Lagebestimmung aller verwendeten Punkte mit ausreichender Genauigkeit erforderlich. Für ihre Bestimmung steht eine Reihe verschiedener Methoden zur Auswahl, ein Standardverfahren gibt es jedoch nicht.

Die aufgezeichneten Ergebnisse sind das Resultat von Messungen, welche die Punkte in mathematisch eindeutige Verhältnisse gesetzt haben. Bauwerke werden beim Aufmaß gedanklich in Einzelpunkte zerlegt.

Direkte Anweisungen im Sinne einer Einführung in die Bauaufnahme sind in den folgenden Abschnitten nicht zu erwarten. Hier sei auf /Cramer93/ /Wagnerin92/ /Eckstein99/ verwiesen.

### 3.2.2 Das Handaufmaß

Allgemein wird beim Handaufmaß das Gebäude gedanklich in diskrete Punkte zerlegt, und diese werden dann eingemessen. Prinzipiell werden ausreichend viele, aber möglichst wenige Punkte eingemessen. Zweckmäßigerweise sollten zunächst die Punkte festgelegt werden, welche die Begrenzungen der aufzunehmenden Geometrien angeben. Das Ergebnis des Handaufmaßes ist schnittorientiert. /Abb III-16/ Das Aufmaß wird dadurch erreicht, daß einzelne Räume aufgenommen, kartiert und anschließend aneinandergesetzt werden. Die Kartierung erfolgt entweder auf säurefreiem und nahezu verzugsfestem Karton (Praxis der süddeutschen Denkmalpflege /Cramer93/) oder auf Millimeterpapier (Praxis des Rheinischen Amtes für Denkmalpflege /Knopp92/). Für die Erfassung werden die üblichen Verfahren wie Einbinde-, Orthogonalverfahren und das Meßraster eingesetzt, seltener das Polarverfahren. Mit diesen Verfahren werden Grundrisse, Schnitte und Ansichtsaufmaße durchgeführt. Das Instrumentarium ist vorrangig auf Distanzmessungen ausgerichtet.

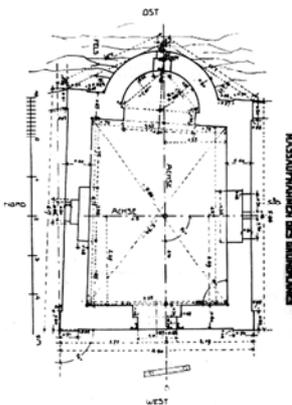


Abb. III-16 Vermessungsschema  
/Staatsmann10a/



Abb. III-17 Stahlmeßband  
/Staatsmann10a/

- Entfernungsmesser, z.B.:
  - Gliedermaßstab („Zollstock“)
  - Gewebe- und Metallbandmaß /Abb. III-17/
  - Teleskopmaßstab
  - Laserdistanzmesser /Abb. III-18/
- Meßgeräte zum Einmessen der Horizontalen, z.B.:
  - Wasserwaage
  - Schlauchwaage
  - Nivelliergerät
  - Lasernivelliergerät



Abb. III-18 Distomat pro

- Meßgeräte zum Einmessen der Vertikalen, z.B.:
  - Lot an Schnur, Wasserwaage
  - Winkelmesser
  - Bussole, Neigungsmesser, Richtscheite mit verstellbarer Libelle und Teilkreis, Winkelspiegel, Nivelliergerät mit Teilkreis

Zur Vermessung von Details finden Meßinstrumente wie Taster, Meßkamm und Feldpantograph Anwendung. Für flächige oder schwach reliefierte Teile ist beispielsweise die Durchreibetechnik zu benutzen.

Beim Handaufmaß werden verschiedene Verfahren (für Grundrisse bzw. Lagepläne) einzeln oder in sinnvoller Kombination eingesetzt.

Mit dem **Polygonzugverfahren** kann in Lageplänen der Bauwerksumriß bestimmt werden. Dieses Verfahren sollte nur bei kleineren Objekten Anwendung finden, da bei größeren Aufnahmen erhebliche Abweichungen auftreten können. Dabei wird um das Objekt ein Polygonzug in Form eines Schnurgerüstes gezogen, anhand dessen der Bauwerksumriß aufgenommen werden kann. Die Maße des Polygonzuges müssen dabei bekannt sein. /Abb. III-19/

Abb. III-19 Polygonzug mittels Winkelspiegel, Theodolit und Fluchtstangen /Cramer93/

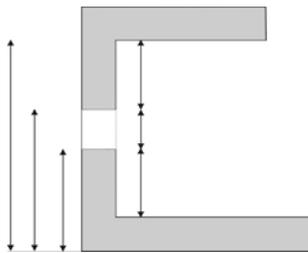
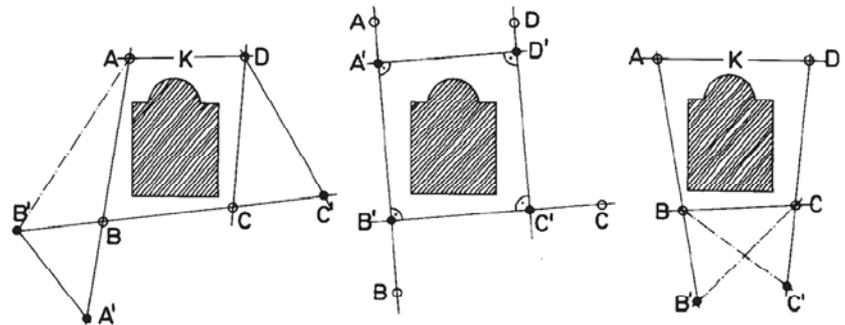


Abb. III-20 Kettenmaße und additives Messen

Voraussetzungen für den Einsatz horizontaler Streckenmessungen ist die Geradlinigkeit der Wände. Beim **additiven Messen** werden Einzelmaße bestimmt, während es sich bei dem Bestimmen von **Kettenmaßen** um eine fortlaufende Messung handelt, wobei der Nullpunkt zweckmäßig in einer Raumecke gewählt wird. /Abb. III-20/

Das **Orthogonalverfahren (Rechtwinkelverfahren)** findet sowohl für Lagepläne wie auch Innengrundrisse, Ansichtszeichnungen und für Schnitte Anwendung. Alle aufzunehmenden Punkte werden dabei senkrecht auf eine vordefinierte Gerade projiziert. Nun werden die Position des Fußpunktes auf der Projektionsgeraden und die Länge der Lotgeraden bestimmt. /Abb. III-21/

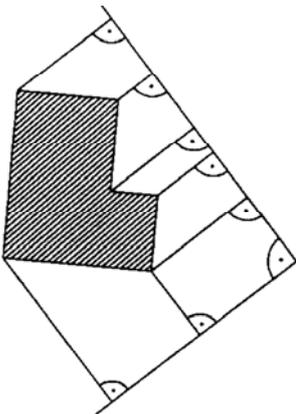


Abb. III-21 Orthogonalverfahren

Das **Einbindeverfahren** geht von einem umgebenden Polygonzug aus. Auf diesen können nun Punkte oder Geraden projiziert und so mittels Entfernungsmessung zu den Eckpunkten aufgenommen werden. /Abb. III-22/

Das **Polarverfahren** kann sowohl für Grundrisse, wie auch für Lagepläne verwendet werden. Von einem oder mehreren Standorten aus sind

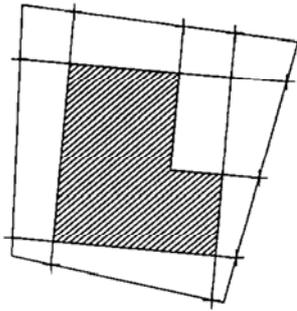


Abb. III-22 Einbindeverfahren

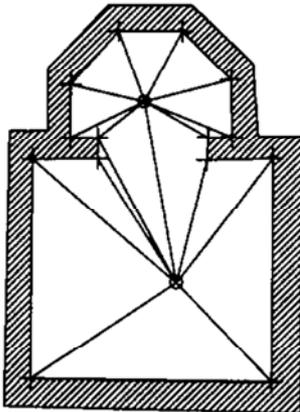


Abb. III-23 Polarverfahren

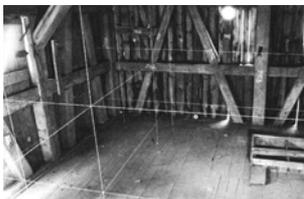


Abb. III-24 räumliches Raster mit Schnüren /Cramer93/

alle aufzunehmenden Punkte anzuvisieren. Gemessen werden der jeweilige Horizontalwinkel und die Entfernung zwischen Punkt und Pol.

Da vom jeweiligen Standort aus nur die sichtbaren Punkte aufgenommen werden können, muß dieser sinnvoll gewählt werden. /Abb. III-23/

Für das **Meßraster**-Verfahren ist ein hoher Arbeitsaufwand nötig. Mit großer Präzision, die in der Regel nur mit elektronischen Geräten erreichbar ist, wird ein ebenes oder räumliches Raster aufgebaut. Die Berührungspunkte mit Oberflächen sind mit Nägeln oder ähnlichem zu kennzeichnen. In der Regel beträgt die Rasterweite ein bis zwei Meter. Ist das Raster einmal eingerichtet, können die aufzunehmenden Punkte mit einem Zollstock leicht ermittelt werden. /Abb. III-24/

### 3.2.3 Tachymetrische Verfahren

Bei der Vermessung von Objekten im Nahbereich kann auf verschiedene geodätische Geräte zurückgegriffen werden.

In den letzten Jahren sind eine Vielzahl elektronischer Tachymeter entwickelt worden.

Neben der ursprünglichen Basisfunktionalität elektronischer Tachymeter, der Messung von Horizontalrichtungen, Vertikalwinkeln und Distanzen werden zusätzliche Funktionen angeboten, wie Motorisierung, reflektorlose Distanzmessung, automatische Zielfindung und -suche einschließlich Fernbedienung und Motorisierung mit reflektorloser Distanzmessung.

Laserscanner werden in der Literatur unterschiedlich zugeordnet. Zum einen sind sie eine eigenständige Form von Tachymetersystemen, zum anderen sind sie Teilmenge motorisierter reflektorloser Tachymeter. /Abb. III-25/

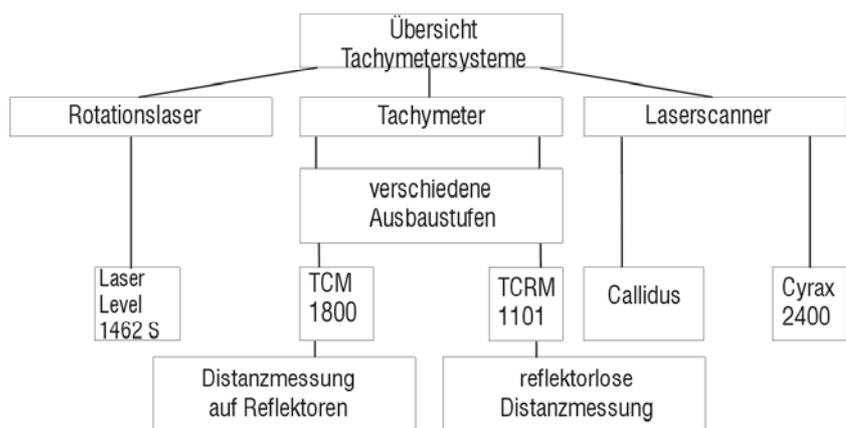


Abb. III-25 Einordnung elektronischer Tachymeter

Im tachymetrisch gestützten Bauaufmaß kommen vornehmlich drei Arten der Punktbestimmung zum Einsatz:

- polares Anhängen
- räumlicher Vorwärtsschnitt
- Flächenschnitt

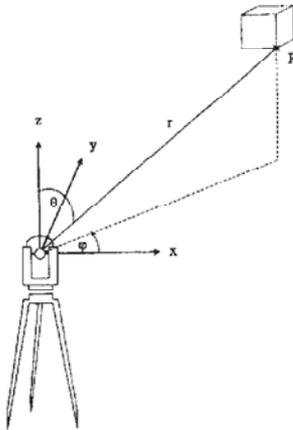


Abb. III-26 schematische Darstellung des Polarverfahrens

Für die Bauaufnahme ist der Einsatz **reflektorlos messender Tachymeter** sinnvoll, da häufig unzugängliche sichtbare Punkte aufgenommen werden müssen. Eine Signalisierung des Zielpunktes mit einem reflektierenden Gegenstand, z.B. Glasprisma oder Reflexfolie, ist nicht notwendig. Mit Einführung der reflektorlosen Tachymetrie verschob sich die Bedeutung der Verfahren der Punktaufnahme zu Gunsten des polaren Anhängens.

Beim Verfahren des **Polaren Anhängens** werden Horizontalwinkel, Vertikalwinkel und die Distanz (Entfernung vom Gerät zum Meßpunkt) gemessen. /Abb III-26/ Diese drei Meßwerte können direkt in das lokale oder globale Koordinatensystem transformiert werden. Die Messung erfolgt nur mit einem Gerät von einem Instrumentenstandort aus. Das Verfahren kann mit Reflektor oder reflektorlos erfolgen. Die Genauigkeit bei diesen Tachymetern liegt laut Herstellerangaben unter 1cm.

Bei reflektorlos messenden Tachymetern treten verschiedene Probleme auf. Sie werden im folgenden beschrieben, da sie für eine Rechnerunterstützung wesentlich sind.

Reflektorlose Messungen benötigen eine wesentlich höhere Intensität des Laserimpulses, da die von natürlichen Flächen diffus reflektierten Signale um ein Vielfaches schwächer als die bei Messungen mit Reflektoren sind. Damit auch bei schlechten Lichtverhältnissen genügend Licht reflektiert wird, muß möglichst viel Licht ausgesendet werden, das nur durch eine größere emittierende Fläche der Sendediode erreicht wird. Dadurch entsteht eine endlich große Fläche am Zielpunkt, der Sendefleck. Die Entfernung wird nun als das Integral der Funktion über der Fläche des Sendeflecks bestimmt. Dieser hat bei Meßdistanzen von 10m-20m eine Größe von ca. 5cm-8cm.

Die endliche Fleckgröße auf dem Objekt ist eine Ursache für objektbedingte Einflüsse auf das Distanzmeßergebnis. Folgende Gesichtspunkte sind dabei zu beachten:

#### **Oberflächenrauigkeit**

Bei rauen Oberflächen ergeben sich verteilt über den Fleckbereich unterschiedliche Distanzen. Da der signifikante Zeitpunkt für den Echoimpuls amplitudenunabhängig in der Mitte des Impulses festgelegt wird, ergibt sich insgesamt dadurch keine Beeinträchtigung des Meßergebnisses. /Abb. III-27/

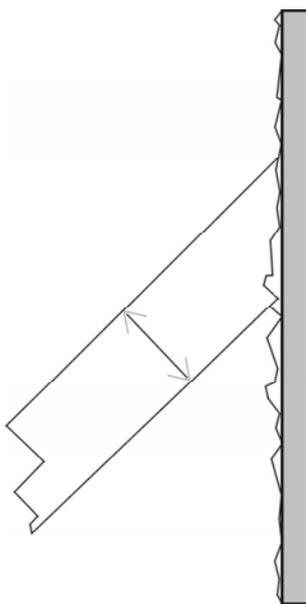


Abb. III-27 Einfluß der Oberflächenrauigkeit

#### **Ecken, Kanten und Mischsignale**

Anders sieht dies bei Ecken und Kanten aus. Werden beim schrägen Anzielen einer Ebene der exakte Schwerpunkt und die exakte Entfernung ermittelt, ergeben sich bei Messung der Außenkanten eine zu lange Distanz, bei innenliegenden Kanten eine zu kurze Distanz. Zugleich können Mischsignale mit anderen in der Nähe befindlichen Objekten entstehen.

Für ein exaktes Aufmaß sind diese Abweichungen nicht mehr tolerierbar und führen zu erheblichen Problemen bei der Aufmaßvorgehensweise,

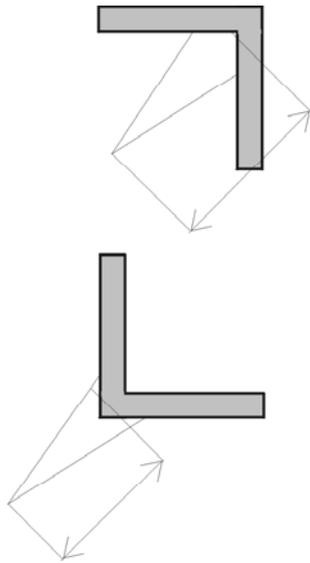


Abb. III-28 Einfluß von Ecken und Kanten

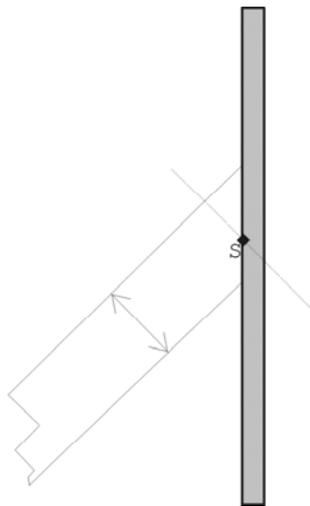


Abb. III-29 schleifende Schnitte

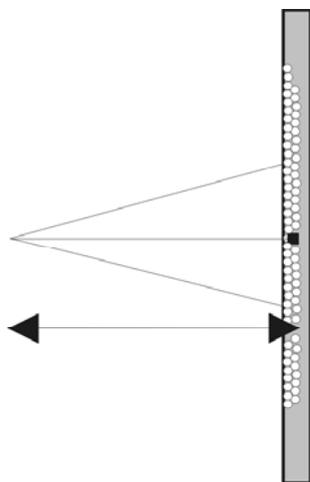


Abb. III-30 Einfluß von Materialeigenschaften

da diese signifikanten Objektgeometrien nunmehr rechnerisch ermittelt werden müssen. /Abb.III-28/

### Schleifende Schnitte

Das Problem der zu spitz zulaufenden Strahlen und damit verbundenen Fehler taucht auch beim polaren Anhängen auf. Die schräg auf eine Oberfläche auftreffenden Strahlen bilden eine je nach Neigung stark vom Kreis abweichende Ellipse. /Abb. III-29/

Der Effekt bleibt jedoch innerhalb der Meßgenauigkeit, wenn nicht extrem schleifende Schnitte auftreten. In /Schütz95/ wurde der Einfluß der Objektverdrehung auf den Streckenfehler beispielhaft für den RecEltarL theoretisch ermittelt. Dabei zeigte sich, daß im Innenbereich bis 10m die Objektverdrehung keine Rolle spielt, bei Fassadenaufnahmen dagegen sollten stark schleifende Zielungen vermieden werden.

### Fehlerquelle durch Materialeigenschaften

In Untersuchungen wurde der Einfluß des Materials, aus dem die anvisierte Fläche besteht, auf die Meßgenauigkeit festgestellt. /Ingsand99/ Die Abweichungen der Meßwerte lagen dabei im mm-Bereich. Eine Besonderheit stellt Styropor dar. Hier dringt die Trägerwelle in das Material ein und wird erst hinter der Oberfläche reflektiert. Ähnliche Differenzen wurden bei hellen, trockenen und feuchten Betonoberflächen beobachtet. /Abb. III-30/

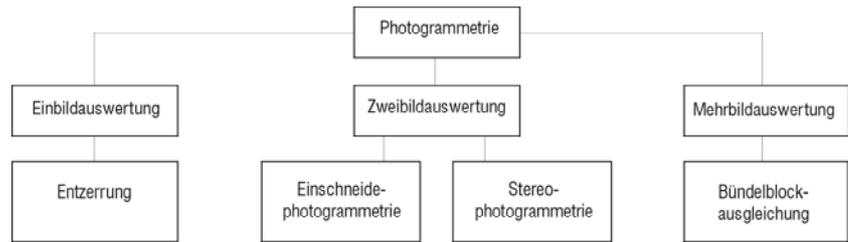
Als Weiterentwicklung des reflektorlos messenden Tachymeters sind reflektorlos messende motorisierte Tachymeter und Laserscanner in der Bauaufnahme relevant.

**Motorisierte Tachymeter** bieten die Möglichkeit, das Instrument automatisch auf den Zielpunkt auszurichten. Es gibt motorisierte Ausführungen sowohl für Tachymeter mit Reflektor als auch für reflektorlos messende Tachymeter. So könnten z.B. Ausbauchungen automatisch aufgenommen werden oder der Laserpointer auf errechnete Ecken zielen, um eine visuelle Kontrolle zwischen Modell und Realität zu ermöglichen.

**Laserscanner** repräsentieren die Weiterentwicklung der mit Servoantrieb ausgestatteten reflektorlosen elektronischen Tachymeter. Sie ermöglichen die quasi-kontinuierliche dreidimensionale vollautomatische Erfassung der Geometrie eines Objektes durch eine dichte Folge von Meßpunkten unabhängig von der Form des Objektes oder seiner sonstigen individuellen Eigenschaften.

## 3.2.4 Photogrammetrie

Unter dem Sammelbegriff der Photogrammetrie haben sich verschiedene Verfahren herausgebildet, die je nach Anwendungsfall und Auswertetechnik gewählt werden. Weiterführende Ausführungen findet man in /Kraus97/.

Abb. III-31 Photogrammetrie –  
Einordnung der Verfahren

Unter Photogrammetrie versteht man ein indirektes Verfahren, bei dem Lage, Form und Größe räumlicher Objekte aus deren bildhafter Aufzeichnung bestimmt werden. Ein wesentliches Merkmal der Photogrammetrie besteht darin, daß die Messungen nicht am Objekt selbst, sondern an den fotografischen Bildern dieses Objektes vorgenommen werden. Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Verfahren arbeitet die Photogrammetrie nicht mit Einzelpunkten, sondern mit Strahlenbündeln. Die Aufnahme eines Bildes kann in Annäherung als Zentralprojektion aufgefaßt werden, so daß deren Gesetzmäßigkeiten für das Rekonstruieren der realen Objektkoordinaten benutzt werden können.

Beschränkt sich die geometrische Aufnahme auf reine Fassadenvermessung, mag die Photogrammetrie das geeignete Aufnahmeverfahren sein. An ihre Grenzen stößt die Photogrammetrie bei Aufnahmen im Gebäudeinneren.

Die **Videogrammetrie**, eine Erweiterung der Photogrammetrie, wird in /Streilein95/ beschrieben.

## 4 Bauaufnahme im CA(A)D-gestützten Planungsprozeß

Im vierten Kapitel erfolgt die Einordnung der rechnergestützten Bauaufnahme als Baustein in den CA(A)D-gestützten Planungsprozeß im Bestand.

Das Kapitel beginnt mit der Definition der rechnergestützten planungsrelevanten Bauaufnahme.

Im zweiten Abschnitt wird die heutige Situation der rechnergestützten Planung analysiert und diskutiert.

Im dritten Abschnitt wird die Bauaufnahme als CA(A)D-Baustein begründet.

Den Abschluß des Kapitels bildet die Herausarbeitung der Besonderheiten in der CA(A)D-Bauaufnahme.

### 4.1 Definition der computergestützten Bauaufnahme

In Abgrenzung zur herkömmlichen Bauaufnahme ist es notwendig, eine Definition für eine „rechnergestützte planungsrelevante Bauaufnahme“ zu geben.

Bei der traditionellen Bauaufnahme erfolgt beim Bauaufmaß die Dokumentation des Gebäudes in Form von einzelnen Sichten – reduziert auf Grundrisse, Schnitte, Ansichten und Detailzeichnungen.

Von diesen grafischen Sichten losgelöst, maximal durch Verweise darauf beziehend, werden parallel oder im Anschluß textliche, bildliche und zahlenmäßige Beschreibungen in Form von Befunden, Raumbüchern, Fotodokumentationen etc. erarbeitet. Ergebnis der gesamten, oft redundanten Bemühungen sind eine Vielzahl von Einzelaspekten.

Das mit dem Computer Gezeichnete bzw. Modellerte kann immer nur eine Normsprache sein, die infolgedessen nicht charakteristisch sein kann, also anonym ist.

Unter „rechnergestützter planungsrelevanter Bauaufnahme“ soll folgendes verstanden werden: /SFB524/

Definition Computergestützte planungsrelevante Bauaufnahme

*Computergestützte planungsrelevante Bauaufnahme bedeutet die strukturierte Erfassung von Bauwerksinformationen in einem Informationskonzept – die Beschreibung des strukturierten Ortes. Bei der Erfassung von Bauwerken erfolgt eine Reduktion auf das für die spätere Nutzung der Daten Wesentliche.*

*Neben der Erfassung der Geometrie, die im Mittelpunkt steht, sollen weitere formalisierbare (Sachdaten) und informale Informationen (Texte, Bilder, Videosequenzen, Skizzen etc.) zuzuordnen sein.*

Verschiedene Meß- und Aufnahmeverfahren werden in freier Kombination unter einer Oberfläche bereitgestellt.

Das System unterstützt dabei adäquat die verschiedenen Phasen in der Bauaufnahme, beginnend bei der Erstbegehung, über die geometrische Aufnahme bis hin zur architekturengerechten Planungsausgestaltung und Datenauswertung.

Abb. IV-1 inhaltliche Schwerpunkte der computergestützten Bauaufnahme

Quellenstudium			
Erstbegehung			
Überführung vorhandener Daten			
	geometrische Daten	Sachdaten	multimediale Daten
Aufnahme vor Ort			
	Baufaufmaß	Aufnahme von Sachdaten	Aufnahme von multimedialen Daten
Aufbereitung im Büro			
	Konstruktion	Zuordnung weiterer Informationen	
Präsentation, Auswertung & Dokumentation			

## 4.2 CA(A)D – Stand & Vison

Der Einzug des Rechners in den Büroalltag des Architekten hat längst begonnen. Wie die heutige Situation wirklich aussieht, wird in /Donath99/ im Abschnitt „Szenario I: Die alltägliche Situation“ beschrieben. Die existierenden Möglichkeiten der Rechnerunterstützung werden nicht oder nur unzureichend genutzt.

Abb. IV-2 Wellen der CAD-Systementwicklung /Steinmann97/

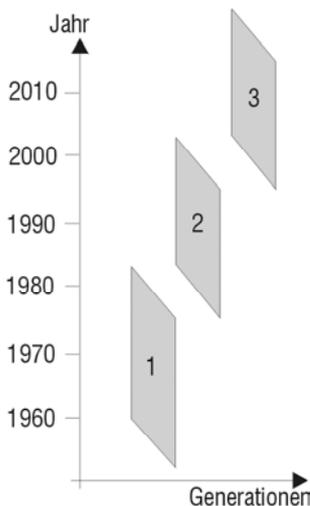
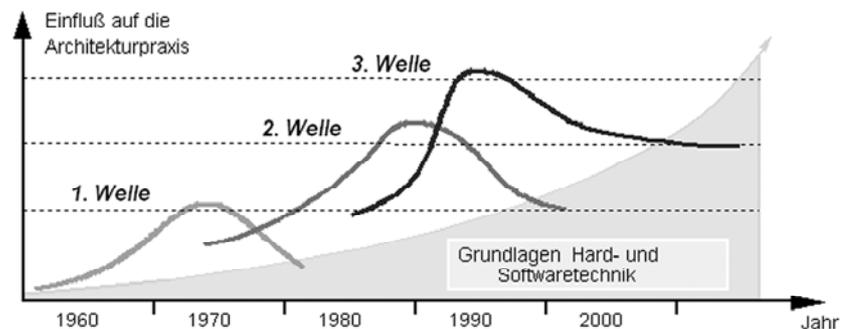


Abb. IV-3 Generation von CAD-Entwicklungen /Liebich93/

Liebich /Liebich93/ ordnete die Entwicklung der CA(A)D-Systeme in drei Generationen. /Abb. IV-3/ Steinmann /Steinmann97/ griff diese Ordnung auf, prägte aber den Begriff „Wellen der CAD-Systementwicklung“. /Abb. IV-2/ Bei ihm kommt nach einer Phase der Euphorie jeweils die Phase der Ernüchterung.

Die **erste Welle** war zu Beginn der 60er Jahre. Sie begann mit der Entwicklung von computergestützten Planungshilfen für Architekten. Es wurde nach einem integrierten Modell gesucht, das die Erzeugung, Bewertung und Darstellung beinhaltet.

Die **zweite Welle** ist durch anwendungsneutrale Software, Zeichensysteme, Datenbanken, Textverarbeitung, etc. geprägt. Zu Beginn der

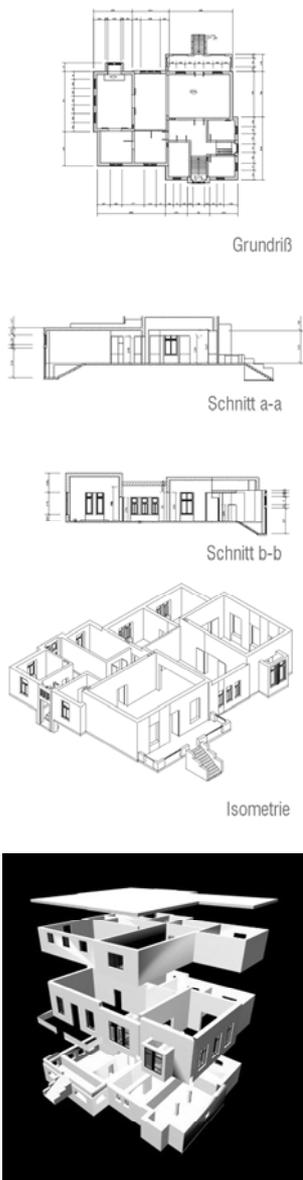


Abb. IV-4 digitales 3D-Bestandsmodell – Offizierskasino in Weimar

80er Jahre zogen leistungsfähige PCs in die Architekturbüros ein. Der Einsatz in der Büroautomatisierung, das bedeutet Textverarbeitung, Abrechnungen etc., ist unumstritten.

CAD-Systeme in der zweiten Welle stellen in ihrer Leistungsfähigkeit eher ein „elektronisches Reißbrett“ dar. Somit wird unter CAD häufig *Computer Aided Drafting* verstanden. Dies zeigt sich auch an der Dominanz zeichenorientierter Schnittstellen wie DXF, VDAFS oder IGES. Der Einsatz von CAD-Systemen beschränkt sich hauptsächlich auf die Erstellung von Rissen, Schnitten, Ansichten und Details.

Die anwendungsneutralen CAD-Systeme werden zukünftig von CA(A)D-Systemen basierend auf einem rechnerinternen (3D-) Modell abgelöst. /EuroContact99/ Diese bieten architekturenspezifische Funktionen an, z.B. Konstruieren von Wänden, Öffnungen, Einbauteilen und Dächern. Ansonsten schließen sie die Funktionalität von CAD-Systemen ein. Neben geometrischen Daten können aber auch nicht-geometrische Daten verwaltet werden. /Abb. IV-4/

In der **dritten Welle** stehen Systeme des *Intelligent CAD* (ICAD) im Vordergrund. Die Integration von Wissen wird in /Abeln95/ beschrieben. Systeme dieser Generation bilden den Planungs- und Organisationsprozeß in der Gesamtheit ab. Dabei wird nicht nur die Geometrie verwaltet, sondern auch weitere planungsrelevante Informationen. Die Übertragung von einem System auf das andere erfolgt ohne verlustreiche Datenschnittstellen, da die Systeme miteinander kommunizieren und relevante Daten austauschen.

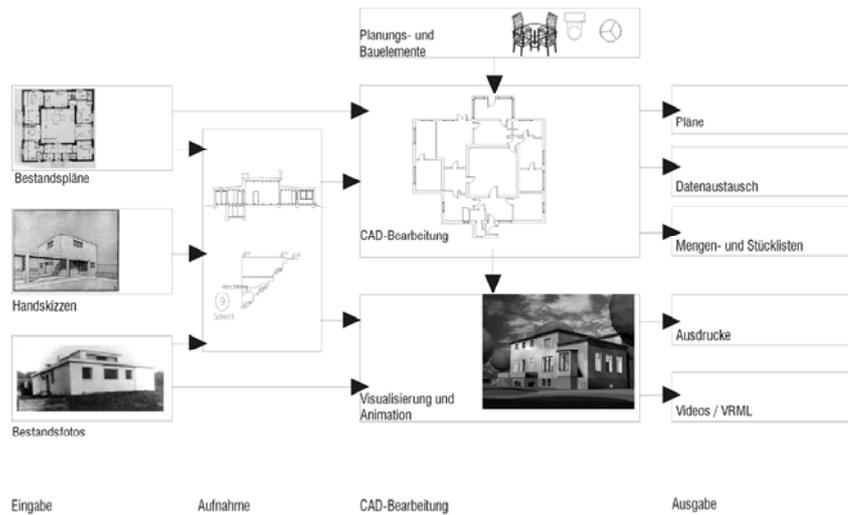
Andere Einordnungen sind beispielsweise in /Schmitt96/ nachzulesen.

### 4.3 CA(A)D-Werkzeuge für das Planen von 3D-Bestandsmodellen

Die Bauaufnahme bildet oftmals die Grundlage für Planungsmaßnahmen im Bestand. Somit stehen Bestandsaufnahme und Entwurfsplanung in enger Wechselbeziehung.

Die Vision ist, daß die Integration des Entwurfs in den Bestand zur Simulation von „Planung im Bestand“ führt.

Abb. IV-5 Bestandsaufnahme im CAD-gestützten Planungsprozeß



Die Realität sieht aber anders aus. Die aufgenommenen geometrischen Daten (meist schnittorientierte Aufnahme) werden heute meist über DXF in CAD, selten in CAAD-Systeme überführt und bearbeitet – semantische Informationen gehen dabei verloren.

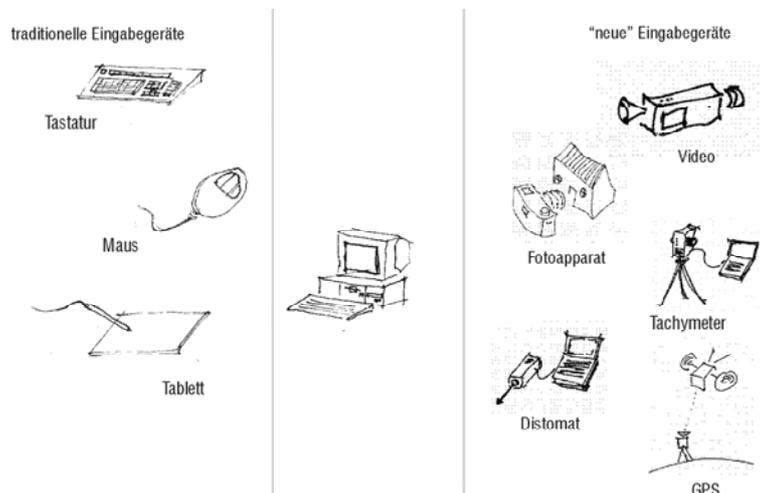
Wenn heute über CAAD-Systeme gesprochen wird, muß man sie prinzipiell in zwei Konzepte unterteilen:

- die grafisch orientierte Methode, bei der die „Bauteile“ über ihre zeichnerische Darstellung erkannt werden
- die Modell-Methode, bei der die Bauteile in einem rechnerinternen Datenmodell, auch Gebäudemodell genannt, verwaltet werden

Bei der grafischen Methode arbeitet das CAAD-System mit rein geometrischen Größen. Diese Programme bieten eine rein zeichnerische Unterstützung, während die Programme, die ein Gebäudemodell verwenden, mit konkreten architektonischen Bauteilen arbeiten. Sie werden oft auch als „intelligente Bauteile“ bezeichnet, da sie über Regeln ihrer Verknüpfungen verfügen. Die Verwaltung verschieden definierter Sichten ist ein weiterer Vorteil.

CAAD-Programme bieten die Möglichkeit der Vorwegnahme von zukünftigen Realisierungen an. Sie unterstützen (sollten) den Entwurf eines Gebäudes und können ihn in Form eines 3D-Modells präsentieren.

Abb. IV-6 „neue“ CA(A)D-Eingabegeräte



Die Bauaufnahme – speziell das Bauaufmaß – verfolgt dasselbe Ziel: die Bereitstellung von Modellen für die Planung. Im Gegensatz zum Entwurf im Neubau existiert aber bereits das Gebäude und soll nun entsprechend der Aufgabenstellung abgebildet werden.

Die Kommunikation zwischen Mensch und Computer wird heute meist „traditionell“ durch Eingabe über Maus, Tastatur oder Tablett realisiert. Über Monitor oder Drucker erfolgt die Ausgabe.

Erweitert man die Hardware um Sensoren (Eingabegeräte wie Totalstation und Handdistanzmesser) und stellt eine entsprechend den Anforderungen der Bauaufnahme abgestimmte Funktionalität zur Verfügung, so ist die Bauaufnahme ein Modul eines CAAD-Systems – ein CAAD-Programm für die Aufnahme und Abbildung vorhandener Bausubstanz. /Abb. IV-6/

Beim Vergleich der Möglichkeiten der Abbildung vorhandener Bauwerke in heutigen CAAD-Systemen werden erhebliche Defizite sichtbar, z.B.:

- Die Beschreibung erfolgt in heutigen CAAD-Systemen über eine eingeschränkte Eingabe vom System zugelassener Parameter. Vagheit, Abstraktionen und anschließende Detaillierung werden kaum unterstützt.
- CAAD-Systeme sind vorrangig für den Neubau geschaffen (Wände werden z.B. planar beschrieben).
- CAAD-Systeme arbeiten in Form von Bauteilen und einer programmtechnisch definierten Anzahl von Bauteilen.
- Sie arbeiten auf „vorbestimmten“ Sichten.

Die Unterstützung in der Abbildung vorhandener Bausubstanz kann als nicht ausreichend bezeichnet werden. /Abb. I-2/ Die konstruktive Gliederung des Bauwerkes muß bereits „erfolgt“ sein.

## 4.4 Besonderheiten bei der Aufnahme des Artefakts

Gegenstand der Bauaufnahme ist real gebaute existierende Architektur. Die Analyse und Strukturierung des „Ortes“ ist für die Konzeption eines rechnergestützten Bauaufnahmesystems unabdingbar.

Bei der Bauaufnahme erfolgt ein umgekehrter Entwurfsprozeß. Von dem existierenden Artefakt findet eine schrittweise Annäherung an den ursprünglich gebauten Ausgangszustand einschließlich aller Veränderungen innerhalb der Lebensphasen des Bauwerkes statt.

Nach /Berger99/ wird Architektur als „... die Umschließung eines Raumes mit technischen Mitteln“ betrachtet.

Definition Architektur

Architektur ist die Abgrenzung eines künstlichen Raumes im natürlichen Raum. Die Abgrenzung verlangt eine dreidimensionale Umschließung,

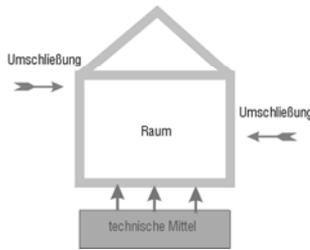


Abb. IV-7 Architektur /Berger99/

so daß ein Außen, der Baukörper, und ein Innen, der neue künstliche Raum, entstehen. Bauwerke ohne Überdachung gelten ebenfalls als Architektur. Die Umschließung ist immer an den Boden gebunden und geschieht immer mit technischen Mitteln. /Abb. IV-7/

In der Literatur werden verschiedene Möglichkeiten der Strukturierung der „baulich-räumlichen Umwelt“ – dem Entwurfsgegenstand – angegeben. /Abb. IV-8/

Abb. IV-8 Literaturübersicht zur Strukturierung des Entwurfsgegenstandes

/Scholz84/		/Salzmann86/		/Donath88/	/Wenzel90/	/Baumann90/	
"Entwurfsobjekte"		(Entwurfs-) "Elemente"		"Entwurfsobjekte"	"Entwurfsobjekte"	"Entwurfsobjekte"	
Funktionen		Funktion		Funktion	Funktion	Funktion	
physische Gebilde	Räume	Raum	Ortraum	Raum	Raum	Raum	
			Wegraum				
	raum-bildende Elemente	Körper	Gestalt	raum-bildende Objekte	Körpergestalt Konstruktion	raum-bildende Elemente	Gestalt
		Konstruktion					Konstruktion
Hilfsentwurfsobjekte							

In der Arbeit wird die Strukturierung nach /Donath88/ verwendet. Er strukturiert die „baulich-räumliche Umwelt“ in:

**„FUNKTION ...ist die Fähigkeit von Architektur, entsprechende Anforderungen und ablaufende Tätigkeiten zu gewährleisten...“**

**„Durch »Funktionsträger« erfüllt Architektur funktionale Aspekte, z.B.: Schutz-, Organisations- und Informationsfunktion.“**

**„RAUM ...ist als zunächst abstrakte Struktur Träger von Funktionen. Dem Raum kann durch Anordnung der raumbegrenzenden Elemente eine Dreidimensionalität zugeordnet werden (»Luftraum als Körper«) und ist das WESENTLICHE Element in der Architektur.“**

**„RAUMBILDENDE OBJEKTE ...sind physisch existente Körper mit einer räumlichen Ausdehnung und spezifischen Merkmalen.“**

Der Raum ist durch die Zuordnung der raumbildenden Objekte in seiner Geometrie bestimmt und wird erst dadurch wahrnehmbar. /Donath88/

Raumbildende Objekte lassen sich Elementen der Konstruktion zuordnen.

Der Raum ist in der Bauaufnahme das wesentliche Element. Er bietet sich als zentrale Strukturierung durch sein „physisches Vorhandensein“ an.

Definition Raum

Der umschlossene Raum (Baukörper) erscheint in seiner Körperform als Masse. Im architektonischen Sinn wird der Raum durch räumliche Ereignisse begrenzt. /Leder87/ Der Baukörper ist visuell allein von der

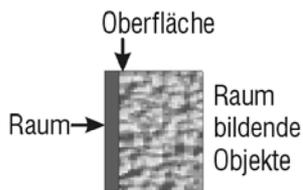


Abb. IV-9 Beziehung zwischen Raum und raumbildenden Objekten

Form der Raumgrenzen abhängig, Ausmaß und konstruktive Zusammenhänge sind nicht unmittelbar erkennbar.

Neben dem begrenzenden Baukörper wird ein neuer künstlicher Raum geschaffen. Dieser wird beim Begehen als Abfolge von Innenräumen erlebt und durch die raumbildenden Flächen wahrgenommen. /Abb. IV-9/

Der Raum wird somit durch Oberflächen begrenzt, die physischer oder visueller Natur sein können. /vgl. IFC99/ Strukturelle Zusammenhänge bzw. Bauteile sind oft nur schwer und mit vagen Aussagen erkennbar.

Bauteile werden auch allein durch ihre sichtbaren Oberflächen erfaßt. Im weiteren werden sie als „Raum im Raum“ betrachtet.

Bauaufnahme bedeutet mehr als die bloße Erfassung der Geometrie. Um den Aufnahmeprozeß effizient zu gestalten und den Informationsverlust zu kompensieren, werden verschiedene Informationen (vermutete strukturelle Zusammenhänge, textliche Beschreibung, Fotos etc.) miteinander kombiniert erfaßt. Diese sind stets an die Geometrie „gebunden“.



Abb. IV-10 Mecanoo, Wohnhaus, explodierte Axonometrie /Berger99/

Eine strukturierte Aufnahme des Realbestandes ermöglicht eine „computer-modellierbare“ Abbildung und die damit verbundene Auswertbarkeit der Daten.

Aus der Analyse ergeben sich folgende Anforderungen an CAAD-Systeme für die Bauaufnahme. Sie müssen:

- die strukturierte Aufnahme in verschiedenen Abstraktionen,
- die Zuordnung weiterer Informationen,
- das Studium des räumlichen Konzepts und /Abb. IV-10/ /Abb. IV-11/
- die Bildung konstruktiver Elemente aus den strukturiert aufgenommenen Oberflächen

unterstützen und adäquat entsprechende Werkzeuge bereitstellen.

Dadurch wird:

- die Analyse von Bauwerken und
- das Erkennen von Relationen zwischen den einzelnen architektonischen Elementen möglich.

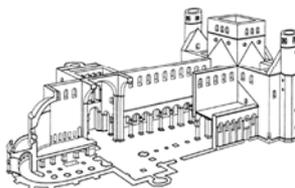


Abb IV-11 Hildesheim, Kirsche St. Michael, aufgeschnittene perspektivische Ansicht /Berger99/

## 5 Bauaufnahme als Modellbildung – Wiedergabemedien, Abstraktion & Präsentationsformen

Der Begriff des Modells wird umgangssprachlich wie auch in verschiedenen Fachsprachen unterschiedlich benutzt. In der Architektur wird im allgemeinen unter einem Modell ein physisches Abbild (eine Vorwegnahme) aus Holz, Ton oder anderen Materialien verstanden. Architekturzeichnungen werden meist nicht als Modelle angesehen, da ihnen die dritte Dimension fehlt. Sie sind ebenfalls Modelle, aber stark reduzierte.

In Verbindung mit der IT wird der Begriff „Modell“ in verschiedenen Zusammenhängen, wie BREP-Modelle und Produktmodelle, verwendet. Die differenzierte Benutzung führt zu grundlegenden Verständigungsproblemen. Das macht eine Definition des Begriffes im Rahmen der vorliegenden Arbeit notwendig.

Ausgehend vom allgemeinen Modellbegriff wird die Bauaufnahme als Modellbildung betrachtet. Dabei werden verschiedene Wiedergabe- und Präsentationsmedien vorgestellt.

Am Ende des Kapitels werden Unterschiede zwischen der „konventionellen“ Bauaufnahme und der rechnergestützten Bauaufnahme herausgearbeitet.

### 5.1 Modellbegriffe

Ausgehend von der Tatsache, daß der Modellbegriff selbst innerhalb der Fachsprachen eine inkonsistente Verwendung erfährt, ist es erforderlich, den Begriff in diesem Abschnitt zu definieren. /Fischbach94/

„Traditionellerweise versteht man unter einem Modell die Abbildung der Realität oder eines Realitätsausschnitts. ... Eine zentrale Eigenschaft spielt bei diesem Prozeß die Ähnlichkeit.“ /Lehner95/ /Abb. V-1/

Die Kennzeichnung der Modelle erfolgt durch drei Hauptmerkmale (nach /Stachowiak73/):

#### Abbildungsmerkmal

Modelle bilden etwas ab. Sie sind Abbildungen, Repräsentationen natürlicher oder künstlicher Originale, die selbst wieder Modell sein können.

Originale können dabei Bestandteil der physischen Welt oder der mentalen Vorstellung sein.

#### Verkürzungsmerkmal

Modelle besitzen nicht alle Eigenschaften des durch sie repräsentierten Originals. Es werden nur diejenigen erfaßt, die für den Modellzweck relevant sind.

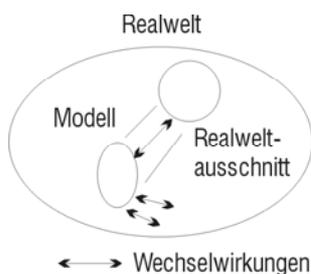


Abb. V-1 Beziehung zwischen Modell und Realität

Alle Eigenschaften eines Originals, die in einem Modell nicht abgebildet sind, werden „präterierte Eigenschaften“ genannt.

**Pragmatisches Merkmal**

Modelle erfüllen eine Ersetzungsfunktion

- a) für bestimmte erkennbare und/ oder handelnde, modellbezogene Subjekte
- b) innerhalb bestimmter Zeitintervalle
- c) unter Einschränkung auf bestimmte gedankliche oder tatsächliche Operationen

Abb. V-2 Modelleigenschaften: Abbildungsmerkmal, Verkürzungsmerkmal, pragmatisches Merkmal /Steinmann97/

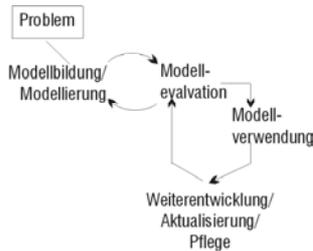
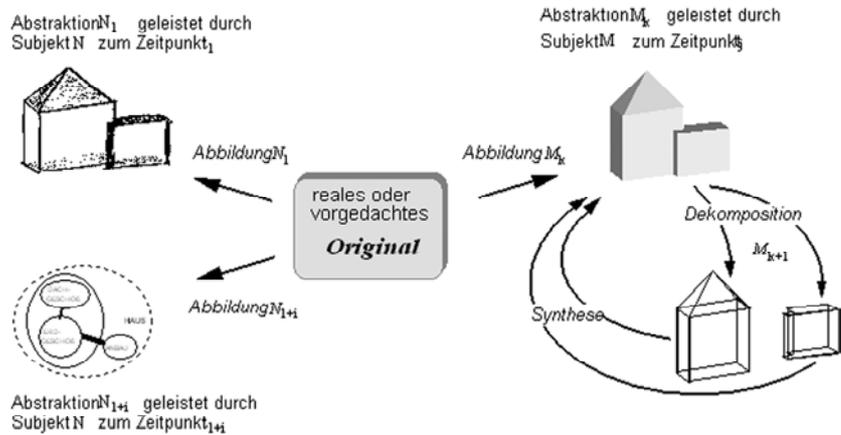


Abb. V-3 Lebenszyklus eines Modells

Modelle sind also nicht nur Modelle von etwas – sie sind auch Modelle von jemandem. Sie erfüllen dabei Funktionen in einem definierten Zeitraum und dienen schließlich einem bestimmten Zweck. /Abb. V-3/

Um die komplexe reale Welt zu verstehen und zu erfassen, schafft sich der Mensch ein abstraktes Bild (Modell) von ihr.

Die Erstellung des Modells verfolgt einen Modellverwendungszweck. So können beispielsweise Modelle zum besseren Verständnis der Realwelt oder einer Gestaltungsabsicht dienen. Der Zweck des Modells wird von Akteuren vorgegeben. /Abb. V-4/

Bei der Erstellung von Modellen setzen die Akteure zur Beherrschung der Komplexität drei Techniken ein:

**Abstraktion** ermöglicht die Verkürzung von Modellen soweit, daß diese zweckmäßig und überschaubar werden.

**Dekomposition** spaltet die Probleme und die aufzunehmenden Objekte in kleinere auf.

**Kooperation** erfordert eine Externalisierung mentaler Modelle, um sicherzustellen, daß alle Beteiligten denselben Gegenstand damit assoziieren.

Alle bisher aufgeführten Eigenschaften zielen auf die Abbildung beobachtbarer oder zumindest potentiell beobachtbarer Objekte ab. Die Modellerstellung über Anwendungsbereiche/ (Fach-) Domänen zielt auf

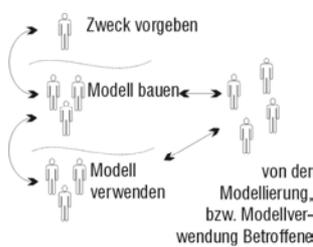
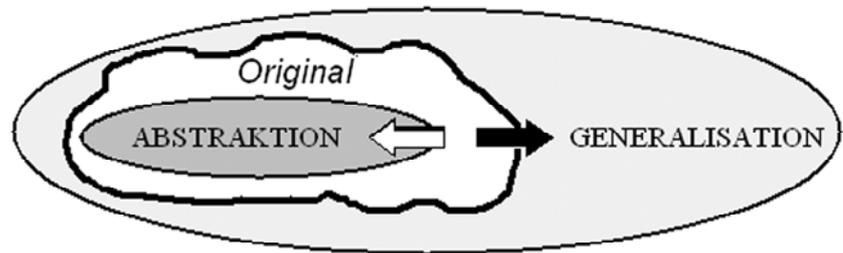


Abb. V-4 Akteure im Modell-Lebenszyklus

die Erstellung generalisierter Modelle ab. Das Ziel ist dabei nicht die Abstraktion, sondern die Generalisierung. /Steinmann97/ Im weiteren werden diese Modelle als Domänenmodelle bezeichnet. /Abb. V-5/

Abb. V-5 Abstraktion und Generalisierung /Steinmann97/



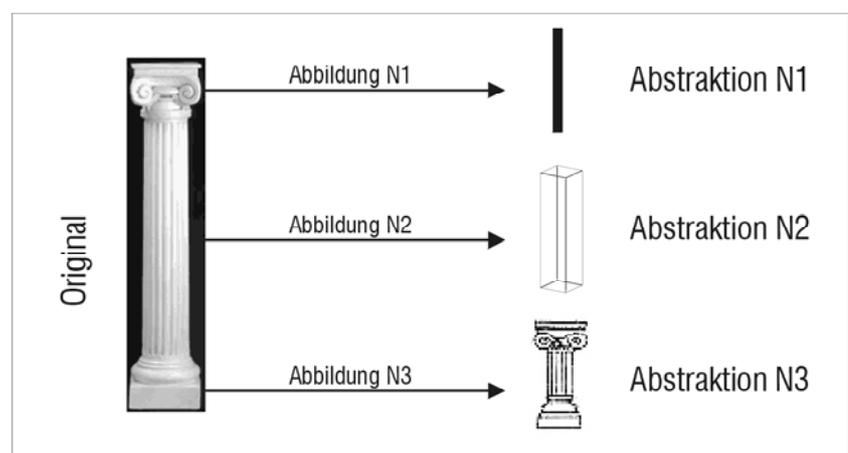
## 5.2 Modellbildung in der Bauaufnahme

Geht man von der Definition der planungsrelevanten Bauaufnahme aus, so ist das Ziel der Bauaufnahme die Abbildung von baulichen Objekten. Diese Objekte, ihre Beziehungen untereinander und ihre Eigenschaften beschreiben das Modell des Bauwerkes unter dem Blickwinkel des Bauaufnahmezieles, wobei ein vorher definiertes Maß an Informationsverlust in Kauf genommen wird. Die Zielrichtung ist dabei einerseits von der jeweiligen Aufgabe, andererseits aber auch von übergeordneten zeitlichen Phänomenen abhängig. /Abb. V-6/

Selbst angesehene Bauforscher, die unabhängig gearbeitet haben, können aufgrund von Zwang zur Abstraktion zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen. Die Unterschiede sind nicht einmal maßliche Abweichungen, sondern die Art der Darstellung und Auswahl der Informationen. /Cramer93/

Während der Bauaufnahme erfolgt die Dokumentation der aufgenommenen Informationen durch verschiedene Repräsentationsmodelle. Für die Kommunikation zwischen Bauaufnehmenden und Fachplanern stehen verschiedene Medien zur Verfügung. Die Wahl des Mediums steht dabei in engem Bezug zu den Repräsentationsmodellen. Bei der Wahl der Wiedergabemedien ist die Sicht auf das aufzunehmende Bauwerk entscheidend.

Abb. V-6 Abbildung unter Berücksichtigung verschiedener Verwendungszwecke



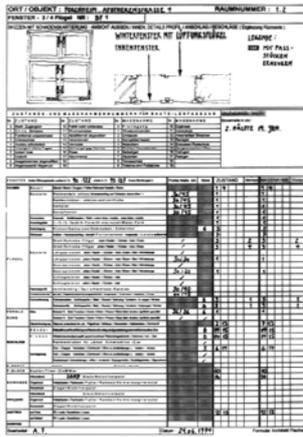


Abb. V-7 Raumbuch /Fischer00/

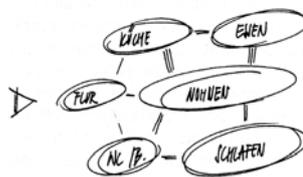


Abb. V-8 Bubblediagramm /Liebich93/

$$Q_T = 84 (A_W k_W + A_F k_F + 0,8 A_D k_D + 0,5 A_G k_G + A_{DL} k_{DL} + 0,5 A_{AB} k_{AB})$$

Abb. V-9 Berechnungsformel für Transmissionswärmebedarf  $Q_T$  in kWh/a

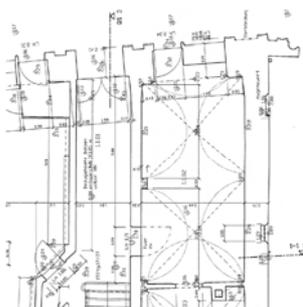


Abb. V-10 rißorientierte Zeichnung



Abb. V-11 fotografische Innenaufnahme eines Raumes /Eckstein99/

## 5.2.1 Repräsentationsmodelle

Gemäß der Aufgabenstellung und der jeweiligen Phase in der Bauaufnahme wird das (Teil-) Ergebnis in verschiedenen Repräsentationsmodellen dokumentiert. Es werden nur die zu diesem Zeitpunkt vorhandenen bzw. als relevant betrachteten Eigenschaften des aufgenommenen Objektes abgebildet, d.h. die Form wird durch das Verkürzungsmerkmal und das pragmatische Merkmal bestimmt.

In der Bauaufnahme können in Anlehnung an /Liebich93/ prinzipiell folgende Modelle unterschieden werden:

### Beschreibende Modelle

umfassen die sprachliche Formulierung des aufgenommenen Bauwerkes (z.B. Raumbücher). Rein verbale Beschreibungen können allerdings verschieden interpretiert werden. /Abb. V-7/

### Analoge Modelle

bilden das Bauwerk durch ein abstraktes Modell, das in seiner Gestalt keine direkte Ähnlichkeit mit dem abzubildenden Bauwerk aufweist, (z.B. Bubblediagramme, Schemata) ab. /Abb. V-8/

### Symbolische Modelle

beschreiben das Modell in Form von Symbolen. Diese Modelle sind Berechnungsalgorithmen und Formeln, wie sie im Ingenieurwesen kennzeichnend für Berechnungsnachweise sind. /Abb. V-9/

### Ikonische Modelle

stellen das System und seine geometrischen Strukturen als Abbildung der räumlichen Ausprägung unter Vernachlässigung einer Dimension dar (z.B. rißorientierte Zeichnungen). Diese Modelle stellen ein mehr oder weniger generalisierendes und bereits interpretiertes Abbild des aufgenommenen Objektes dar. /Abb. V-10/

### Wirklichkeitsnah-fotografische Modelle

halten die Ist-Form des aufzunehmenden objektiv und nachweislich im Bild sowie im Maß fest. Sie bilden virtuelle Abformungen der aufzunehmenden Objekte. Ein weiterer Vorteil ist die Homogenität der Genauigkeit ihrer Abbildung. /Abb. V-11/

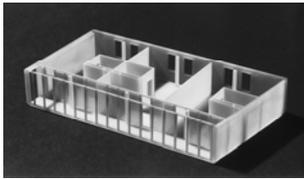
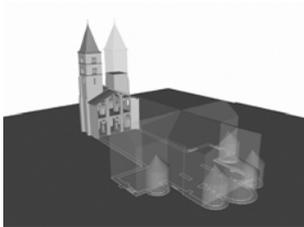
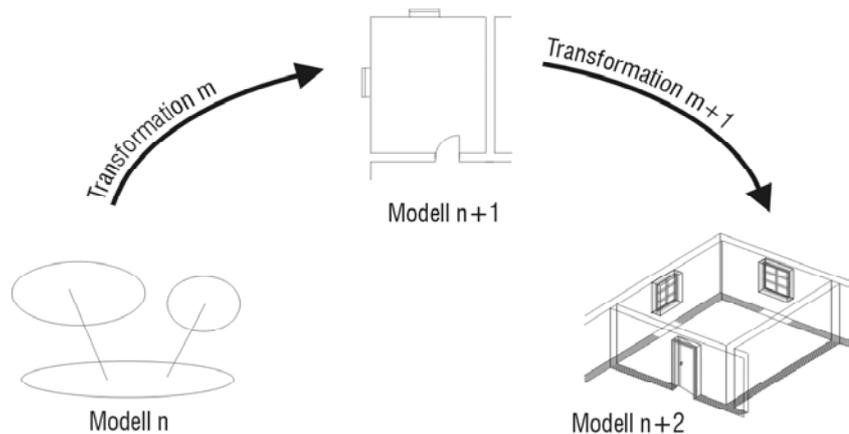
### Physisch-nachbildende Modelle

bilden das Bauwerk in seinen geometrischen Strukturen räumlich ab, so daß alle Dimensionen dem gleichen Maßstab entsprechen. Dieses Modell ist kennzeichnend für Architekturmodelle. /Abb. V-12/

### Rechnerintern-nachbildende Modelle

geben das Bauwerk mit konkreten abstrahierten geometrischen Objekten wieder. Heutige CAAD-Systeme bilden das bauliche Objekt 2D in ikonischer Form und 3D als nachbildendes Modell ab. /Abb. V-13/

Bei der Bauaufnahme erfolgt während der Erstbegehung eine Abbildung in Form von analogen Modellen. Das Ergebnis des Bauaufmaßes inklusive der Aufbereitung sind ikonische oder rechnerinterne Modelle. Er-

Abb. V-12 Stereolithographiemodell  
/Rae97/Abb. V-13 rechnerinternes  
nachbildendes Modell /Missner00/Abb. V-14 Transformation der  
Modelle

## 5.2.2 Wiedergabemedien

Jede Präsentation benötigt ein Medium (lat. das Vermittelnde). Es vermittelt den Austausch von Informationen zwischen Menschen oder Mensch und Maschine. Folgende Wiedergabemedien sind in der Bauaufnahme als relevant zu betrachten:

**Diagramme** beschreiben in abstrakter Form die räumliche Struktur des Bauwerkes. Dabei finden geometrische Ausprägungen keine Berücksichtigungen. Lagebeziehungen und Zugänglichkeiten zwischen den Raumelementen werden über Beziehungen beschrieben. /Abb. V-15/

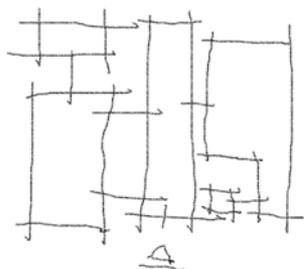


Abb. V-15 Diagramm

**Skizzen** sind freihändig angefertigte Zeichnungen ohne oder nur mit angenähertem Maßstab. Skizzen können zum einen für eine erste und nicht maßstäbliche Annäherung an das Objekt, eine Erfassung ohne Meßgerät, welches das Objekt in Proportion und Gefüge abbildet, dienen. Zum anderen können in Skizzen Details besser abgebildet werden, denen der Bauaufnehmende erhöhte Aufmerksamkeit schenkt, während andere Stellen indifferent dargestellt werden.

Eine Skizze ist damit immer einer starken Interpretation unterzogen. Es entsteht ein portraitähnliches Merkblatt mit dem Hauptcharakteristikum unter dem Blickwinkel des Bauaufnehmenden.

Maße können eingetragen werden, Oberflächenstrukturen und Materialien mittels verschiedener Stricharten und Farben festgehalten und verbale Ergänzungen beigelegt werden. Die Skizze bildet oft den Beginn

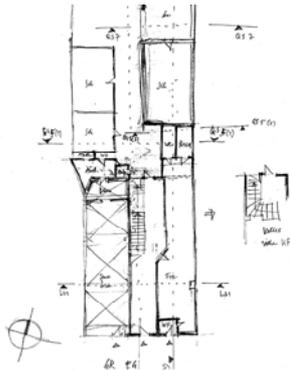


Abb. V-16 Skizze



Abb. V-17 Fotografie



Abb. V-18 maßstabsgerechte  
Zeichnung

Objekt	STRUKTUREN	STRUKTUREN
Struktur	Struktur	Struktur
Struktur	Struktur	Struktur
Struktur	Struktur	Struktur

Abb. V-19 schriftliche Baubeschreibung

einer Bauaufnahme – die Erstbegehung. In der Literatur wird die Skizze als alleinige Wiedergabeform der Bauaufnahme ausgegliedert. /Abb. V-16/

Die **Fotografie** hält im Gegensatz zu einer Skizze die Sicht auf ein Objekt mit nur geringer Interpretation, aber hohem Informationsgehalt fest. Die Fotografie dokumentiert unterschiedslos alles, was den Strahlengang des Objektivs passiert. Die Notwendigkeit, Flächen und Körper zu Liniengerüsten zu abstrahieren, entfällt. Räumliche Dimensionen sind perspektivisch nachvollziehbar. Dem Gewinn der Bildtiefe steht freilich der Verlust an einseharen Flächen durch Verdeckungen gegenüber. Eine Auswahl der Bildinformationen findet nicht statt und damit auch keine Vorstrukturierung des Abbildes im Sinne des Betrachters. /Abb. V-17/

Details, wie Steinmetzzeichen, lassen sich zwar hervorheben, indem z.B. Kreise um wichtige Stellen aufgezeichnet werden, aber das ist nur möglich, solange deren Auflösung noch genügend hoch ist.

Auf der anderen Seite hält ein Foto eine Unmenge von Informationen fest, so daß die Interpretation später auch unter anderen Gesichtspunkten vorgenommen werden kann. Unter diese Kategorie fallen heute **Bildsequenzen** (Videos).

Die **maßstabgerechte Zeichnung** ist die eigentliche Vorlage für spätere Ausführungspläne. Ihr Informationsgehalt und ihre Genauigkeit sind stark vom gewählten Maßstab abhängig. Dieser richtet sich nach der Zielsetzung und übergeordneten zeitlichen Phänomenen.

Maßstäbliche Zeichnung bedeutet eine maßstäblich verkleinerte Zuordnung von gemessenen, abgeloteten Punkten, die in einer Ebene liegen und durch Linien verbunden werden. Dies setzt voraus, daß die kartierten Punkte in ihrem Verhältnis zueinander mathematisch eindeutig bestimmt sind.

Die Zeichnungen geben das Bauwerk in seinem subjektiv vorgefundenen Zustand wieder. Wie die Genauigkeit der Bauaufnahme mit der Dichte der gemessenen Punkte zunimmt, so wächst ihre Abbildungsqualität mit ihrer inhaltlichen Informationsdichte. Inwieweit der vorgefundene Zustand idealisiert wird, hängt wiederum von dem späteren Verwendungszweck ab. /Abb. V-18/

Die Darstellungsgenauigkeit ist jeweils vom Abbildungsmaßstab abhängig. Eine Empfehlung für Genauigkeitsstufen ist z.B. in /Eckstein99/ beschrieben.

Die **schriftliche Baubeschreibung** setzt eine genaue Beobachtung der baulichen Erscheinung voraus und mündet in der strukturierten Niederschrift der in ihren Zusammenhängen erkannten Phänomene.

Sie kann darüber hinaus auch Dinge, die zeichnerisch nur schwer darstellbar sind oder sich in verdeckter Lage befinden, hinreichend genau erfassen und klassifizieren. Dabei gilt aber die dem Medium Sprache eigene Unschärfe. Durch die Wahl konventioneller Fachbegriffe und durch eine strikte Stoffgliederung wird dieses ausgeglichen.

Eine gute Baubeschreibung hat daher der undokumentierten Zeichnung die Ordnung des Geschehens und die verbale Benennung des Erkannten

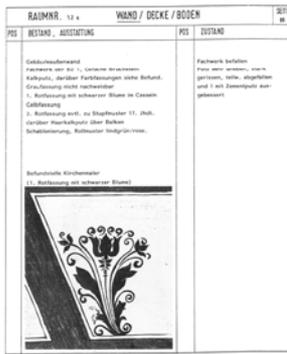


Abb. V-20 Raumbuch /Schmidt89/



Abb. V-21 informale Aufnahme

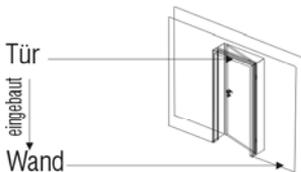


Abb. V-22 strukturelle Aufnahme

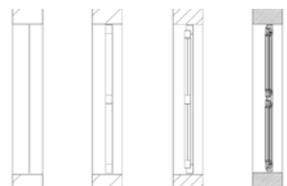


Abb. V-23 maßstabsabhängige Aufnahme



Abb. V-24 abstraktionsabhängige Aufnahme

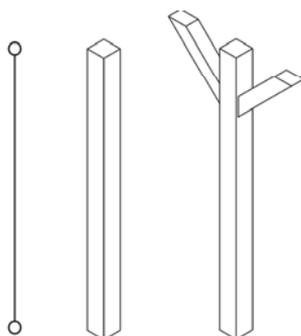


Abb. V-25 fachspezifische Aufnahme

voraus. Unter diese Kategorie fallen heute **Tonaufzeichnungen** (Audio). /Abb. V-19/

Das **Raumbuch** stellt eine Kombination verschiedener Daten – verbale, zeichnerische und bildmäßige – dar. So verfügt man mitunter über ein disparates Dokumentationsmaterial recht unterschiedlicher Erscheinungen und Präsentationsmöglichkeiten. Diese heterogenen Erzeugnisse müssen in eine übersichtliche Form überführt werden oder zumindest ein Verweissystem entworfen werden, das alle Teile in einer ganzheitlichen Ordnung zusammenführt. Eine methodische Hilfestellung wird in /Schmidt89/ beschrieben. /Abb. V-20/

### 5.2.3 Sichten in der Bauaufnahme

Die Aufnahme vorhandener Bausubstanz erfolgt im Kontext einer definierten Zielstellung. Dabei kann die Aufnahme unter verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen. Die wesentlichsten Sichten der Aufnahme sind:

Die **informale Aufnahme** umfaßt die Aufnahme von Bausubstanz durch formalisierbare Informationen, wie Texte und schwer formalisierbare Informationen, wie Bilder und Videos. /Abb. V-21/

Die **strukturelle Aufnahme** entspricht der strukturierten Zuordnung von wahrnehmbaren Objekten zu fachlichen Begriffen und deren Beziehungen zueinander. /Abb. V-22/

Bei einer **maßstabsabhängigen Aufnahme** werden entsprechend des gewählten Maßstabes nur die geometrischen Informationen aufgenommen, die in der Zeichnung darstellbar sind. /Abb. V-23/

**Abstraktionsabhängige Aufnahme** bedeutet, daß ein Objekt in verschiedenen Abstraktionsgraden aufgenommen wird, z.B. symbolisch, 3D-vereinfacht, 3D-exakt. /Abb. V-24/

Bei **fachspezifischer Aufnahme** wird die vorhandene Bausubstanz unter dem Gesichtspunkt des Fachplaners betrachtet. Gemäß dem Kontext erfolgt eine idealisierte oder annähernd wirklichkeitstreue Aufnahme. /Abb. V-25/

## 5.3 Konventionelle Bauaufnahme versus rechnergestützte Bauaufnahme

In der rechnergestützten Bauaufnahme erfolgt die Abbildung der aufgenommenen Informationen strukturiert. Diese können in verschiedenen Repräsentationsmodellen dargestellt und mit verschiedenen Dokumentationsformen kombiniert werden.

Die Definition von Beziehungen und Bedingungen in Bezug auf die Architektur und der sie beschreibenden Informationen ermöglicht somit eine strukturierte Abstraktion des Realbestandes. Das Ergebnis sind Modelle, die sämtliche relevante Informationen, die während der Bau-

Raumname/Raumnummer	
Besitzer Nutzer	
Funktion	
Grundfläche Raumumfang Raumvolumen	qm m cbm
Beheizung Belüftung	

Abb. V-26 semantische Informationen

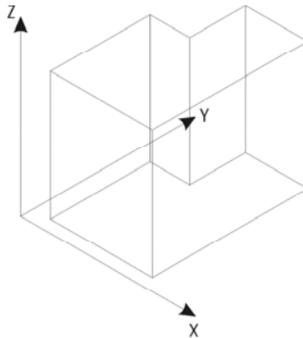


Abb. V-27 geometriebezogene Informationen

<p><u>Kopplungsrelation</u> funktionell</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbindung zwischen Räumen</li> <li>- Öffnung des Raumes</li> </ul>
<p>informationell</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Art der Raumöffnung</li> </ul>
<p><u>Zuordnungsrelation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zuordnung einer oder mehrerer Funktionen</li> </ul>
<p><u>Hierarchiebeziehung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Raum: Innenraum</li> </ul>

Abb. V-28 relationale Informationen



Abb. V-29 informale Informationen

Abb. V-30 Informationen, Verwaltung und Bearbeitung in der Bauaufnahme

aufnahme erfaßt wurden, beinhalten. Eine Transformation der Repräsentationsmodelle erfolgt während des Bauaufnahmeprozesses.

Im Rahmen einer Bauaufnahme werden verschiedene Informationen aufgenommen, die sich entsprechend ihres Charakters in

- semantische Informationen – beschreibende, thematische Daten (Sachdaten),
  - geometrie-bezogene Informationen,
  - strukturell-relationale Informationen und
  - informale Informationen
- unterscheiden lassen.

**Semantische Informationen** umfassen alle Merkmale eines Objektes, die sich mit Namen und Wert bzw. Wertebereich darstellen lassen. Es werden hier Eigenschaften formuliert.

Nur mit der richtigen Terminologie (Name und Wertebereich) kann der Aufnehmende einen Bau im Ganzen und in seinen Teilen fachlich genau und wissenschaftlich überprüfbar beschreiben sowie seine Bewertung nachvollziehbar begründen. /Abb. V-26/

**Geometriebezogene Informationen** legen die Gestalt, Form, Lage und Orientierung durch Anordnung geometrischer Elemente fest. /Abb. V-27/

**Relationale Informationen** definieren die Zusammenhänge zwischen den Objekten. Sie geben Auskunft über die Art des Verhältnisses und über die Art der betrachteten Objekte untereinander und zur Umwelt. /Abb. V-28/ Relationale Informationen drücken strukturelle Zusammenhänge oder Vermutungen über sie aus, wie :

- Hierarchiebeziehung
- Zuordnung
- Topologie
- Kopplungsrelationen

**Informale Informationen** umfassen alle nicht zu formalisierenden oder schwer zu formalisierenden Informationen (Bilder, Skizzen, Videos). /Abb. V-29/

<b>Information</b>	semantisch	geometriebezogen	
		relational	informal
<b>Bauaufnahme</b>	Kataloge	Fotos	
		Pläne	
	Geometrie	Merkmale	Attribute
	Mengen	Dokumente	
			Räume
Auswertungen		Repräsentationen	Anfragen

Einen wesentlichen Schwerpunkt in der Bauaufnahme bildet die Aufnahme und Abbildung von geometriebezogenen Informationen – das Bauaufmaß. Hier werden die wesentlichen Unterschiede von „traditioneller“ und rechnergestützter Abbildung deutlich.

Beim Bauaufmaß muß generell zwischen Meßgenauigkeit und Darstellungsgenauigkeit unterschieden werden.

Meßgenauigkeit ist abhängig von der Genauigkeit des Meßverfahrens und des Meßgerätes sowie von der Sorgfalt der Ausführung.

Die Darstellungsgenauigkeit ist vom Abbildungsmaßstab der Zeichnungen abhängig. Beim digitalen Aufmaß entspricht die Darstellungsgenauigkeit immer der Meßgenauigkeit.

In /Eckstein99/ wird implizit davon ausgegangen, daß das Endergebnis analoge Pläne sind. Somit ist auch bei der digitalen Bauaufnahme die Darstellungsgenauigkeit beim Aufmaß relevant.

Betrachtet man als Endergebnis eines digitalen Bauaufmaßes nicht den analogen 2D-Plan, sondern das rechnerinterne 3D-Modell, so ergeben sich folgende wesentliche Unterschiede:

Konventionelles Aufmaß	Rechnergestütztes Aufmaß
<b>Interpretierbarkeit</b> Der gezeichnete Strich hat keine feste Bedeutung. Er wird durch den Betrachter interpretiert.	<b>Feste Bedeutung</b> Jede Linie im System hat eine feste Bedeutung. Ist eine Linie einem Bauteil zugeordnet, so ist die Interpretation nicht oder nur eingeschränkt vorhanden.
<b>Vergleichsmaßstab</b> Mit Hilfe eines Lineals werden Längen abgetragen bzw. gemessen.	<b>Realmaße</b> Aufgenommen und gemessen wird in echten Maßen, das heißt im Maßstab 1:1. Über (beliebig) wählbare oder fest vorgegebene Reduktionsfaktoren kann das Modell in verschiedenen Maßstäben dargestellt oder ausgegeben werden.
<b>Begrenzte Welt</b> Der Zeichnungsbereich ist durch die Abmessung des Zeichenpapiers eingeschränkt.	<b>Unbegrenzte Welt</b> Der Zeichen- bzw. Modellierbereich ist theoretisch unbegrenzt. Auf Grund mathematischer Beschränkungen in vielen Systemen sind diese im Bereich sehr großer Werte beschränkt.
<b>Detailltiefe</b> Bedingt durch feste Maßstäbe ist der Grad der Detaillierung unflexibel. Zwar sind beliebige Abstraktionsstufen möglich, die Beschränkungen des Zeichenmaterials, Zeichenwerkzeuges und des Maßstabes lassen jedoch beliebige Detaillierungsstufen nicht zu.	<b>Detailltiefe</b> Die Detailltiefe spielt innerhalb gewisser Reduktionsfaktoren keine wesentliche Rolle. Ab einem bestimmten Grenzwert ist von einer weiteren Detaillierungstiefe abzuzuraten.
<b>Zweidimensionalität</b> Die Beschränkung auf eine Ebene des Zeichenpapiers bedingt einen Verlust räumlicher Qualität. Komplexe Formen lassen sich oft nur schwer darstellen. Die Räumlichkeit wird in Form von Grundrissen, Ansichten, Schnitten und Perspektiven dargestellt.	<b>Dreidimensionalität</b> Neben der rein zweidimensionalen Planung können Baukörper dreidimensional abgebildet werden. Durch verschiedene Werkzeuge lassen sich dreidimensional erstellte Baukörper analysieren, z.B. Erstellung von Grundrissen, Perspektiven, Schnitten etc.

Bei der computergestützten Bauaufnahme, speziell beim Bauaufmaß, sind in der Vorbereitung die aufzunehmenden Daten und die Genauigkeit des Aufmaßes festzulegen. /Donath97/ /Heiliger00/ /NN00b/

Als Grundlage für Planungstätigkeiten im Bestand genügt es in der Regel, ein Aufmaß, welches der Ausführungsplanung Maßstab 1:50 entspricht, zu erstellen. /Eckstein99/

## 6 Spezifika beim Bauaufmaß

Der Konzeption eines rechnergestützten Bauaufnahmesystems muß eine eingehende Analyse des Ablaufes der Bauaufnahme – speziell des Bauaufmaßes – vorausgehen. In diesem Kapitel wird folgende Frage beantwortet: Wie kann man Bauwerke, die man umschreitend und durchschreitend betrachten kann, systematisch erfassen, Probleme aufspüren (sichtbare, verborgene und strukturelle Sachverhalte herausarbeiten) und zu einer begründeten Bewertung gelangen?

Beim Bauaufmaß wird der Ablauf entscheidend durch das Arbeitsmittel geprägt. Die Beschränkung auf ein Arbeitsmittel und eine definierte Vorgehensweise sind bei komplizierten, vielschichtigen Gebäuden oft nicht ausreichend.

Um das Aufmaß effizient zu gestalten, müssen verschiedene Arbeitsmittel kombiniert werden können.

Zu Beginn des Kapitels werden traditionelle Vorgehensweisen in der Bauaufnahme und der Einsatz von Bauaufmaßprogrammen betrachtet.

Im zweiten Abschnitt werden praxisrelevante Vorgehensweisen beschrieben. Die erarbeitete Kategorisierung ist das Resultat empirischer Untersuchungen durchgeführter Bauaufnahmen.

Die Bauaufnahme ist ein zielgerichteter Suchprozeß. Eine allgemeingültige Abfolge im Vorgehen kann nicht formuliert werden. Somit gibt es verschiedene Ansätze, die die Abfolge in der Bauaufnahme – speziell beim Bauaufmaß – beschreiben. Deren theoretische Betrachtung ist Inhalt des dritten Abschnittes.

Den Abschluß bildet die Formulierung von Anforderungen, die in einem Konzept der rechnergestützten Bauaufnahme Berücksichtigung finden müssen.

### 6.1 Der Einfluß des Arbeitsmittels auf das Bauaufmaß

Für das Aufmaß vor Ort lassen sich keine verbindlichen Regeln über die anzuwendende Vorgehensweise aufstellen. Die Unterschiedlichkeit des Objektes mit seinen eigenen Problemen und den je nach Einsatzgebiet und Objekt stark variierenden Fragestellungen lassen ein generelles Vorgehensmodell nicht definieren. /Wagnerin92/

Ausgehend von der Zielstellung ist die Vorgehensweise vor allem von der Art des Arbeitsmittels abhängig. Neben Aufmaßsystemen werden Handaufmaß und tachymetrische Aufnahme mit Erfassungsrechner betrachtet.

Die Ableitung der Vorgehensweisen ist in der Auswertung von Aufmaßprojekten sowie von Literaturquellen und der Analyse von Programmsystemen begründet.

### 6.1.1 Das Handaufmaß –klassische Vorgehensweise

Das örtliche Bauaufmaß besteht aus dem Einmessen des Aufnahmeobjektes und der Eintragung der Meßergebnisse in die vor Ort anzufertigenden Arbeitszeichnungen.

Die Aufnahme eines Bauwerkes bis in alle Einzelheiten verlangt eine Vielzahl von Messungen, Maßzahlen und Aufmaßzeichnungen. Es ist notwendig, über eine Systematik zu verfügen, die alle Arbeitsgänge folgerichtig ablaufen läßt, ohne daß befürchtet werden muß, etwas ausgelassen oder übersehen zu haben. Nichts hält mehr auf, als ein Objekt mehrfach aufzusuchen, um Fehlendes zu ergänzen oder Unklarheiten zu beseitigen.

Das Ergebnis ist die Darstellung eines 3D-Objektes in zweidimensional maßstäblichen Plänen.

Nach der Einsichtnahme – Erstbegehung – des baulichen Objektes erfolgt die Aufteilung in verschiedene Ebenen. Vor Beginn der Messung müssen Lage und Anzahl der Ebenen festgelegt und Schnittführungen bestimmt werden. /Abb. VI-1/

Entsprechend des Verwendungszweckes sind Abstraktion, Toleranz und Maßstab festzulegen. Diese richten sich nach der Aufgabenstellung, Art und Größe des Objektes sowie dem Erhaltungszustand und der Bauform.

Von der Wahl des Maßstabes ist es dann abhängig, welche Bauteile noch sinnvoll mit welcher Informationsdichte gemessen und abgebildet werden können bzw. sollen. /Abb. VI-2/

Grundlage für die Kartierung der gemessenen Werte bildet die Skizze des Raumes. Nach Festlegung der Meßebeane erfolgt das Messen. Die Meßebeane befindet sich meist 1m über dem Fußboden. Sprünge in der Meßebeane sind in der Zeichnung zu vermerken.

Bei der Messung werden die im Abschnitt 3.3.2 vorgestellten Verfahren einzeln oder in Kombination verwendet.

Der Bezug zwischen dem Innen und dem Außen erfolgt über Öffnungen im Baukörper. Im Gebäudeinneren werden die Räume durch Öffnungselemente untereinander verknüpft. Von einem definierten Ausgangspunkt werden die Messungen durchgeführt.

Maße für Schnitte und Ansichten sind in ähnlicher Form durchzuführen. Abschließend werden vor Ort oder im Büro Zeichnungen angefertigt.

Fehlende, fehlerhafte oder nicht mehr lesbare bzw. interpretationsbedürftige Maßeintragungen in den Aufmaßskizzen können bei der Plan-

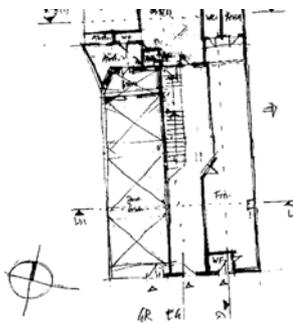
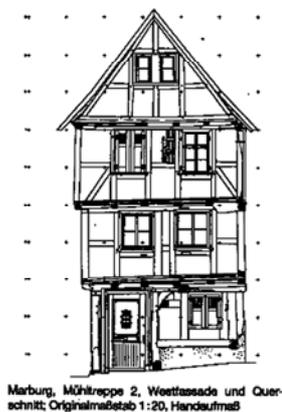


Abb. VI-1 Aufmaßskizze



Marburg, Mühlepppe 2, Westfassade und Querschnitt; Originalmaßstab 1:20, Handaufmaß

Abb. VI-2 Handaufmaß

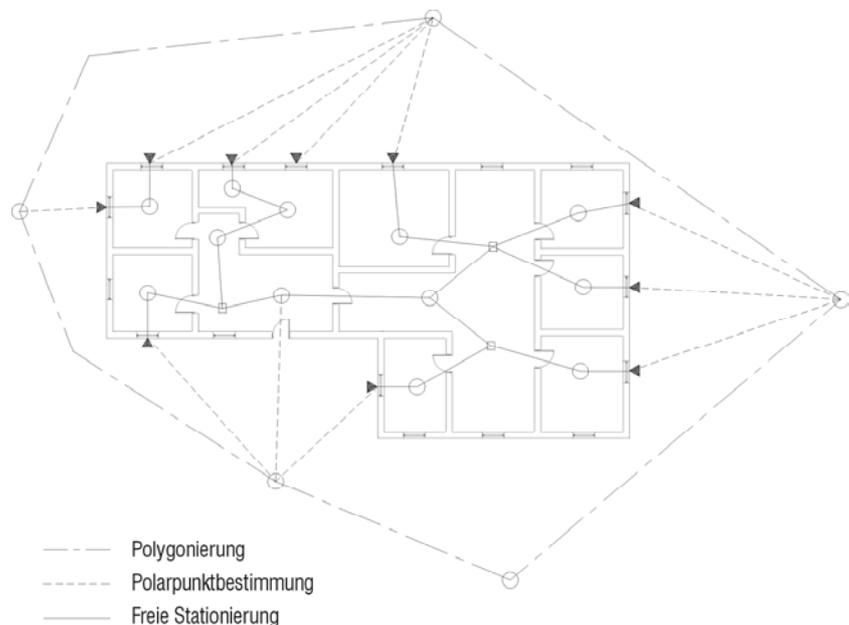
erstellung zu Fehlern führen. Weitere Fehlereinflüsse können durch Platzmangel auf dem Papier auftreten. Plausibilitätsprüfungen sind nur durch „Neumessungen“ am Gebäude möglich. Erschwerend kommt beim Handaufmaß hinzu, daß unzugängliche Stellen nur mit erhöhtem Aufwand kartierbar sind.

### 6.1.2 Tachymetrische Aufnahme mit Erfassungsrechner

Das Prinzip dieser Gerätezusammensetzung, Tachymeter mit Erfassungsrechner, ist analog der tachymetrischen Geländeaufnahme. Der Ablauf gliedert sich in Messungen zu Objektpunkten und Instrumentenstandpunkten<sup>2</sup>. Der Aufnehmende ist somit gezwungen, in jedem Raum mindestens einen Instrumentenstandpunkt einzurichten, um den Raum vollständig erfassen zu können. Die lagerichtige Einmessung der aufgenommenen Räume erfolgt durch Messung zu anderen Instrumentenstandpunkten. /Abb. VI-3/

<sup>2</sup> in der Geodäsie als Netzpunkte bezeichnet

Abb. VI-3 Konzeption eines Meßnetzes



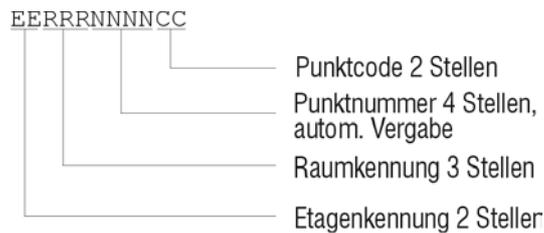
Vor der „eigentlichen“ Messung sind die Instrumentenstandpunkte festzulegen. Dabei sollte darauf geachtet werden, daß möglichst viele Verbindungen entstehen, z.B. durch Öffnungselemente.

In /Kehne89/ wird empfohlen, jede Wandöffnung für Messungen zwischen innen und außen zu benutzen. Bei der Netzgestaltung, der Position der Instrumente zueinander, wird zwischen verschiedenen Ausprägungen unterschieden:

- einheitliches Aufmaßnetz (innen und außen) von Instrumentenstandorten
- einheitliches Aufnahmenetz, Innenaufnahmen über freie Stationierung
- äußerer Polygonzug, freie Stationierung innen und Verknüpfung über Öffnungselemente

Die Strukturierung der Messungen erfolgt durch Punktcode im Erfassungsrechner. /Abb. VI-4/

Abb. VI-4 Strukturierung mittels Punktcode /Kehne89/



Nach der Messung am Gebäude findet die Übertragung der Daten vom Erfassungsrechner an einen Auswertungsrechner statt. Die einzelnen Instrumentenstandpunkte werden mit Verfahren der Ausgleichsrechnung angeglichen.

Die graphische Aufbereitung wird in einem CAD oder CAD-ähnlichen Programm realisiert. Aus der „Punktwolke“ werden schnittorientierte Zeichnungen oder ein digitales 3D-Modell abgeleitet.

Durch geeignete Funktionen, mit denen die Punkte oder Punktgruppen abhängig vom Code ausgeblendet oder Teile zoomt und Punktnummern gesucht etc. werden können, erfolgt die Modellerstellung.

Durch die Trennung von Aufnahme und Aufbereitung kann es zur Fehlinterpretation der aufgenommenen Punkte kommen.

Bei reflektorlos messenden Tachymetern ist eine mögliche Diskrepanz zwischen Modell und Realität wesentlich höher, da Ecken und Kanten errechnet werden müssen. Durch die Trennung von Aufnahme und Planerzeugung ist die direkte Kontrolle nicht möglich. Es müßte sich somit eine Überprüfung vor Ort anschließen. Diese wird aber aus Kostengründen meist nicht durchgeführt.

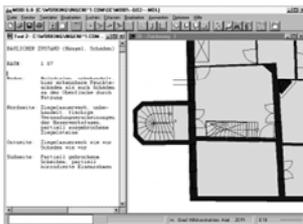


Abb. VI-5 MOBYhandy® /Ingenieurteam00/

### 6.1.3 Programmsysteme im Bestandsaufmaß

Derzeit existieren verschiedene Programmsysteme für die Unterstützung des Handaufmaßes und des tachymetrisch gestützten Aufmaßes. Diese Systeme bieten neben der Erfassung die Möglichkeit der Visualisierung vor Ort.

modellorientiert /bauteilorientiert	zeichnungsorientiert /schnittorientiert
Bsp. MiniCASOB®	Bsp. MOBYhandy®

Abb.VI-6 Klassifikation händischer Aufnahmesysteme

Prinzipiell kann bei händischen und tachymetrischen Aufmaßsystemen zwischen zeichnungs-/ schnittorientierten und modell-/ bauteilorientierten Systemen unterschieden werden. /Abb. VI-7/

Abb.VI-7 Klassifikation tachymetrischer Aufnahmesysteme Tachymetrie

Tachymetrie		
flexible Erfassungssysteme		Scanner-Systeme
modellorientiert/ bauteilorientiert	zeichnungsorientiert/ schnittorientiert	
VITRUVIUS® <sup>3</sup>	CASOB® MOBI® tachycad® VITRUVIUSStachy®	Callidus®
anwendungsspezifisch	anwendungsneutral	

<sup>3</sup> VITRUVIUS® ist die kommerzielle Weiterentwicklung des Experimentalsystems GEBISExp.

Auf dem Markt existieren derzeit verschiedene Programmsysteme, die auf tachymetrischen Geräten basieren.

Zwei Richtungen können dabei unterschieden werden:

**Flexible Erfassungssysteme:** Mit einem mobilen System (Software, Tachymeter, Notebook) kann der Anwender Meßdaten vor Ort direkt erfassen und in den Rechner übertragen. Über Referenzpunkte oder Instrumentenstandpunkte werden die Räume „verknüpft“. In einem CAD-System können die Daten weiter bearbeitet werden.

**Scanner-Systeme:** Ein im Raum aufgestellter vertikal messender Laser-scanner bewegt sich schrittweise horizontal und erfaßt während einer Umdrehung alle Raumkoordinaten. Da der Scanner nicht durch „massive“ Bauteile hindurch messen kann, entstehen bei Mauervorsprüngen, Erkern oder Einbauten „tote Winkel“, die eine zweite Aufstellung erforderlich machen. Anschließend werden die Meßdaten durch spezielle Software ausgewertet.

Die Einordnung von Bauaufnahmesystemen in Generationen erfolgt analog den CAD-Systemen.

Die ersten Bauaufnahmesysteme, beispielsweise CASOB®, MOBI®, TachyCAD®, MOBIhandy®, bilden Funktionalitäten und Vorgehensweisen als Kopie traditioneller Technologien ab. Dabei erfolgt das Aufmaß als separate Erstellung von zweidimensionalen (Vektor-) Plänen. Neben CAD-Funktionen bieten einige Systeme erweiterte Werkzeuge (beispielsweise Ausgleichsrechnung) an. Plausibilitätskontrollen beschränken sich auf die augenscheinliche Kontrolle zwischen Plan und Realität. Durch die „rein“ geometrische Abbildung (Punkte, Linien, Bögen etc.) können Fehlinterpretationen nicht ausgeschlossen werden. Der Vorteil dieser Systeme ist die Flexibilität, da der Aufmessende den Detaillierungsgrad des Aufzunehmenden festlegt.

Der Datenaustausch zu anderen Programmsystemen erfolgt über genormte (geometriebezogene) Schnittstellen (DXF, IGES).

Bei der Nachbearbeitung im CA(A)D-System werden die tachymetrisch gemessenen Objekte mit händisch gemessenen Werten ergänzt und layoutet (Beschriftung, Bemaßung, Blattrand, Schriftfeld, Legende, Nordpfeil, usw.). Da schnittorientiert gearbeitet wird und als Ergebnis *Pläne* entstehen, werden alle 3D-Koordinaten auf 2D reduziert (z-Ko-

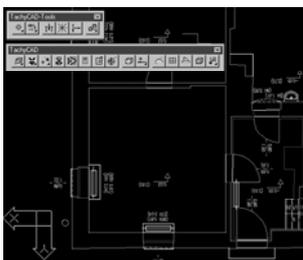


Abb.VI-8 TachyCAD® /Kubit00/

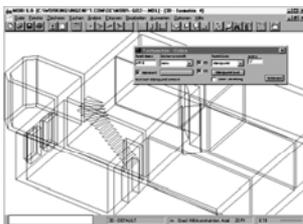


Abb.VI-9 Mobi® /Ingenieurteam00/

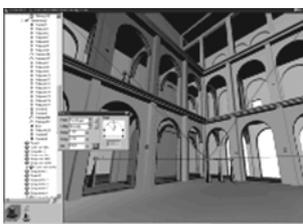


Abb.VI-10 Vitruvius® /Vitruvius00/



Abb.VI-11 Vitruvius tachy® /Vitruvius00/

ordinate=0.000). Für eine effiziente Aufbereitung im CAD-System werden oft spezielle „kleine Tools“ benutzt. /Donath97/ /Schermeier93/

Das Vorgehen beim Aufmaß ist jeweils vom Programmsystem abhängig. Prinzipiell ist es eine Kopie traditioneller Herangehensweisen. Dies wird sowohl bei händischen als auch bei tachymetrischen Systemen deutlich.

Mit dem Übergang zu bauteilorientierten Systemen wird eine (teilweise) Modellierung des Bestandes ermöglicht. Dabei erfolgt ein spezifisches baubezogenes, semantisch nachvollziehbares Aufmaß. Resultat der Aufnahme sind nicht geometrische Formen, sondern Bauteile in einem Gebäudemodell. Neben der Aufnahme der geometrischen Eigenschaften können formalisierbare Informationen (miniCASOB<sup>®</sup>, VITRUVIUS<sup>®</sup>) und informale Informationen (VITRUVIUS<sup>®</sup>) den Bauteilen zugeordnet werden. Die Übergabe der aufgenommenen Daten an Planungssysteme erfolgt über genormte Schnittstellen. Dabei beschränkt sich die Übertragung meist auf geometrische Inhalte.

Die Ablauffolge ist bei diesen Systemen durch die Bauteilorientiertheit geprägt, der Aufmessende wird hierbei vom System geführt. Jedes Bauteil hat eine definierte Aufmaßtechnologie. Durch diese und durch fest definierte Relationen zwischen den Bauteilen wird ein fachspezifisches Aufmaß realisiert. Fehlinterpretationen sind durch die Semantik nahezu ausgeschlossen. Heutige bauteilorientierte Systeme bieten eine feste Strukturierung in Raum- und Bauteilobjekte sowie deren geometrische Ausprägung an. Eine nutzer- und projektorientierte Anpassung hinsichtlich Strukturierung und geometrischer Ausprägung ist derzeit nicht möglich.

Plausibilitätsprüfungen beschränken sich auf den augenscheinlichen Vergleich zwischen Modell und Realität.

## 6.2 Klassifikation und Beschreibung praxisrelevanter Vorgehensweisen

Nach der Analyse verschiedener Bestandsaufnahmeprojekte /Donath97/ lassen sich folgende Aufmaß-/ Aufbereitungsverfahren bzw. Vorgehensweisen, die auf der Basis der Tachymetrie und des Handaufmaßes beruhen, unterscheiden. Diese sind vor allem durch die Anforderungen der Praxis begründet:

1. komplett/ überwiegend **tachymetrisches Aufmaß** inkl. Generierung von Zeichnungen/ Modellen
  - a) analytisches/ wirklichkeitsgetreues Aufmaß
  - b) idealisiertes Aufmaß
2. **Grundstruktur** (Außenkanten, Treppenhäuser, relevante Höhen) **durch Tachymetrie und exakte Handaufmaßergänzungen** inkl. Generierung von Zeichnungen/ Modellen
3. **komplettes exaktes Handaufmaß** inkl. Generierung von Zeichnungen/ Modellen

#### **4. Hand-Kontrollaufmaß** (Überprüfung vorhandener Zeichnungen/Modelle)

Bei dieser Einordnung wurden nur geometrische Informationen – das Bauaufmaß – berücksichtigt, da fast ausschließlich diese bis zum jetzigen Zeitpunkt relevant waren. Weitergehende Aufnahmen (Fotos, Beschreibungen) und Auswertungen der geometrischen Informationen, wie z.B. Raumflächen-Ermittlungen, sind partiell möglich.

#### **6.2.1 Komplettes überwiegend tachymetrisches Aufmaß (mit zeichenorientierten Systemen)**

Alle (zugänglichen) Räume werden tachymetrisch möglichst vollständig erfaßt, ebenso alle Öffnungen (Türen, Fenster), Treppen, Dachkonstruktionen und relevante Einbauten. Das Gebäude wird planorientiert horizontal und vertikal in ausgewählten Ebenen geschnitten. Im Ergebnis liegen Grundrißpläne, Längs- und Querschnitt(e) vor. Ansichten und Details können ebenfalls tachymetrisch erfaßt werden.

Vorhandene Planunterlagen, die falsch oder ungenau vorliegen, können als Basis für die Generierung des lokalen Koordinatensystems, für die Plazierung von Standorten und für ein Orientierungssystem (Raum-/Standortnumerierung) dienen.

Tachymetrische Aufmäße sind für die Erstellung exakter Pläne für Genehmigungs- und Ausführungsplanung von „komplizierteren“ Gebäuden/ baulichen Anlagen (nicht orthogonal, Höhensprünge, aufwendige Dachkonstruktionen, Ermittlung exakter Raumdimensionen usw.) und wissenschaftliche Untersuchungen erforderlich.

Bei tachymetrischen Aufnahmen unterscheidet man zwischen analytischem/ wirklichkeitsgetreuem und idealisiertem Aufmaß.

Beim analytischen/ wirklichkeitsgetreuen Aufmaß werden möglichst viele Punkte auf den relevanten Bauteilen (Wände, Geschoßdecken, Unterzüge, ...) gemessen, um Rückschlüsse auf Durchbiegungen oder Bauschäden zu ermöglichen. Dieses Aufmaß ergibt sich vor allem aus den Anforderungen des Denkmalschutzes sowie extrem hoher Anforderungen an die Planungsgenauigkeit (z.B. Setzungsverhalten von Gebäuden und Bauwerksüberwachung).

Beim idealisierten Aufmaß werden nur relevante Punkte gemessen, um die Gebäudegeometrie lagerichtig abzubilden, wobei (kleinere) Durchbiegungen, Verwerfungen u. ä. hinsichtlich einer schnelleren und kostengünstigeren Projektdurchführung sowie einer „CAD-gerechten“ Aufbereitung (z.B. Orthogonalität) vernachlässigt werden.

### 6.2.2 Grundstruktur durch Tachymetrie und exakte Handaufmaßergänzungen

Die tachymetrische Aufnahme erfaßt lediglich die Grundstruktur des Gebäudes (in Abhängigkeit von seiner „Kompliziertheit“). Dabei werden die äußeren Umrisse (Außenkanten) des Gebäudes und Punkte für den Bezug zur inneren Struktur (Lage der Fenster-/ Türleibungen, Fenster-/ Türstürze, Dachtraufe, Schornsteine, evtl. Deckenhöhen durch Fenster-/ Türöffnungen, ...) sowie relevante Innenbereiche (z. B. Treppenhäuser als Basis für die exakte Höheneinordnung der Geschosse) gemessen. Es ist sinnvoll, alle erreichbaren Objekte (Wandkanten bzw. Wandkantenverläufe) von den jeweiligen Standorten rein geometrisch (ohne Bauteil- oder Raumbezogenheit) mit aufzunehmen.

Die Geometrie der Räume und Einbauten wird mit einem vereinfachten, aber exakten (lasergestützten) Handaufmaß bestimmt, d.h. es werden nur Längen und Breiten, eventuell Diagonalen und lichte Raumhöhen gemessen. Als Grundlage können vorhandene Pläne dienen.

Das Handaufmaß erfolgt computergestützt oder traditionell.

Diese Vorgehensweise wird in der Praxis häufig angewendet. Die partielle tachymetrische Aufnahme erhöht die Maßgenauigkeit und beeinflusst Aufwand und Kosten nicht wesentlich.

### 6.2.3 Komplettes exaktes Handaufmaß

Das traditionelle Handaufmaß wurde bereits in Abschnitt 6.1.1 beschrieben. Rechnergestützte Handaufmaßprogramme haben den Vorteil, daß eine Visualisierung vor Ort erfolgen kann. Damit heben sie die Nachteile des „traditionellen“ Handaufmaßes teilweise auf.

Das komplett exakte Handaufmaß sollte nicht in Betracht gezogen werden, da die Vorteile der Aufnahmemethodik „Grundstruktur durch Tachymetrie und exakte Handaufmaßergänzungen“ überwiegen.

### 6.2.4 Hand-Kontrollaufmaß

Das (lasergestützte) Hand-Kontrollaufmaß wird zunehmend in der Praxis gefordert. Es gibt dafür zwei Gründe.

1. Es sind (aktuelle) Pläne vorhanden, die auf ihre Richtigkeit geprüft werden, um sie z.B. für den Aufbau eines computergestützten Facility-Managements (CAFM) nutzen zu können.  
Eventuelle Änderungen werden maßlich richtig in die vorhandenen Pläne eingetragen oder für eine Integration in CAD-Zeichnungen vorge-merkt. Bei Bedarf werden auch zur Kontrolle bei „richtig“ dargestellten Bauteilen Kontrollmaße eingetragen (i.a. Länge und Breite von Räumen).
2. Für eine exakte Flächenermittlung, z.B. nach DIN 276/ 277 oder 2. Wohnflächenverordnung, sind vorhandene Grundrißpläne komplett zu kontrollieren. Dies beinhaltet, daß alle Maße im allgemeinen durch Längenmessung neu aufzunehmen sind. Die exakte Gebäude-

geometrie oder –topologie ist dabei zweitrangig. Im Vordergrund stehen exakte Raumflächen. Diese Aufgaben erwachsen vor allem aus der wirtschaftlichen Problematik (hohe Mietpreise, Kreditvergabe, flächenbezogene Fördermaßnahmen, ...).

## 6.3 Grundstrategien beim Bauaufmaß – eine theoretische Annäherung

Der Übergang zu bauteilorientierten Aufnahmesystemen löst die traditionelle, zeichenorientierte Aufnahme in Teilbereichen ab. Durch die strukturierte Aufnahme der Geometrie sowie formalisierbarer und informaler Informationen wird die Qualität vom „reinen“ Aufmaß zum Bauaufnahme-system erhöht.

Die nächste Generation von Aufnahmesystemen ist dadurch gekennzeichnet, daß der gesamte Ablauf von der Erstbegehung bis hin zur planungsrelevanten Aufbereitung adäquat unterstützt wird. Dabei werden traditionelle Abläufe und Vorgehensweisen nicht kopiert, sondern durch die Möglichkeiten des Mediums Computer beeinflusst.

Der Rechner als neues Werkzeug hat nicht nur entscheidend Einfluß auf die Vorgehensweise, sondern auch auf die Ausdrucksform.

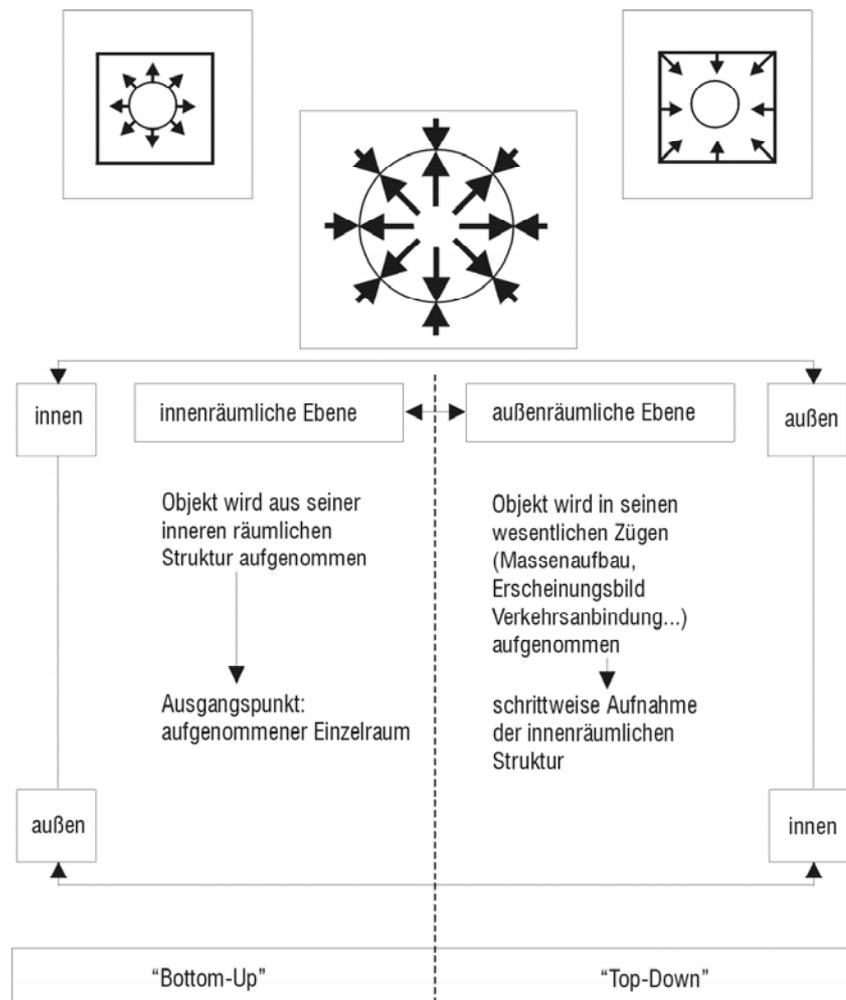
Die Bauaufnahme zielt auf die Erkennung des Bauwerkes ab. Sie ist gekennzeichnet durch eine schrittweise Annäherung an das Bauwerk – vom Abstrakten zum Konkreten, vom Konkreten zum Übergeordneten.

### 6.3.1 Top-Down & Bottom-Up

Ausgehend davon, daß die Bauaufnahme einen zielgerichteten Suchprozeß darstellt, kann nachfolgender theoretischer Ansatz formuliert werden.

Zur Beherrschung der Komplexität bei der Bauaufnahme, speziell bei einer strukturierten, raum- und bauteilorientierten Bauaufnahme, ist die Problemdekomposition eine Möglichkeit zur Bewältigung der Informationsflut.

Abb.VI-12 Top-Down & Bottom-Up  
in der Bauaufnahme nach  
/Baumann90/



Für die Bauaufnahme als rückwärts gekehrter Entwurfprozeß lassen sich in Anlehnung an /Donath88/ /Liebich93/ zwei Grundstrategien ableiten:

- Top-Down
- Bottom-Up

Mit diesen beiden Begriffen werden unterschiedliche Strategien in der Herangehensweise der Aufnahme von Bauwerken charakterisiert.

Ein **Top-Down** Ansatz bei strukturierter Bauaufnahme beginnt mit der Aufnahme des Baukörpers, wobei die Aufnahme der Innenräume danach erfolgt.

Der **Bottom-Up** Ansatz in der strukturierten Bauaufnahme beginnt mit der Aufnahme einzelner Räume. Diese werden später in übergeordnete Strukturen lagerichtig eingemessen bzw. transformiert. /Abb. VI-12/

### 6.3.2 Addition und Division

Strukturierte Bauaufnahme bedeutet primär die Vermessung und Abbildung von Räumen (Räume als Luftraum und Bauteile).

In /Liebich93/ werden zwei Richtungen, die das Ziel der Raumbildung verfolgen, unterschieden:

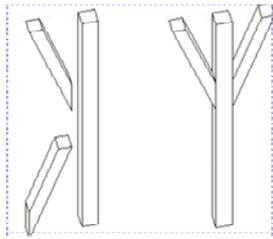


Abb.VI-13 Addition

- das Prinzip der Addition
- das Prinzip der Division

### Addition und Multiplikation

Bei dem Additionsprinzip werden einzelne Objekte einer beliebigen aber zueinander gleichen Hierarchiestufe zu einer neuen Ganzheit auf der höheren Stufe zusammengefaßt. /Liebich93/

Dabei wird ...

- ein Element relativ zu anderen Elementen im Raum plaziert – ADDITION /Abb. VI-13/
- ein gleiches Element mehrfach im Raum plaziert – MULTIPLIKATION /Abb. VI-14/

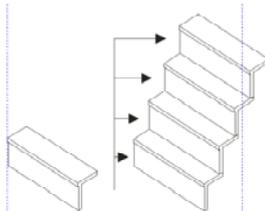


Abb. VI-14 Multiplikation /Liebich93/

Für diese beiden Verfahren ist der Bottom-Up Ansatz charakteristisch. Vergleichbar ist diese Vorgehensweise mit einem Baukasten, wobei aus einer Menge definierter (Grund-) Elemente komplexere Gebilde aufgebaut werden.

Diese Verfahren können sowohl auf bauteil- als auch auf raumorientierte Strukturen angewendet werden.

### Division und Subtraktion

Beim Prinzip der Division wird ein gewähltes Gesamtobjekt (Gebäude, Treppe) in einzelne Subobjekte (Räume, Bauelemente) unterteilt.

Bedingungen (z.B. Innenräume müssen sich in der Hülle des Baukörpers befinden) definieren dabei den Spielraum innerhalb dessen sich die weitere Aufnahme vollziehen kann.

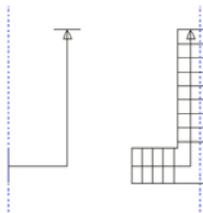


Abb.VI-15 Division

Dabei kann ...

- das Gesamtobjekt in gleichwertig behandelte Subobjekte unterteilt werden – DIVISION (z.B. eine Treppe wird in verschiedenen Abstraktionsstufen beschrieben, alle Teilelemente werden gleichermaßen detailliert). /Abb. VI-15/
- vom Gesamtobjekt ein besonders wichtiges Subobjekt extrahiert und die Restform in späteren Aufnahmeschritten aufgenommen werden – SUBTRAKTION (z.B. von einem Geschoß werden einzelne Räume detailliert beschrieben. Nicht relevante Räume verbleiben in einer niedrigeren Abstraktionsstufe etc.). /Abb. VI-16/

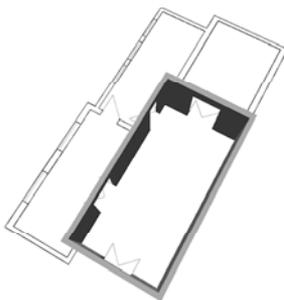


Abb.VI-16 Subtraktion

Beide Verfahren ordnen sich dem Top-Down Prinzip unter. Dabei erfolgt die Konkretisierung entweder durch Transformation oder Austausch von Subobjekten.

Die Grundstrategien – Top-Down & Bottom-Up – finden in einem Aufnahmesystem, welches den gesamten Bauaufnahmeablauf unterstützt, Berücksichtigung. Sie kommen nicht einzeln zum Einsatz, sondern können in allen Phasen der Bauaufnahme in freier Kombination benutzt werden.

## 6.4 Anforderungen an die computergestützte Bauaufnahme

Als wichtigste Kriterien und Forderungen für computergestützte Aufmaßverfahren lassen sich aus der Analyse, den praktischen Erfahrungen /Donath97/ und der theoretischen Annäherung folgende Punkte ableiten:

- die „Nähe zum Bau“ – ohne Zwischenschritte über analoge Medien
- visuelle Kontrolle der aufgenommenen Daten vor Ort
- Plausibilitätsprüfung
- Messung weitestgehend berührungsfrei
- Reduzierung der zu tätigen Eingaben auf ein Minimum
- für alle baulichen Anlagen allgemeingültig
- differenzierbare Ergebnisse (verschiedene Planinhalte)
- hinreichend hohe Genauigkeit der aufgenommenen Daten
- Zuordnung formalisierbarer und informaler Informationen zu den Bauteilen
- freie Wahl der Aufnahmestrategie
- vereinfachte Aufnahme „augenscheinlich“ gleicher Bauelemente
- kein Zwang im Ablauf
- Unterstützung der Transformation der Modelle der einzelnen Phasen

# 7 Ordnungssysteme in der Bauaufnahme – Objektorientierung als Mittel zur Modellbildung

Ein Bauwerk erfassen und darstellen bedeutet allgemein, die Realität zu modellieren. Es ist eine alltägliche Aufgabe und nicht nur auf die Bauaufnahme beschränkt. Modellieren der Realität tritt immer dann in Erscheinung, wenn reale Vorgänge oder Gegebenheiten beispielsweise in mündlicher, schriftlicher, zeichnerischer oder rechnerinterner Form dargestellt werden sollen.

Eine exakte Abbildung des aufzunehmenden Bauwerkes ist nie möglich. In jedem Moment der Bauaufnahme wird die Wirklichkeit in ihrer vielfältigen Form Generalisierungseffekten unterzogen. Die Übereinstimmung von Modell und Realität kann lediglich mit einem Approximationsgrad beschrieben werden.

Strukturierte Bauaufnahme bedeutet die Benutzung von Ordnungssystemen. Im Bauwesen benutzte Ordnungssysteme, digitale Gebäudemodelle und ein Ordnungssystem für die Bauaufnahme werden im ersten Abschnitt vorgestellt.

Die applikative Informatik im Bauwesen ist mit der Problematik konfrontiert, komplexe Probleme der Realität im Rechner abzubilden, zu simulieren und handhabbar zu gestalten. Mittels des objektorientierten Paradigmas, insbesondere der objektorientierten Modellierung, haben Akteure die Möglichkeit, die semantische Lücke zwischen dem Anwendungsgegenstand Architektur/ Bauwesen und der Informatik zu schließen. Gegenwärtig hat der Nutzer keinen oder nur geringen Einfluß, die Modelle zur Laufzeit an neue Bedingungen anzupassen.

Neben Grundkonzepten des objektorientierten Paradigmas werden im zweiten Abschnitt auch „Ergänzungen“ diskutiert. Diese sind notwendig, da bei der Bauaufnahme häufig unvollständige, unscharfe, (temporär) inkonsistente und informale Informationen aufgenommen werden.

Grundlage für die Modellerstellung und -anpassung bilden dynamisch modifizierbare Modelle. Diese Problematik ist der Schwerpunkt des letzten Abschnitts.

## 7.1 Ein Ordnungssystem für die Bestandsaufnahme

Bei der Aufnahme von Gebäudebeständen besteht das Problem darin, daß eine Vielzahl von Informationen zunächst ohne Gesamtüberblick

erfaßt wird. Dabei erfolgt die Konzentration auf Details, wodurch strukturelle Zusammenhänge innerhalb des Bestandes zwangsläufig in den Hintergrund treten.

Diese Problematik muß durch ein Ordnungssystem, das von Beginn der Aufnahme an genutzt wird, abgefangen werden. Ordnungssysteme gewähren die Vergleich- und Auswertbarkeit der Informationen sowie die Möglichkeit der Kooperation zwischen Fachplanern.

Ein Ordnungssystem für die Bauaufnahme ist nicht bekannt.

3 Bauwerk	
3.1	<b>Baukonstruktionen</b>
3.1.1	Gründung
3.1.1.1	Baugrube
3.1.1.2	Fundamente, Unterböden
3.1.2	Tragkonstruktionen
3.1.2.1	Tragende Außenwände, Außenstützen
3.1.2.2	Tragende Innenwände, Innenstützen
3.1.2.3	Tragende Decken, Treppen
3.1.2.4	Tragende Dächer, Dachstühle
3.1.3	Nichttragende Konstruktionen
3.1.3.1	Nichttragende Außenwände und zugehörige Baukonstruktionen
3.1.3.2	Nichttragende Innenwände und zugehörige Baukonstruktionen
3.1.3.3	Nichttragende Konstruktionen der Decken, Treppen und zugehörige Baukonstruktionen
3.1.3.4	Nichttragende Konstruktionen der Dächer und zugehörige Baukonstruktionen
3.1.9	Sonstige Konstruktionen, soweit nicht in 3.1.1 bis 3.1.3 enthalten
3.1.9.1	Baustelleneinrichtung

Abb. VII-1 DIN 276 - Auszug  
/Weiß99/

### 7.1.1 Ordnungssysteme im Bauwesen

Die Strukturierung von Gebäuden hat eine lange Tradition und ist nicht zwangsläufig in der IT angesiedelt. /Durand01/ /Durand02/ /Neufert00/

Der wesentliche Unterschied zwischen Gebäuden und klassischen Investitionsgütern besteht im Unikatcharakter und der langen Lebensdauer.

Die Notwendigkeit der Zusammenarbeit im Bauwesen führte zu verschiedenen Ordnungsstrukturen, die teilweise normiert wurden. Diese reflektieren bestimmte Sichtweisen auf Gebäude.

Um für die Bauaufnahme ein praktikables Ordnungssystem abzuleiten, wurden verschiedene Strukturierungsmöglichkeiten untersucht:

- anerkannte und übliche Systematisierungsprinzipien (Raumbuch /Schmidt89/, insbesondere im Bereich der Denkmalpflege), die aber nicht standardisiert sind
- Datenblätter für die Grobdiagnose von Wohn- bzw. Wohn-Gewerbekbauten /NN92/
- Bauteilgliederung nach DIN 276, vor allem zur Kostensystematik im Baubereich /Weiß99/ /Abb. VII-1/
- Klassifizierung der Gebäudeparameter (Nutzflächen, Bruttogeschosflächen, etc.) DIN 277/ DIN 283
- II. Berechnungsverordnung für den Wohnungsbau (Vorschrift zur Ermittlung von Wohnungsparametern im öffentlich geförderten Wohnungsbau)
- STL (gewerkeweise standardisierte Beschreibung von Bauleistungen)
- BRD /SFB<sup>4</sup>-System (Codierung nach gebauter Umwelt, Arten von Gebäuden und Räumen, Bauteile, Konstruktionsarten und Bauweisen, Materialien usw.) /Piel78/

### 7.1.2 Digitale Gebäudemodelle

Gebäudemodellierung im Bauwesen war und ist Inhalt verschiedener Forschungsvorhaben, die die Eignung dieser Technologie für das Bauwesen aufzeigen.

Die Definition von Gebäudemodellierung für das Bauwesen ist ebenfalls Ziel verschiedener Initiativen, wie STEP, IAI etc. In diesen Gremi-

<sup>4</sup> schwedische Arbeitsgruppe Samarbetskommittén för Byggnadsfrågor (Koordinierungsgruppe für die Bauwirtschaft)

en wird Gebäudemodellierung nur als eine Technologie für den Datenaustausch betrachtet.

Implizit gehen alle Bemühungen zur Beschreibung eines Gebäudes vom Neubau aus. /IFC99/ /Haase97/ /COMBI/ Teilweise schließen andere Forschungsprojekte beispielsweise die Bauausführung /ROCCO/ oder das Facility Management /ToCEE/ ein. Parallele Entwicklungen sind aus dem Schiffsbau /ISIS/ und dem Maschinenbau bekannt /SFB346/ Modelle, die Neubau und Rückbau quasi als Spezialfall eines Altbaus betrachten, sind nicht bekannt.

Die analysierten Projekte wurden unter zwei Gesichtspunkten betrachtet:

- Definition einer Gebäudestruktur
- Verwaltung und Austausch von Daten und Informationen

Eine Möglichkeit der **Gebäudestrukturierung** wurde beispielsweise in STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data) – ISO 10303-225 „Building Elements Using Explicit Shape Representation“ /Abb. VII-2/ angegeben. /Haas97/ /STEP/ /ProSTEP/

Das Gebäude wird durch Bauteile beschrieben. Den Bauteilen können Sachdaten zugeordnet werden. Die Funktionalität umfaßt u.a. die explizite Übertragung der Geometrie (BRep, CSG, Sweep, ...), die flexible Gruppierung in Geschosse, Bauabschnitte, Tragsysteme usw.

Abb. VII-2 AP 225 - Auszug in  
EXPRESS-Notation /Haas97/

```

SCHEMA ap225wc966a;

TYPE name = STRING;
END_TYPE;

TYPE assembly_functional_type = ENUMERATION OF
    (roof,
     stairway,
     vertical_passage_enclosure);
END_TYPE;

TYPE element_functional_type = ENUMERATION OF
    (beam,
     column,
     foundation,
     brace,
     wall,
     structural_wire,
     floor);
END_TYPE;

TYPE opening_functional_type = ENUMERATION OF
    (door_opening,
     window_opening);

```

Andere STEP-Standardisierungsprojekte im Bauwesen, ISO 10303-106 „Building Construction Core Model“, ISO 10303-228 „Building Services:

Heating, Ventilation and Air Conditioning“ und ISO 10303-230 „Building Structural Frame: Steelwork“ sind weniger weit fortgeschritten.

Im europäischen Rahmen wurden/ werden verschiedene Projekte zum Thema Gebäudemodellierung auf der Basis von STEP in beträchtlichem Umfang gefördert, beispielsweise COMBI.

Die Industrie Allianz für Interoperabilität e. V. (IAI - industry alliance for interoperability) verfolgt eine ähnliche Zielstellung. Es soll ein Basismodell zur gemeinsamen Datennutzung, die IFC (industry foundation classes), spezifiziert werden. In den IFC werden individualisierbare, branchen-definierte Objekte angeboten, die sowohl Informationen über Gebäudeelemente wie auch über Entwurf, Bau und Verwaltung enthalten. Generell kann zwischen allgemeinen Technologien zur Kommunikation von Informationen und der inhaltlichen Beschreibung der Informationen unterschieden werden. /IFC99/

Die aktuell diskutierte Version der IFC ist die Version 2.0. In ihr werden Gebäudestrukturierung, Merkmale und geometrische Ausprägungen definiert. /IFC99/ /Abb. VII-3/

Abb.VII-3 Auszug IFC–Definition des IFC-Elements „IfcSpatialElement“ /IFC99/

**Class IfcSpatialElement**

**Class Semantic Definition :** *Definition from IAI:* Abstract Supertype for all space related entities. These are either Spaces or Space Boundaries.

**Attribute and Relationship Definitions**

Superclasses and Subclasses



**Attributes and Relationships :** *No attributes defined at this level.*

**Interface Definitions :** I\_SpatialElement

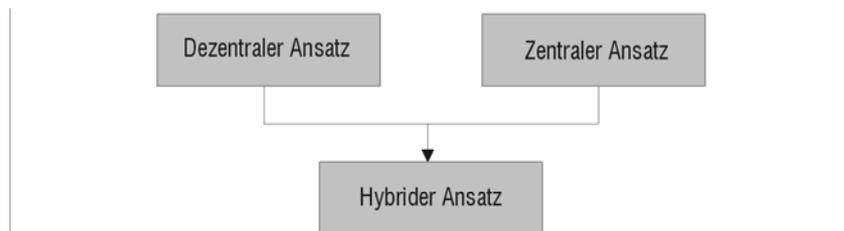
**Geometry Use Definitions :** There are no instances of this abstract class. However, subtypes of this class do have geometry defined.

In die Analyse flossen weiterhin Untersuchungen zur Strukturierung von Gebäuden, wie sie in CAAD-Systemen benutzt werden, ein. /Wender00/

Ein zweiter Aspekt der Untersuchung betraf die **Verwaltung und den Austausch von Daten und Informationen.**

Zur Lösung der Verwaltung und des Austausches von Daten und Informationen existieren verschiedene Ansätze. /Abb. VII-4/

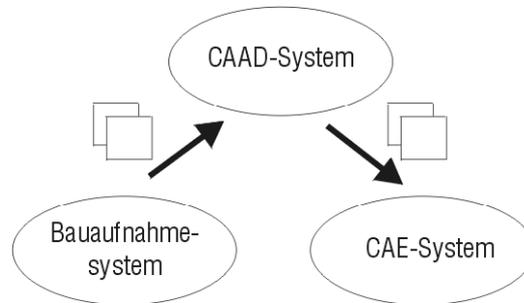
Abb. VII-4 Produktmodell-Ansätze /Willenbacher00e/



Der **dezentrale Ansatz** ist der heute gebräuchlichste. Hier ist der Datenbestand auf domänenabhängige Partialmodelle verteilt.

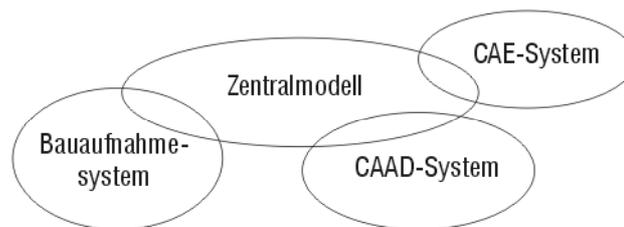
Der Datenaustausch wird über neutrale Fileformate, wie STEP-2DBS (STEP 2D Building Subset), DXF (Drawing Exchange Format) oder IGES (Initial Graphics Exchange Specification), realisiert. Der Austausch ist dabei von Verlusten geprägt. Die Kommunikation zwischen den Akteuren beschränkt sich auf traditionelle oder moderne Mittel, wie Telefon, email, Fax etc. /Abb. VII-5/

Abb.VII-5 dezentraler Ansatz  
/Willenbacher00e/



Der **zentrale Ansatz** geht von einer Integrationsebene, dem Zentralmodell, aus. Partialmodelle werden als lokale domänenspezifische Sichten der Akteure definiert. /Combine/ /ANICA/ /Abb. VII-6/

Abb.VII-6 zentraler Ansatz  
/Willenbacher00e/

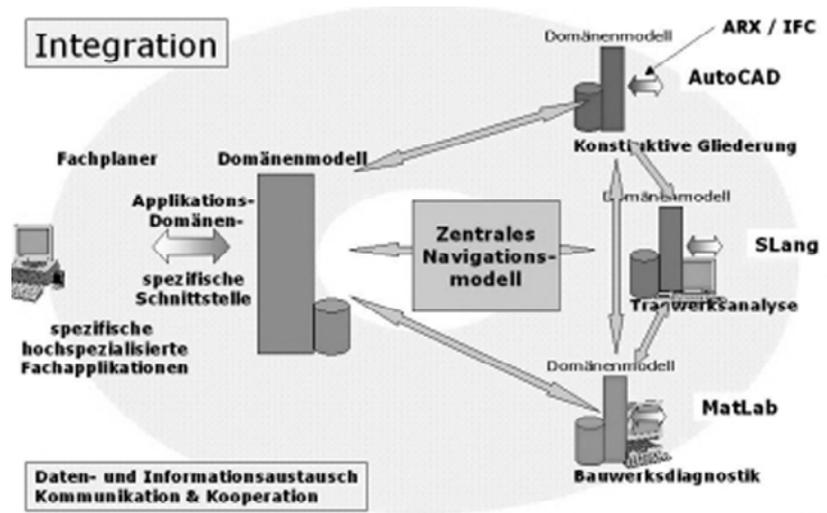


Der **hybride Ansatz**, die dritte Möglichkeit von Produktmodellansätzen, ist eine Mischung aus zentralem und dezentralem Ansatz. Dabei werden domänenabhängige Partialmodelle definiert. Die Integration erfolgt über ein Kernmodell. Heutige Projekte favorisieren diesen Ansatz. Sie unterscheiden sich nur in den Kernmodellen, dem generischen (VEGA) /Junge97/ und dem zentralen Kernmodell (COMBI) /Combi/ (ToCEE) /ToCEE/.

Ein **relationen-basierter Ansatz** wird im Rahmen des SFB 524 verfolgt. Ziel ist die Integration aller am Lebenszyklus eines Bauwerks beteiligten Akteure. Dieser Ansatz soll einen effizienten Datenaustausch und eine konsistente, persistente Datenhaltung und Pflege ermöglichen. Verschiedene Domänenmodelle können auch während der Bearbeitung laufzeitdynamisch integriert werden.

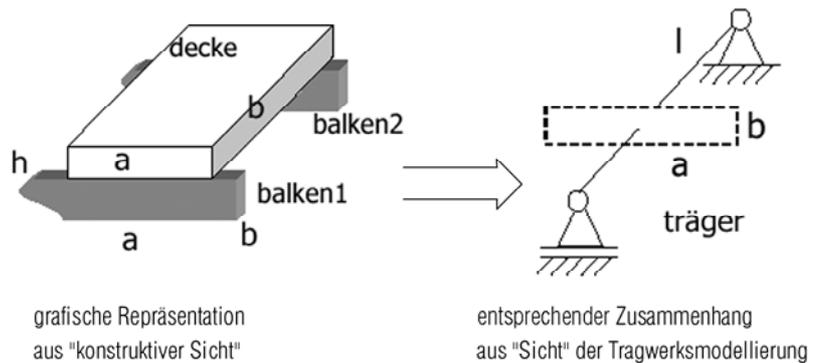
Der Daten- und Informationsaustausch zwischen den Domänenmodellen wird über Relationen, welche unter Zuhilfenahme der Such- und Navigationsmechanismen einer zentralen Schicht definiert werden, realisiert. /Abb. VII-7/

Abb. VII-7 relationen-basierter  
Ansatz /Willenbacher00a/



Den auf der Domänenmodellebene geltenden Relationen entsprechen auf der Domänenmodelldatenebene die von den Relationen instanziierten Beziehungen, welche zwischen ganz speziellen Ausprägungen existieren. /Abb. VII-8/

Abb. VII-8 Beispiel für einen  
relationen-basierten Ansatz



Die möglichen Relationenarten unterscheiden sich nach verschiedenen Kriterien. Zunächst kann *elementbezogen* nach Art und Kardinalität der verknüpften Elemente kategorisiert werden.



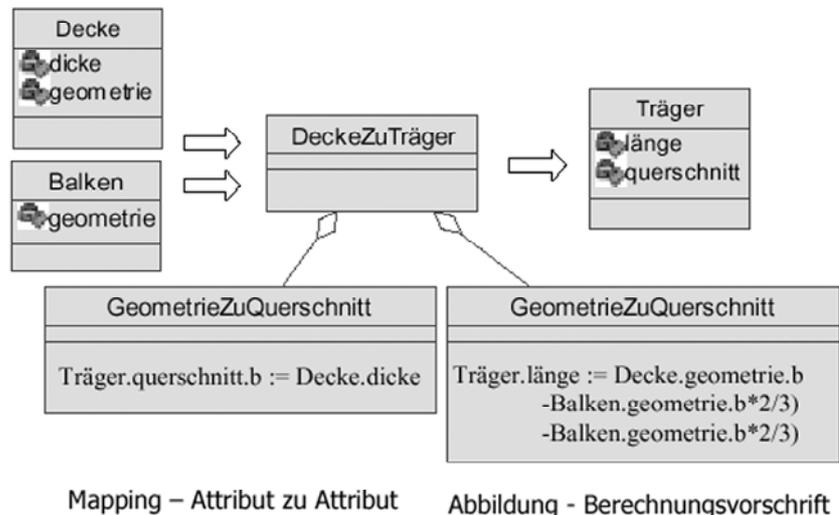
Desweiteren ist eine Unterteilung in *datenbezogen* bzw. *informationsbezogen* möglich, wobei die datenbezogenen Relationen auf das direkte Manipulieren von Werten zielen. Dazu zählen z.B.:

- Nutzung (Verweis, Kopie) relevanter Daten,
- Berechnung eigener Daten aus Daten anderer Domänenmodelle (Relation trägt algorithmische Informationen),
- Mapping (Modellabgleich zwischen differenziert verwendeten Konzepten). /Abb. VII-9/

Die informationsbezogenen Arten sind durch Benachrichtigungsfunktionalität oberhalb der konkreten Wertemanipulation charakterisiert. Typische Vertreter sind Relationen zum Abdecken folgender Funktionsbereiche:

- Koordination
- Konsistenzsicherung
- Änderungsnotifikation und -management
- allgemeine Benachrichtigungen /Willenbacher00c/

Abb. VII-9 Definition von  
Relationenklassen  
/Willenbacher00c/



Die relationen-basierte Bauwerksmodellierung ist derzeit Forschungsgegenstand des PB D im Rahmen des SFB 524 „Werkstoffe und Konstruktionen für die Revitalisierung bestehender Bauwerke“.

### 7.1.3 Ein durchgängiges Ordnungssystem in der Bauaufnahme –hollistischer Ansatz versus flexibler Ansatz

Ein Ordnungssystem für bauliche Anlagen im Sinne der Bauaufnahme liegt derzeit nicht vor. Aus den Erfahrungen, Forderungen und Vorschriften der Planungspraxis machen sich aber definierte Systematiken notwendig.

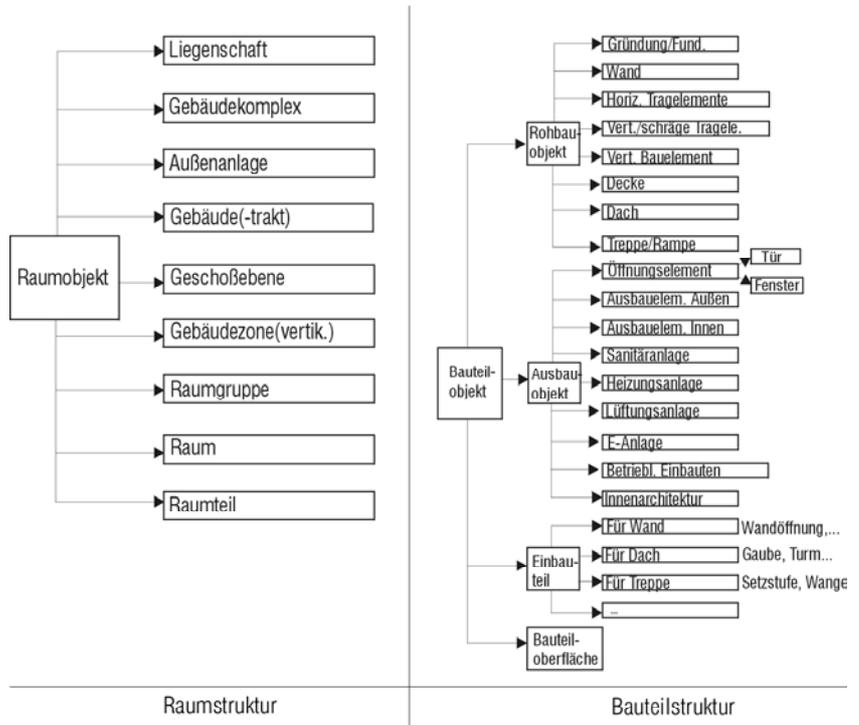
Ein **durchgängiges Ordnungssystem** mit flexiblen Erweiterungsmöglichkeiten unterstützt die strukturierte Aufnahme einer Vielzahl von Informationen während der Bauaufnahme.

In der Praxis werden alle Informationen entweder den räumlichen Einheiten oder den materiell-physischen Bestandteilen eines Gebäudes zugeordnet.

Im Sinne der planungsrelevanten Bauaufnahme, speziell für Wohnungs- und Gewerbebauten, sind für die Beschreibung eines Bestandsobjektes zwei Strukturen von Bedeutung:

- die **Raumstruktur** als Zusammenfassung aller räumlichen Objekte zur Gliederung des Gebäudes  
und
- die **Bauteilstruktur** als eine hierarchische Gliederung aller Bauteile.

Abb. VII-10 (vorläufiges) Ordnungssystem für die Bauaufnahme



Die Verknüpfung zwischen beiden Modellen erfolgt über die Oberflächen der Bauteile.

In diesen Ordnungsstrukturen können neben der Geometrie auch formalisierbare, informale und relationale Daten abgelegt werden.

Abb. VII-11 planungsrelevante Informationen



In empirischen Untersuchungen stellte sich heraus, daß eine allgemeingültige und vollständige Beschreibung der relevanten Eigenschaften – einschließlich der Geometrie – von Bauwerken nicht möglich ist.

Abb. VII-12 Sachdaten mit Wertebereich für Wandoberflächen-Auszug

Aufbaugruppe	Attribut	Wertebereich
Geometrie	Typ	Fundament/ Sockel / Wand/ Decke/ Dach/ Stützen / Fußboden
	Lage	Innen / Außen / Vermutung
	Art der Bekleidung	Fleisen/ Kork/ Tapete/ Raufaser/ Textil/ Dielen / Putz (Luffestputz / PU/ Kalkzement / Zement / Lehm / Gips /) Platten (Naturstein / Kunststein / Giesplatten/ Leichbau / Hartfaser /) Voll-Verfälschung (Holz / Gips / Kunststoff / Holzimitation / Fumier/ ) Rahmen-Verfälschung ( Holz / Gips / Fichte / Hartholz / Kunststoff / Kunststoff-Holz / Holzimitate / Fumier /) Metallblech (Alu / Zink / Alu / Edelstahl / Stahl / Kupfer) Metall-Sandwichelemente (gedämmt / ungedämmt)
Anstrich	Farbe	ohne / deckend / Ölfarbe / Leimfarbe / Wachs / Lack / Öl / wei / grau / rot / blau / grün / ...
	Oberfläche	glatt / profiliert / strukturiert / rau / stark rau / abgezogen / handgeglättet / maschinengeglättet /
Historie	Zustand - allgemein	normal / gut / sehr gut / sanierungsbedürftig / Abiss / Ersatz / Erhaltung / Denkmalswürdig / historisch / Plagiat / Nachbau / störend / Defekt
	Zustand - detailliert	Risse/ trocken/ feucht/ Stellenausbesserung / Abblätterungen / sandig / Schuppen / abgelöst / salzhaltig / verwittert /
	Schadensumfang	gesamtes Element / Teilstellen / Fußbodenbereich / Sockelbereich / Eckbereiche / Innen / Ausfachung / Fachwerkbereich /
Planung	Maßnahmen - allgemein	Erhaltung / Abiss / Nachbau / Gutachten / offen /
	Maßnahmen - detailliert	Fehlteilen ausbessern / gesamte Fläche / nur Oberfläche / Oberfläche und Untergrund / Untergrund / Anschlüsse / Erhaltung / Statik / Ersatz

Die aufgestellte Ordnungsstruktur kann nur als Basis-Schema dienen. Die Möglichkeit der Anpassung an den konkreten Bauwerkstyp und die Zielsetzung muß in einem flexiblen Ordnungssystem Berücksichtigung finden.

## 7.2 Objektorientierte Modellierung – Methodik zur Beschreibung von Bausubstanz

In der computergestützten Bauaufnahme besteht das Problem darin, das Bauwerk im Rechner zielgebunden abzubilden und handhabbar zu gestalten.

Die Entwicklung eines Gebäudemodells kann als Klassifizierung der kompletten baulich-räumlichen Umwelt beschrieben werden. Dieses Unterfangen ist angesichts des Unikatscharakters von Gebäuden zweifelsohne schwierig, wenn nicht gar unmöglich.

*„Zu einem echten Werkzeug für Konstrukteure (Architekten – Anmerkung des Autors) könnte der objektorientierte Aufbau erst dann werden, wenn diese die Möglichkeit erhalten, neue Klassen und Objekte interaktiv zu erzeugen ... Wie solche Möglichkeiten realisiert werden können, ohne daß die Konstrukteure vertiefte Programmierkenntnisse benötigen, ist dabei noch weitgehend offen.“*  
/Heinecke94/

Einen möglichen Ansatz hierfür stellen Analysemethoden und deren Notationen zur Erstellung einer Software Requirement Specification dar. Eine detaillierte Beschreibung der Notationen und Vorgehensweisen sind in /Rumbaugh91/ /Booch91/ /UML/ u.v.a. zu finden.

Objektorientierte CASE-Tools (computer aided software engineering) stellen eine konstruktive Maßnahme für die Softwareentwicklung dar und unterstützen oben genannte Methoden. Diese könnten in modifizierter und bauspezifischer Form dem Bauaufnehmenden zur Erstellung von Gebäudemodellen dienen.

Objektorientierte Modellierung ist die zur Zeit am häufigsten verwendete Form der Modellbildung in der Softwaretechnologie. Im folgenden Abschnitt werden deshalb nur grundlegende Konzepte der Objektorientiertheit angerissen und Ergänzungen vorgestellt.

Weitergehende Informationen bezüglich bauspezifischer Anpassungen sind beispielsweise in /Steinmann97/ und /Olbrich98/ nachzulesen.

### 7.2.1 Objekte, Klassen, Objektinstanzen und Relationen – Bausteine der Objektorientierung

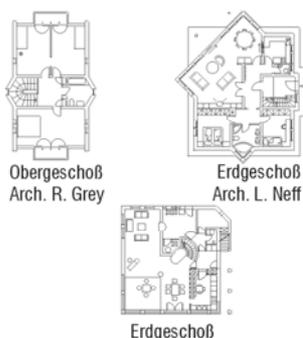


Abb. VII-13 Objekte – konkrete Ausprägungen

Objekte bezeichnen abgegrenzte Entitäten oder Sachverhalte. Sie können eine reale oder auch abstrakte Bedeutung besitzen. /Abb.VII-13/ Anwenderobjekte lassen sich durch statische und dynamische Aspekte, also ihre möglichen Zustände und Aktions- bzw. Manipulationsmöglichkeiten, charakterisieren. Ein Objekt definiert sich durch seine *Identität*, diskrete unterscheidbare Entitäten, seinen Zustand, der durch die Objektvariablen bestimmt wird, und seine Methoden, die Art von Aktionen, die das Objekt ausführen kann. Durch die Ähnlichkeit in der Betrachtungsweise von Anwenderobjekten und Objekten ist bei der

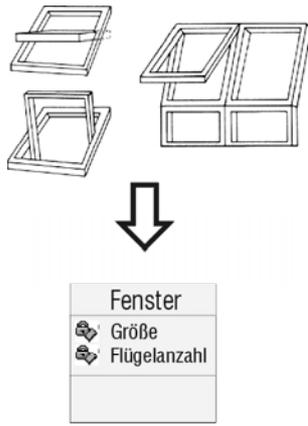


Abb. VII-14 Bildung von Klassen

Modellierung eine intuitive Übertragung in ein objektorientiertes Modell möglich.

### 7.2.2 Klasse/ Objektinstanz

Eine Klasse beschreibt eine Gruppe von Objekten mit ähnlichen Eigenschaften (Attributen), gemeinsamen Verhalten (Operationen), gemeinsamen Relationen zu anderen Objekten und einer gemeinsamen Semantik. /Abb. VII-14/

Objektinstanzen einer Klasse besitzen die gleichen Attribute und Verhaltensmuster. Sie unterscheiden sich nur in ihren Attributwerten und in den Relationen zu anderen Objektinstanzen.

Eine Relation ist die Menge aller existierenden Beziehungen mit identischen Verknüpfungsregeln. Relationen können so konzipiert werden, daß beispielsweise Regeln in Form von Prüfungen, Bewertungen und Aussagen mit abgebildet werden können. Somit ist es möglich, „Wissen“ in die Modelle zu integrieren. /Olbrich98/

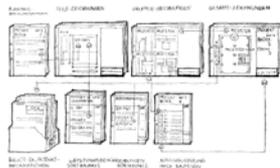


Abb. VII-15 Ordnungssystem SFB/  
BRD - Querbeziehung durch  
Klassifikation /Piel78/

Bei der Bauaufnahme erfolgt immer eine Reduktion auf wesentliche Merkmale. Es werden Mengen von Objekten mit gemeinsamen Eigenschaften zu Klassen abstrahiert. Dies ermöglicht eine strukturierte Aufnahme sowie die Nutzung effizienter Aufnahmealgorithmen. Relationen bieten u.a. die Möglichkeit der Abbildung struktureller Zusammenhänge und der Dekomposition von Bauteilen an.

### 7.2.3 Systematik –Ordnungssysteme

„Ein Großteil des menschlichen Wissens über die Welt ist hierarchisch organisiert. Wir fassen die Dinge, über die wir etwas wissen, zu Klassen oder Mengen zusammen“. /Tanimoto90/

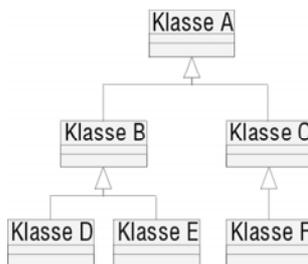


Abb. VII-16 einfache Vererbung

Die begriffliche Einordnung von Entitäten unter begrifflich höher stehenden Konzepten ist eine bewährte Methodik zur Strukturierung. Diese wird taxonomische Hierarchie oder Taxonomie (griech. Systematik) genannt. Im Bauwesen und in der Architektur existieren verschiedene solcher Ordnungssysteme (z.B. DIN 277, DIN 283, SFB/ BRD /Abb. VII-15/). In /Steinmann97/ werden sie als inhaltsorientierte Ordnungen bezeichnet. Dabei werden Konzepte nach ihrer Bedeutung in einem Kontext oder für ein Subjekt geordnet. Häufige Darstellungsformen sind hierarchische oder heterarische Graphen, seltener semantische Netze. Dabei werden die Knoten als Klassen und die Kanten als Relationen dargestellt.

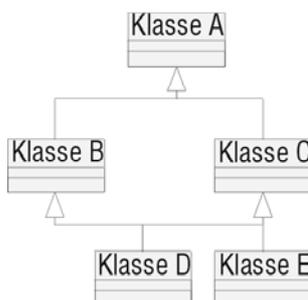


Abb. VII-17 multiple Vererbung

Bei hierarchischen oder heterarischen Graphen können entlang der Kanten Eigenschaften von Objekten höherer Hierarchiestufen auf Objekte niedrigerer Hierarchiestufen übertragen werden. Zwei Formen lassen sich dabei unterscheiden:

- a) Vererbung Klasse  $\longrightarrow$  Instanz
- b) Vererbung Superklasse (Oberklasse)  $\longrightarrow$  Subklasse (Unterklasse)

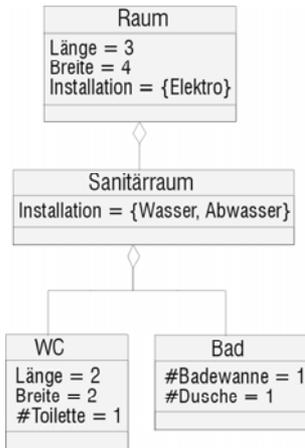


Abb. VII-18 dynamische Vererbung

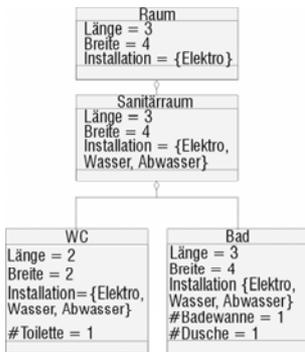


Abb. VII-19 ungesteuerte Vererbung

Abb. VII-20 Klassifikation von  
Relationen /Steinmann97/

Andere Aspekte der Vererbung werden nach der Art des Attributzugriffes (statische oder dynamische /Abb. VII-18/ Vererbung), der Anzahl der direkten Vorgängerklassen (einfache /Abb. VII-16/ oder multiple /Abb. VII-17/ Vererbung) und Art der Beeinflussungsmöglichkeiten (gesteuerte oder ungesteuerte /Abb. VII-19/ Vererbung) unterschieden. /Bechtolsheim91/

Für die Erstellung und Anpassung von Ordnungssystemen an spezielle Anforderungen ist die Ableitung neuer Unterklassen essentiell. Dabei können selektiv Attribute und Methoden übernommen werden.

### 7.2.4 Relationen –Mittel zur Beschreibung von Bauwerken

Relationen dienen der Beschreibung von Beziehungen zwischen Klassen. Relationen können in syntaktisch-strukturelle und semantische Relationen unterschieden werden. /Steinmann97/

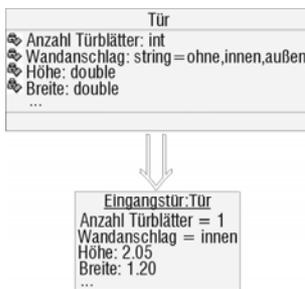
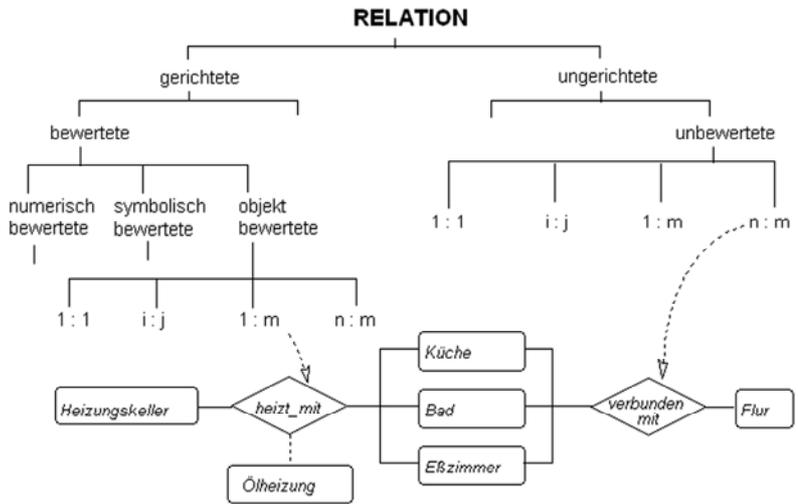


Abb. VII-21 Instanziierung

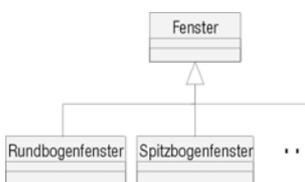


Abb. VII-22 Generalisierung

Für ein Werkzeug zur Erzeugung und Manipulation von Gebäudemodellen sind beide Formen relevant.

Syntaktische Relationen werden hier nach ihrem Aufbau unterschieden. Dies betrifft unter anderem die Anzahl in Beziehung gesetzter Objekte, die Richtung, als auch die Rolle der Relation.

Somit kann die Aufbaustruktur – die Instanzierung – gesteuert und überwacht werden.

Semantische Relationen sind paradigmatische Relationen der jeweiligen Modellierungsmethodik. In der objektorientierten Modellierung sind dies:

- Klassifizierung/ Instanzierung /Abb. VII-21/
- Generalisierung/ Spezialisierung /Abb. VII-22/
- Aggregation/ Zerlegung /Abb. VII-23/
- Assoziation /Abb. VII-24/

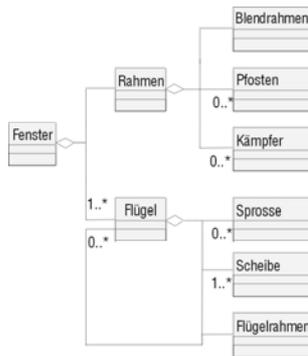


Abb. VII-23 Aggregation



Abb. VII-24 Assoziation

Durch die Kombination von syntaktisch-strukturellen mit semantischen Relationen kann der Bauaufnehmende neue domänenspezifische Relationen ableiten.

Diese sind für den Aufbau von Gebäudemodellen wesentlich. Die Ableitung von Klassen und Instanzen, die Generalisierung/ Spezialisierung und die Klassifizierung/ Instanzierung wurden bereits im Abschnitt 7.2.3 behandelt.

Aggregation/ Zerlegung ist ein Strukturierungsprinzip der objektorientierten Modellierung.

Durch Erweiterungen, beispielsweise die Abbildung einer Aggregation/ Zerlegung als Klasse, können Konsistenzprüfungen in diese Relationsform integriert werden. Ein Gebäude besteht aus Geschossen und diese werden wiederum aus Räumen gebildet. Die Aggregation „*Geschoß besteht aus mindestens einem Raum*“ überprüft dabei, daß der Raum innerhalb der Gebäudehülle liegt.

Assoziationen sind Relationen mit beliebiger Semantik. Im folgenden werden für die Bauaufnahme einige Beispiele erläutert.

In der Bauaufnahme kommt es häufig vor, daß Fenster in einer Fassade „augenscheinlich“ identisch sind. Für eine effiziente Aufnahme wird ein Fenster aufgenommen und bei den anderen nur der „Einfügapunkt“ aufgemessen. Um dies nachvollziehbar zu gestalten, ist es erforderlich, eine Assoziation „*ist augenscheinlich identisch mit*“ abzubilden.

Verknüpfungsregeln und Konsistenzprüfungen können ebenfalls durch Assoziationen realisiert werden. Als Beispiel sei hier genannt: *Öffnung „befindet sich in“ Wand*. Über einen Parametervergleich, Regeln oder eine Scriptsprache können inkonsistente Zustände ausgeschlossen werden (vgl. OCL in /UML/).

Vermutete Zusammenhänge, wie *Riß „steht vermutlich in Zusammenhang mit“ Träger* oder *Träger „ist vermutlich verbunden mit“ Träger*, können ebenfalls durch benannte Relationen abgebildet werden.

### 7.2.5 Attribute

Attribute beschreiben Eigenschaften und Zustände von Klassen aber auch deren konkrete Ausprägung (Objektinstanzen). Ein Attribut ist ein geordnetes Paar, bestehend aus Namen und Typ. Die eigentliche Wertbelegung erfolgt bei Instanziierung.

In /Steinmann97/ werden Attribute aus semantischer und syntaktisch-struktureller Sicht klassifiziert.

Die syntaktisch-strukturelle Klassifikation unterscheidet nach Datentypen. Dabei wird lediglich der formale Aufbau vermittelt, aber keine Semantik. Es wird dabei in Basisdatentypen (CHARAKTER, INTEGER, etc.) und komplexere Typen, die aus den Basisklassen gebildet werden (ENUM, SET, STRING, etc.), unterschieden.

Die semantische Klassifikation ist die Sicht des Fachplaners, des Bauaufnehmenden. Dabei werden „Meßgrößen“, beispielsweise Temperatur, Härtegrade, Herstellungsdatum oder Längen, beschrieben.

Diese beiden Formen von Attributen sollten in einem anpassbaren Gebäudemodellierungstool dem Nutzer zur Verfügung gestellt werden.

## 7.2.6 Methoden

Methoden sind keine eigentlichen Bestandteile des deklarativen Modells, sondern deren prozedurale, anweisungsorientierte Ausprägung. Ihre Verwendung heißt letztlich immer das Organisieren von Prozessen. Booch /Booch91/ unterscheidet *Methoden* (Methods) und *Verhalten* (Behavior):

- *Methode* – Eine Funktion (Operation) ist Teil einer Klassendefinition. Eine *Nachricht* (Message, Botschaft) an ein Objekt ist der Aufruf dieser Funktion bei einem anderen Objekt.
- *Verhalten* – beschreibt die Art und Weise, wie ein Objekt in einer Umgebung agiert und reagiert. Dies wird durch die Gesamtheit der Methoden, aber auch durch den Modellzustand bestimmt.

Die Verwendung von Methoden als Beschreibungsmittel bringt einige Probleme mit sich, die weitreichende Folgen auf das Modell haben können. Die „freie“ Definition von Methoden setzt weiterhin programmiertechnische Fertigkeiten vom Anwender voraus – Ergebnis wäre nicht ein Tool, sondern eine Programmierumgebung. Denkbar ist ein begrenztes vordefiniertes Set möglicher Methoden.

## 7.2.7 Facetten –Abbildung imperfekter Informationen

In der objektorientierten Modellierung stehen für die Beschreibung der Objekte lediglich Attribute und Relationen zur Verfügung.

Hauptproblem bei der Bauaufnahme sind imperfekte Informationen, die während der Aufnahme in Form vermuteter struktureller Zusammenhänge, Materialangabe etc. auftreten, z.B. „Das verbaute Material der Wand im Keller besteht überwiegend aus Bruchsteinen, ca. 80%“.

Unsicherheit, Vagheit, Unschärfe, Unvollständigkeit, Ungenauigkeit sind prägend bei der Bauaufnahme. Eine Klassifikation ist in /Kruse95/ /Reder95/ /Steinmann97/ /Möller00/ beschrieben.

Für die Abbildung dieser Sachverhalte bietet sich aus dem Bereich der Wissensrepräsentation das Konzept der Facetten an. /Abb. VII-25/

Facetten können in verschiedener Form ausgeprägt sein. Beispielhaft sind folgende, oft verwendete Formen:

- *Wertevorrat* – besonders bei symbolischen Attributen bzw. Relationen
- *Werteinschränkungen* – bei numerischen Attributen bzw. Relationen
- *Unschärfebeschreibungen* – verschiedene Facetten zur Beschreibung von Unschärfe, aber auch jeder anderen Art von Vagheit bei

Facette Zimmer	
Slot	Filler
Länge	3 [2..20] m
Value	
Range	
Unit	
Lage	nord {süd,nord,...}
Value	
Allowable	
...	

Abb.VII-25 Facette

- Slots. Die benötigten Facetten sind abhängig von der Art der Unschärfe und dem Typ des Slots
- *Maßeinheiten* – bei numerischen Attributen sinnvoll
  - *Kommentare* – beliebig mediale Annotationen (i.a. Strings)
  - *Eigentümer* – Eigentümer oder Erzeuger einer Information z.B. als Basis eines Signatur- oder Locking-Mechanismus

Das Konzept der Facetten eignet sich für die Beschreibung von imperfekten Informationen und informalen Ergänzungen.

### 7.2.8 Informale Ergänzung

Die oben erwähnten Modellierungsmethoden gehen von der Formalisierung der abzubildenden Informationen aus. Im Rahmen einer Bauaufnahme fallen Informationen unterschiedlichster Art an, wie technische Dokumentationen, Skizzen, Schadensbilder, Detailskizzen, Untersuchungsberichte und Tonaufzeichnungen vor Ort, die die vorgefundene Situation schnell und ausführlich beschreiben. /Abb. VII-26/

Diese können schwer formalisierbarer und informaler Art sein.

Durch eine unmittelbar beim Erfassen eindeutige Zuordnung kann von Beginn an eine klare, nicht redundante Systematisierung der Bestandsinformationen gewährleistet werden. Beim Konzept der Facettierung können „informale Attribute“ durch weitere Facetten untersetzt werden, um so eine spätere Auswertung zu ermöglichen.

Ähnliche Ansätze findet man in der Methodik des Raumbuchs /Schmidt89/, d.h. die parallele Dokumentation des Bestandes durch Texte und Fotos und deren Zuordnung anhand einer Skizze.

## 7.3 Modellverwaltungssysteme

Das Paradigma der Objektorientiertheit und die beschriebenen Erweiterungen sind Bestandteile des IT-Konzepts für ein laufzeitdynamisch anpassbares Bauaufnahmesystem.

Heutige Bauaufnahmesysteme und CAAD-Systeme sind jedoch „fest verdrahtet“. Der Nutzer kann nur mit definierten Entitäten und deren Relationen modellieren. Eine Anpassung ist nicht oder nur begrenzt möglich. Einige Systeme stellen lediglich Programmierschnittstellen zur Verfügung, um die Funktionalität und die Elementwelt zu erweitern.

Wie bereits zu Beginn dieses Kapitels zitiert, ist die Objektorientiertheit erst dann ein echtes Werkzeug, wenn der Bauaufnehmende die Möglichkeit hat, neue Klassen und Ordnungsstrukturen selbständig zu erzeugen. Die Objektorientierung wird somit nicht nur auf Analyse, Design und Programmierung reduziert, sondern als Werkzeug für eine Front-End-Anwendung gesehen. Dem Nutzer werden in adäquater Form Funk-

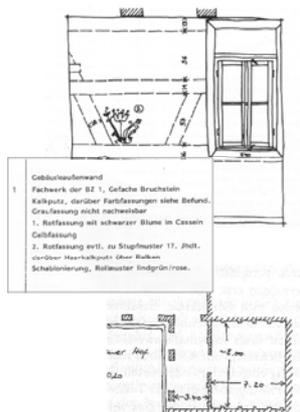


Abb. VII-26 informale Ergänzung

tionen bereitgestellt, die es ermöglichen, anwendungskonkrete Gebäude-  
modelle laufzeitdynamisch zu erstellen und zu manipulieren.

*„Die Forderung nach interaktiven Änderungen und Ergänzungen der Klassen- und Vererbungsstruktur durch die Konstrukteure wirkt neben softwareergonomischen auch softwaretechnische Fragen auf, da bei vielen Sprachen die Klassen- und Vererbungsstruktur zur Compilezeit festgelegt und nicht zur Laufzeit verändert werden kann“.* /Heinecke94/

Objektorientierte Modellverwaltungssysteme kommen dieser Forderung nach. Eine einheitliche Definition von „Modellverwaltungssystemen“ ist in Fachpublikationen nicht zu finden. /Beetz97/ /Junge97/ /AKO/ Meist sind modellverwaltende Systeme integraler Bestandteil bestimmter Anwendungen und beziehen sich ausschließlich auf die dortigen Problem-bereiche und Modellwelten. Daher ist eine Definition im Rahmen dieser Arbeit notwendig. Im weiteren soll unter einem objektorientierten Modell-verwaltungssystem verstanden werden:

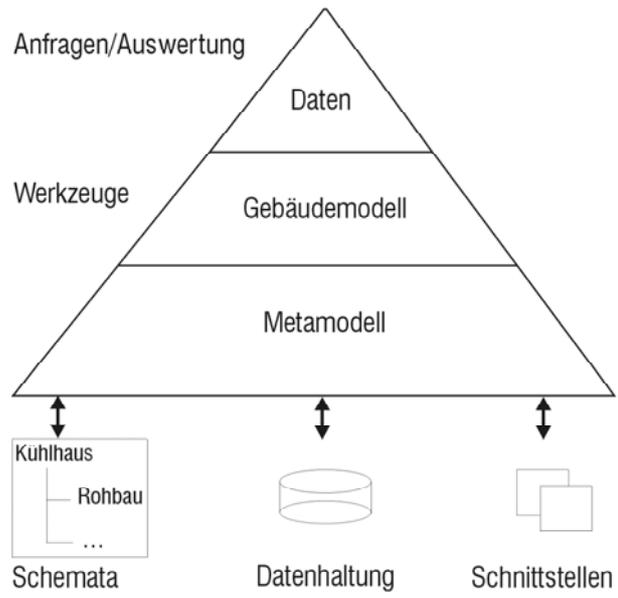
Definition objektorientiertes  
Modellverwaltungssystem

Ein objektorientiertes Modellverwaltungssystem ist eine computergestützte Anwendung, welche in der Lage sein muß, Struktur und Entitäten mindestens einer Modellwelt zu generieren, zu manipulieren und zu interpretieren. Es ist eine interaktive, computergestützte Anwendung, welche eine dynamische Modellgenerierung, Modellanpassung und Modellauswertung ermöglicht. Das Modellverwaltungssystem stellt Funktionalitäten zum Erzeugen und Manipulieren von Anwenderklassen und deren Beziehungen untereinander sowie Methoden für die Zuordnung konkreter Instanzen bereit. Alle modellspezifischen Manipulationen und Anfragen erfolgen dynamisch zur Laufzeit.

Aus dieser Definition lassen sich wesentliche Aufgabenbereiche eines solchen objektorientierten Modellverwaltungssystems ableiten:

- Generieren und Manipulieren von Anwenderklassen
- Erzeugung von Modelltaxonomie über Vererbungshierarchien, Relationen oder andere Verbundstrukturen
- Generieren und Manipulieren von spezifischen Attributen dieser Anwenderklassen
- Verwaltung der Attribute hinsichtlich Datentyps, Wertebereiches, eventueller Vorgabewerte und Zugriffsrechte
- Verwaltung von Facetten
- Bereitstellung von Modellauswertungstechniken wie zum Beispiel Anfragesprachen, Iteratoren o.ä.
- persistente Datenhaltung unter Berücksichtigung der Trennung von Modell und Daten
- Möglichkeit des Austausches von Schemata durch Bereitstellung von Import- und Exportfiltern

Abb. VII-27 Modellverwaltungs-  
system, schematische Darstellung



# 8 Ein hypothetisches Bauaufnahmesystem – Anforderungen & Vorschläge

Inhalt dieses Kapitels ist die Konzeption eines Bauaufnahmesystems hinsichtlich der Funktionalität und der Nutzerschnittstelle.

Ausgehend von der Analyse vorhandener Bauaufnahmesysteme, CAAD-Systeme, Vorgehensweisen, traditioneller und geodätischer „Eingabegeräte“ sowie informationstechnischer Möglichkeiten wird in diesem Kapitel das Konzept eines Bauaufnahmesystems formuliert.

Die aufgestellte Konzeption orientiert sich dabei an praktischen Erfordernissen für eine planungsrelevante Aufnahme von Gebäudesubstanz der Hochbauarchitektur. An den entsprechenden Stellen wird auf prototypische Experimentalsysteme (Anlage A) verwiesen. Die Prototypen reflektieren kritisch angesehene Aspekte.

Bei der Konzeption einer softwaretechnischen Lösung für die Bauaufnahme kommt man an konzeptionellen Überlegungen hinsichtlich einer Hardwarelösung nicht vorbei. Diese werden im letzten Abschnitt vorgestellt.

## 8.1 Die Systemphilosophie

Die Bauaufnahme ist ein Sammelbegriff für eine Reihe von Tätigkeiten, die ein routinemäßiges, standardisiertes, systematisches und innovatives Arbeiten beinhaltet. Der Ablauf einer Bauaufnahme ist durch Vagheit und eine nicht gerichtete (formalisierbare) Vorgehensweise charakterisiert.

Ziel kann es deshalb nicht sein, einen „aufnehmenden Automaten“ zu konzipieren, sondern ein Set von Tools für die computerunterstützte Erfassung von Bauwerken der Hochbauarchitektur bereitzustellen.

Die einzelnen Tools formen dabei ein durchgängiges, evolutionäres, flexibles, laufzeitdynamisch anpaßbares System, dessen Spannweite von der Erstbegehung bis hin zu einer planungsgerechten Aufbereitung nach fachspezifischen Anforderungen reicht. Das konzipierte System soll den Bauaufnehmenden bei der strukturierten Erfassung von Bauwerken, der Nachbereitung der Daten und der Auswertung unterstützen. Dabei sind die einzelnen Tools für genau einen Aspekt im Bauaufnahme-prozeß konzipiert. Die Grundlage des Systems ist die Objektorientiertheit, die sich dem Bauaufnehmenden auch im Front-End darstellt. Der Bauaufnehmende hat die Möglichkeit, Ordnungssysteme (Schemata) zu erzeugen und zu manipulieren sowie zu importieren und zu exportieren. Somit können vordefinierte Ordnungsstrukturen (Komponenten der Raum-, Bauteil- und Geometriestruktur) eingeladen werden, beispielsweise Ordnungsstrukturen für bestimmte Bauwerkstypen.



Abb. VIII-1 Erstbegehung – Projekt

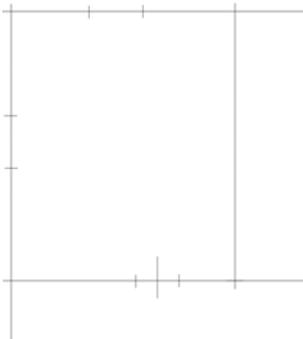


Abb. VIII-2 Erstbegehung – Skizze

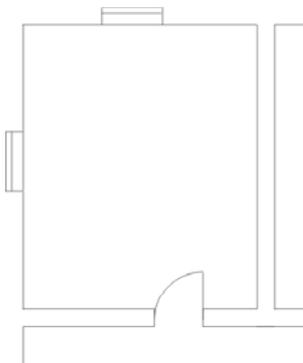


Abb. VIII-3 Aufnahme – schnittorientiert

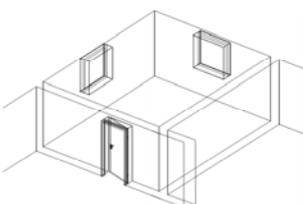


Abb. VIII- 4 Aufnahme – modellorientiert

Zur Unterstützung eines durchgängigen Bauaufnahmeprozesses wurden folgende Teilsysteme konzipiert:

„**Erstbegehung**“ – initiiert das Projekt und ermöglicht die Ablage projekt-spezifischer Informationen im Büro, wie zeitliche und ablauftechnische Details, Ergebnisse der Recherchen zum Umfeld, Bauwerkstyp etc. /Abb. VIII-1/

Im ersten Schritt wird das Gebäudemodell angelegt sowie die Raumstruktur festgelegt. Die Kernfunktionalität besteht in der Realisierung der Abbildung der wesentlichen Elemente in einer skizzenhaften/ikonischen Form, die sowohl raum- als auch bauteilorientierte Einheiten abbilden. /Abb. VIII-2/

Zur Unterstützung der geometrischen Aufnahme werden generische 2D-Grundformen wie Punkt, Linie, Polygon und komplexe Elemente bereitgestellt.

Die Aufnahme von formalisierbaren Information und informalen Informationen ist bereits in dieser Phase möglich.

Als Ergebnis liegt dann eine grobe, vorläufige, skizzenhafte, nicht maßstäbliche und raumorientierte Gliederung des Bauwerkes vor.

(Prototypen: RABA vergl. A.1, SAM vergl. A.5, GEBISexp vergl. A.7)

„**Schnittorientierte Aufnahme**“ – umfaßt die zerstörungsfreie/zerstörungsarme strukturierte Erfassung der Geometrie vor Ort. Die Aufnahme planungsrelevanter Informationen wird adäquat unterstützt. Das Aufmaß erfolgt zweidimensional (im traditionellen Sinn) schnittorientiert. Als Eingabegeräte dienen traditionelle Meßgeräte, wie Zollstock, Maßband, etc., und Laserdistanzgeräte sowie Totalstationen. Bei der zerstörungsfreien/zerstörungsarmen Aufnahme werden wahrnehmbare, sichtbare Oberflächen aufgenommen. Die erfaßten Informationen, insbesondere strukturelle Zusammenhänge, sind oftmals unvollständig und vage. Im Ergebnis entsteht ein strukturiertes zweidimensionales, schnittorientiertes Modell, angereichert mit weiteren planungsrelevanten Informationen. /Abb. VIII-3/

(Prototypen: RABA vergl. A.1, Verschneidealgorithmus vergl. A.4,SAM vergl. A.5, Handaufmaß98 vergl. A.8)

„**Modellorientierte Aufnahme**“ – realisiert die zerstörungsfreie/zerstörungsarme Erfassung geometrischer und weiterer planungsrelevanter Daten vor Ort. Als Aufnahmeverfahren werden reflektorlos messende Tachymeter bzw. reflektorlos motorisierte Tachymeter mit händischen Ergänzungen unterstützt.

Bei der Bauaufnahme vor Ort können nur sichtbare Oberflächen des Bauwerkes vermessen werden. Die erhobenen Informationen sind demnach in den meisten Fällen unvollständig. Sie werden durch Vermutungen ergänzt, die noch verifiziert werden müssen. Aus der Betrachtung der Anordnung der sichtbaren Oberflächen kann z.B. auf das Vorhandensein von Konstruktionselementen geschlossen werden.

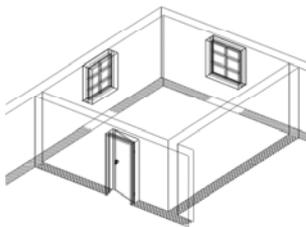
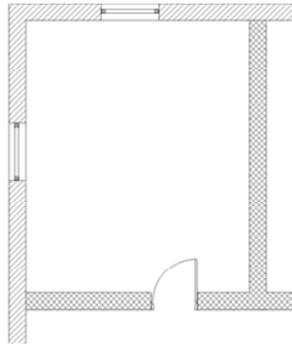


Abb. VIII-5 Bauteilgliederung



Abb. VIII-6 Präsentation im Internet

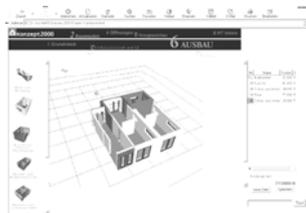


Abb. VIII-7 Auskunftsmodul im Internet (Prototyp „Kundenmodul“ im Projekt „Bauhaus2000“)

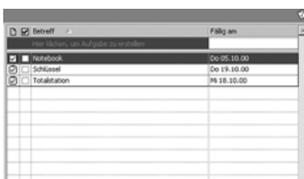


Abb. VIII-8 Reminder

Neben der geometrischen Aufnahme können weitere relevante Eigenschaften und Merkmale des Gebäudes strukturiert erfasst werden.

Im Ergebnis entstehen Flächen- und Volumenmodelle sowie Vermutungen über strukturelle Zusammenhänge, verbaute Materialien, Bauschäden etc. /Abb. VIII-4/

(Prototypen: RABA vergl. A.1, GEBISexp vergl. A.7, SAM99 vergl. A.9 )

**„Bauteilgliederung“** – beinhaltet die Beschreibung eines Bauwerkes durch reale Bauelemente (Konstruktion) und deren mögliche Zusammenhänge. Es werden Werkzeuge angeboten, die aus den aufgemessenen Flächen konstruktive Bauteile bilden.

Diese Strukturelemente können übergeordneten Ordnungssystemen, z.B. Bauabschnitten, zugeordnet werden. /Abb. VIII-5/

Neben diesen Teilsystemen müssen weitere Aspekte des Aufnahmeprozesses unterstützt werden. Adäquat werden dem Aufnehmenden folgende Werkzeuge zur Verfügung gestellt:

**„Dokumentation & Präsentation“** – realisieren, durch implementierte Schnittstellen, die Überführung des digitalen Gebäudemodells in:

- Gebäude- und Raumbücher (Überführung in Textverarbeitungssysteme),
- numerisch auswertbare Darstellungen (Überführung in Kalkulationsprogramme) und
- hypermedia basierte Systeme (Überführung in eine web-basierte Präsentation – url: <http://www.uni-weimar.de/iar/GebIS>).

/Abb. VIII-6/

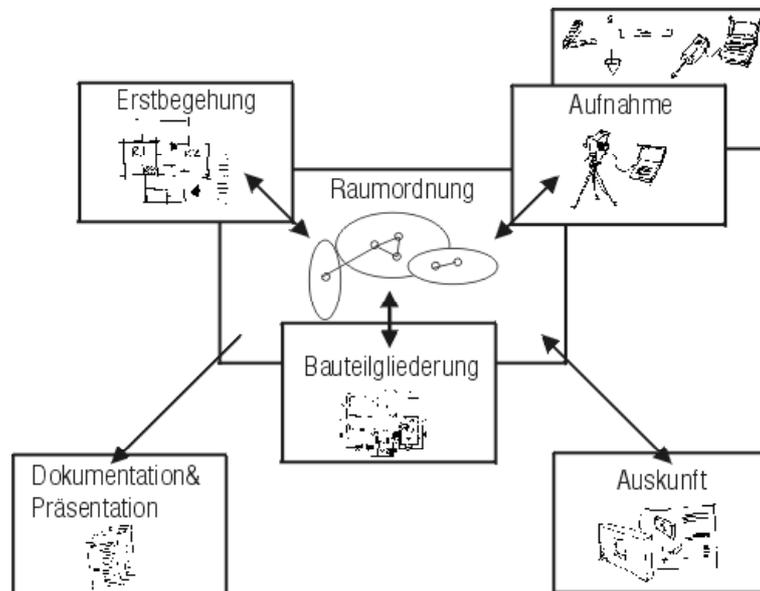
(Prototyp: Raum- und Gebäudebuch vergl. A.6)

**Auskunftsmodul** – bietet die Möglichkeit an, Informationen abzurufen, auszuwerten und weiterzuverarbeiten. Es hält auf verschiedene Weise Informationen über das Gebäude bereit. Die Darstellung der aufgenommenen Daten wurde durch eine Kombination aus VRML-Darstellungen und HTML-Seiten realisiert. /Abb. VIII-7/

**Reminder** – begleitet den Aufnehmenden in allen Phasen der Bauaufnahme. Entsprechend des abgelegten „Wissens“ wird der Benutzer an wichtige Details, Termine und Aufgaben in Form von Informationsboxen „erinnert“. /Abb. VIII-8/

Die Teilsysteme (Erstbegehung, Aufnahme, Bauteilgliederung) bauen aufeinander auf. Sie werden sequentiell ausgeführt. /Abb. VIII-9/

Abb. VIII-9 Teilsysteme und deren Beziehungen



Die Beziehungen zwischen den Modellen und die Übergabe an weitere Domänen werden durch den relations-basierten Ansatz (vergl. 7.1.2) realisiert.

## 8.2 Baukastenprinzip – Grundprinzip in allen Strukturen

Aufgrund der Komplexität der aufzunehmenden Informationen in der Bauaufnahme muß das System äußerst flexibel und im höchsten Maße anpaßbar sein, um allen Anforderungen gerecht zu werden. /Abb. VIII-10/ Hierbei findet das Baukastenprinzip Anwendung. Aus einem gegebenen Repertoire von Elementen mit definierten Eigenschaften können Elemente mit unterschiedlichen Eigenschaften hergestellt werden, indem sie in unterschiedlichen und/ oder in verschiedenen Relationen zueinander kombiniert werden.

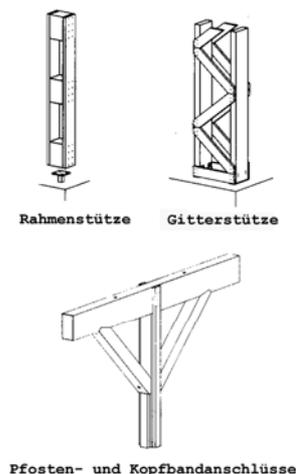


Abb. VIII-10 Ausprägungen von Stützen

Im System sind drei Strukturen wesentlich :

- die raumorientierte Struktur incl. Projekt
- die bauteilorientierte Struktur
- die geometrische Struktur

Zentrale Komponenten sind in allen Teilsystemen das **Projekt** und die **räumliche Struktur**. Dabei ist die Raumstruktur das Bezugssystem für alle Teilmodelle. Sie fungiert als Informations- und Navigationsschicht.

Die raumorientierte Beschreibung kann mittels eines gerichteten Graphen abgebildet werden. Dabei entsprechen die Knoten in diesem Graph Elementen der Raumordnung. Die Kanten repräsentieren die Beziehungen unter ihnen. Die Räume werden dabei systematisch erfaßt und in das Ordnungsschema eingebracht.

Die **bauteilorientierte Struktur** ist das zweite wesentliche Ordnungsschema. Sie beinhaltet die Beschreibung und Strukturierung baulicher Objekte. In dieser Struktur werden bauspezifische Merkmale und Ver-

bindungen zu anderen Strukturelementen festgelegt. Die vordefinierte Beschreibung der Gestalt von Elementen in der bauteilorientierten Struktur ist schwierig, wenn nicht sogar unmöglich.

Ein drittes Ordnungssystem ist in diesem Konzept die **geometrische Struktur**. In dieser Struktur können aus definierten Primitiven komplexere Strukturen aggregiert werden.

Die Teilmodelle besitzen wegen des evolutionären und dynamischen Charakters separate bauteilorientierte und geometrische Strukturen. Das Grundprinzip ist die Trennung zwischen bauspezifischer Semantik und Geometrie (-gestalt). Ein ähnlicher Ansatz wird in STEP verfolgt.

## 8.3 Der Systemaufbau

Die Grobstruktur des Systems besteht aus sechs Komponenten, auf die die Teilsysteme zugreifen.

Das System ist in drei Ebenen aufgebaut :

- die Modellverwaltungsebene
- die administrative Ebene
- die Nutzerebene /Abb. VIII-11/

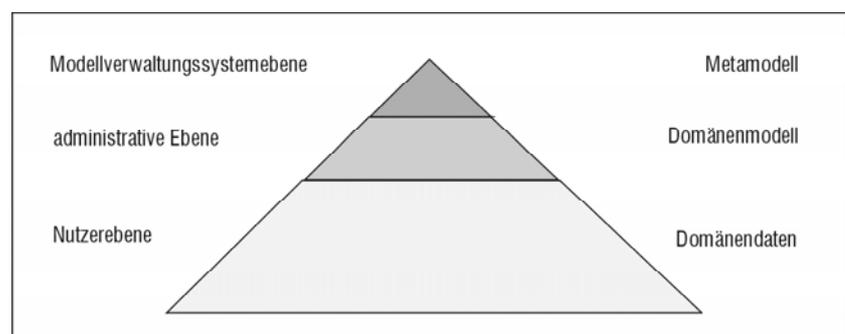
Für die Erzeugung, Erweiterung und Modifikation der Ordnungsstrukturen stehen auf der administrativen Ebene prinzipiell zwei Tools zur Verfügung:

- der Strukturgenerator
- der Geometriegenerator

Diese sind für alle Teilsysteme „Erstbegehung“, „schnittorientierte Aufnahme“, „modellorientierte Aufnahme“ und „Bauteilgliederung“ essentiell.

### 8.3.1 Der Ebenenaufbau

Abb. VIII-11 schematische Darstellung des Ebenenaufbaus

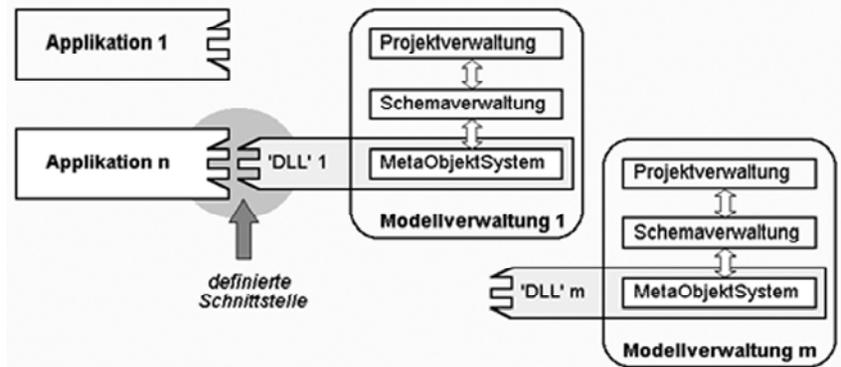


Das flexible, objektorientierte **Modellverwaltungssystem** stellt die Basis aller Teilsysteme dar.

Es realisiert beispielsweise die Modell- und Strukturbildung, die persistente Datenhaltung oder die Import- und Exportfunktionen von Ordnungsstrukturen (Schemata).

Im Prototyp SAM wurde das Modellverwaltungssystem DMMS (Dynamic Model Management System) /Tscherepanow99/, im Prototyp SAM2000 (ein in Arbeit befindliches Experimentalsystem im Rahmen des SFB 524) wird ein Modellverwaltungssystem auf der Basis der AKO-Spezifikation /AKO/ eingesetzt. /Abb. VIII-12/

Abb. VIII-12 schematische Darstellung der AKO-Schnittstelle /AKO/



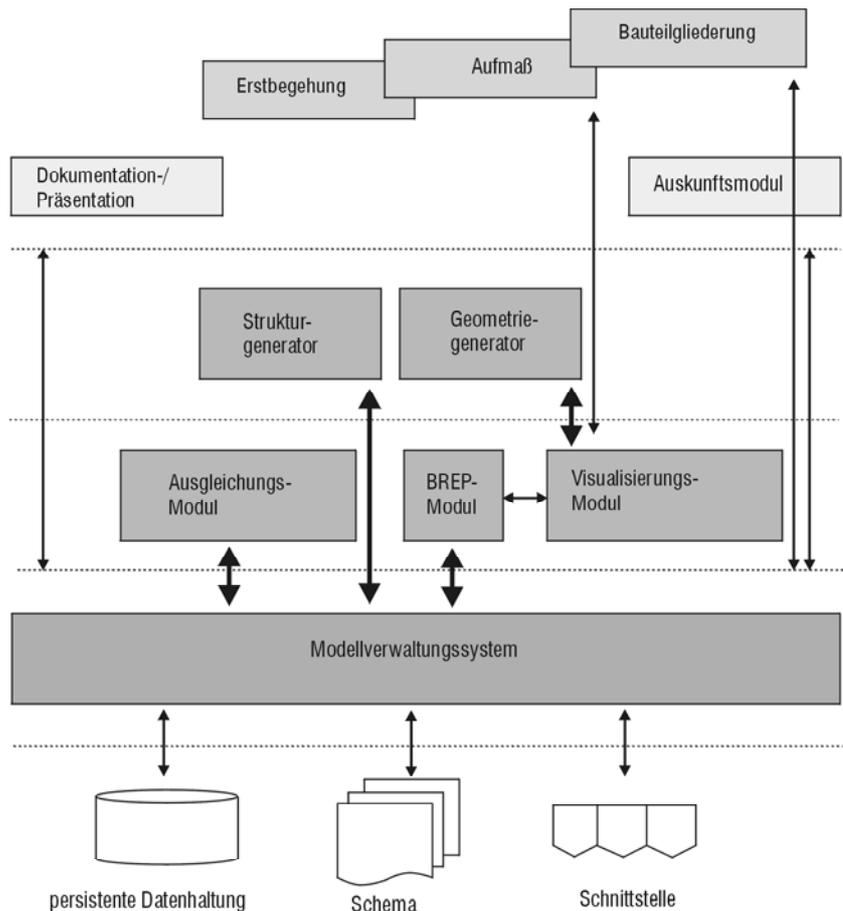
Die **administrative Ebene** dient der Definition von Anwenderklassen, dem Aufbau von Ordnungssystemen sowie der Definition von Attributen und Relationen.

Bei der Festlegung von Anwenderklassen können „typische“ Ordnungsstrukturen importiert und benutzt werden bzw. als Basis für spezifische Anpassungen dienen. Der Anpassungsaufwand wird auf ein Minimum reduziert. Diese „neuen“ Ordnungsstrukturen und Substrukturen können exportiert werden und stehen für spätere Anwendungen als Basis zur Verfügung.

Die **Bearbeitungsebene** bietet Funktionen zum Erzeugen, Selektieren und Ausprägen konkreter Instanzen an. Der Benutzer hat keine Möglichkeit, Klassen und Attribute zu erzeugen und zu manipulieren. So wird eine konsistente Bauaufnahme ermöglicht.

### 8.3.2 Komponenten der Systemebene

Abb. VIII-13 Komponenten des hypothetischen Systems



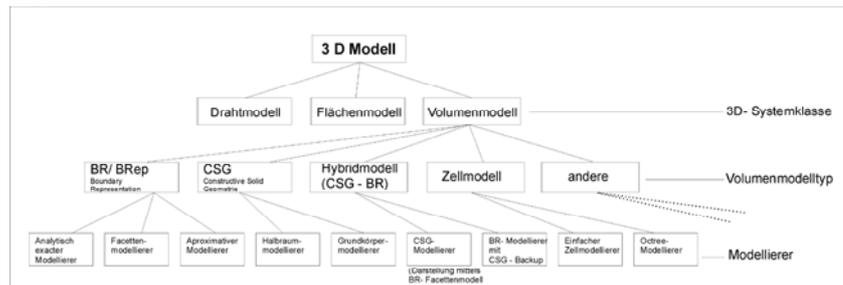
#### 8.3.2.1 Ausgleichungsmodul

In diesem Modul wird die Berechnung der Punktpositionen und Parameter aus den aktuellen Vorgaben realisiert. Dabei fließen die Näherungswerte der Punktpositionen und der Parameter sowie Verbesserungsgleichungen, Meßwerte und ihre Toleranzen ein. Erkennungsalgorithmen von bestimmten, unbestimmten, überbestimmten Punkten sind essentieller Bestandteil. /Reißmann76/ /Pelzer85/ /Roller95/

#### 8.3.2.2 BREP-Modul

Die Geometriebildung aus Punktmengen wird in diesem Modul realisiert. Grundfunktionalitäten für Elemente 0.,1.,2.,3. Dimensionalität werden angeboten. Die Bildung von Oberflächen und Körpern sowie Verschneidefunktionen und boole'sche Operationen sind in diesem Modul implementiert.

Abb. VIII-14 Klassifizierung von 3D-Modellen



Der Volumenmodelltyp basiert auf einem Hybridmodell (Aproximativer BREP-Modellierer mit mengentheoretischen Operationen). /Abb. VIII-14/

Mathematische Algorithmen zur Kollisionsbestimmung sind ebenfalls in diesem Modul verankert.

### 8.3.2.3 Visualisierungsmodul

Dieses Modul realisiert die Visualisierung der durch den BREP-Kernel bereitgestellten Geometriedaten. Es fungiert als Modellierer für graphische Dateninteraktionen und ist die graphische Schnittstelle für Geometriedaten.

## 8.3.3 Komponenten der administrativen Ebenen –Tools eines Baukastensystems

### 8.3.3.1 Der Strukturgenerator

Der Strukturgenerator bietet dem Bauaufnehmenden verschiedene Werkzeuge für

- die Anpassung bestehender Ordnungssysteme und
- die Entwicklung neuer Ordnungssysteme ohne spezielle Programmierkenntnisse an.

Für die Generierung von

- Anwenderklassen,
- auswertbaren, alphanumerischen Eigenschaften,
- multimedialen Eigenschaften,
- relationalen Eigenschaften und
- geometrischen Eigenschaften

stehen verschiedene Werkzeuge zur Verfügung.

Diese könnten in Form eines Klassenbrowsers, z.B. Kontextmenüs in FunPlan /Steinmann97/ und Parts in SAM2000 /Tscherepanow99/ /Abb. VIII-15/, oder in Form eines CASE-Tools, wie Rational Rose® /Abb. VIII-16/ oder Select Enterprise®, realisiert werden.

### Anwenderklassen

Anwenderklassen können zur Laufzeit in der administrativen Ebene erzeugt und manipuliert werden. Sie sind hierarchisch geordnet. Somit ist es dem Administrator/ Nutzer möglich, spezifische Ordnungsstrukturen zu erzeugen.

Eine Anwenderklasse wird durch Relationen sowie alphanumerische und multimediale Eigenschaften beschrieben. Geometrische Eigenschaften sind lediglich Verweise auf Elemente in der geometrischen Struktur. /Abb. VIII-17/ Attributverknüpfungen zwischen Parametern der geometrischen Struktur und Attributen der Anwenderklasse können ebenfalls definiert werden.



Abb. VIII-15 Definition von Anwenderklassen in SAM99



Abb. VIII-16 Definition von Klassen in Rational Rose©

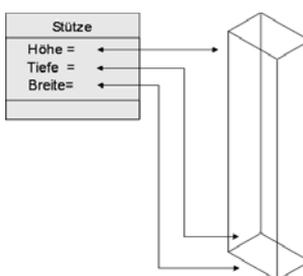


Abb. VIII-17 Beziehung zwischen Anwenderklasse und Geometrie

- **auswertbare, alphanumerische Eigenschaften – formalisierbare Attribute**

Die computergestützte Baubestandserfassung muß in Abhängigkeit von der späteren Nutzung der Informationen eine Vielzahl von relevanten Eigenschaften und Merkmalen der Gebäude und baulichen Anlagen strukturiert erfassen z.B.:

- Bauweise, Materialien und eventuelle Bauschäden
- baukonstruktive Eigenschaften
- bauphysikalische und bautechnische Details

Abb. VIII-18 variable Attributierung im Prototyp „variable Attribute“

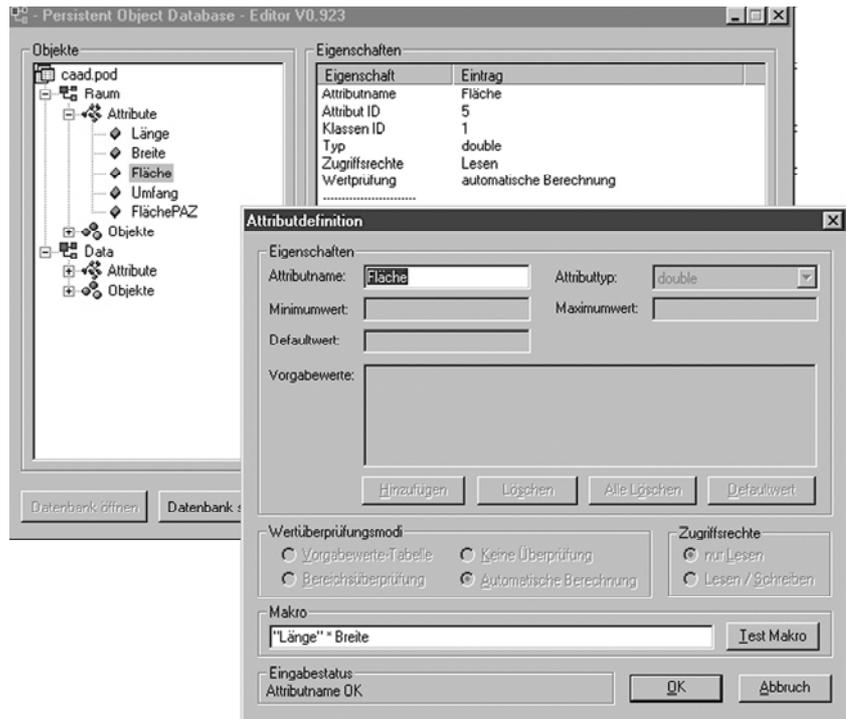
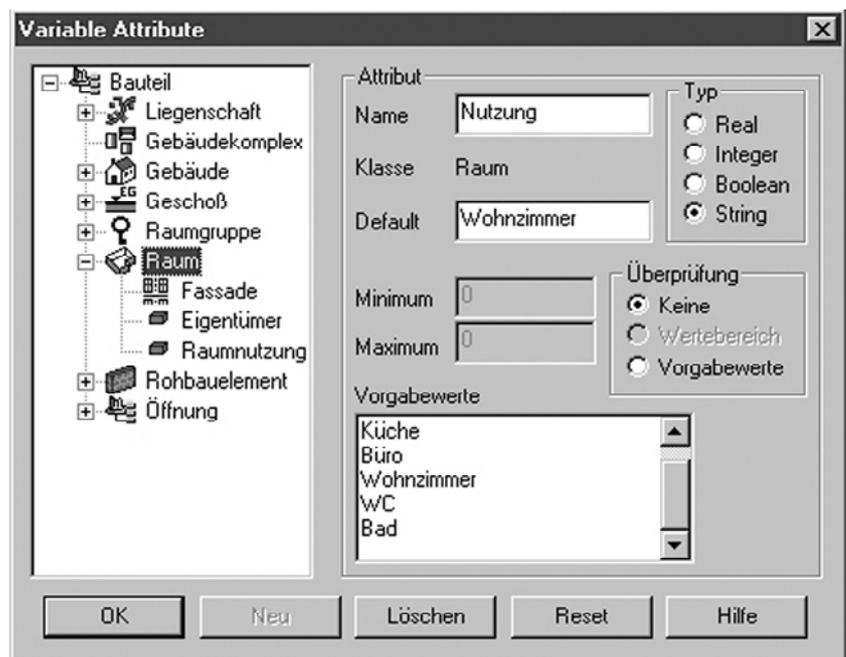


Abb. VIII-19 variable Attribute in GEBISexp



Diese relevanten Eigenschaften und Merkmale werden als beschreibende Eigenschaften in alphanumerischen Attributen mit ihrem Wertebereich definiert.

Mit der Festlegung dieser Eigenschaften wird dem Aufmessenden Wissen für qualifizierte Entscheidungen bereitgestellt. /Abb. VIII-18/ /Abb. VIII-19/

Als Grundtypen steht dem Anwender eine vordefinierte Anzahl zur Verfügung. Dabei sind syntaktisch-strukturelle Attribute wie BOOLEAN, INTEGER, REAL, aber auch komplexere Typen wie STRING, ENUM definiert. Der Aufbau von anwenderspezifisch erweiterten Attributen wird ebenfalls unterstützt. Die Attribute sind in der Lage, Attributwerte zu überprüfen. Somit ist eine Plausibilitätsprüfung gewährleistet. Weiterhin können Vorgabewerte zugelassen werden oder eine Bereichsüberprüfung (dMin, dMax) kann vorgenommen werden. Die Verknüpfung der Attribute mit mathematischen Termen zur automatischen Ermittlung der Attributwerte ist in diesem Konzept vorgesehen. /Donath97/

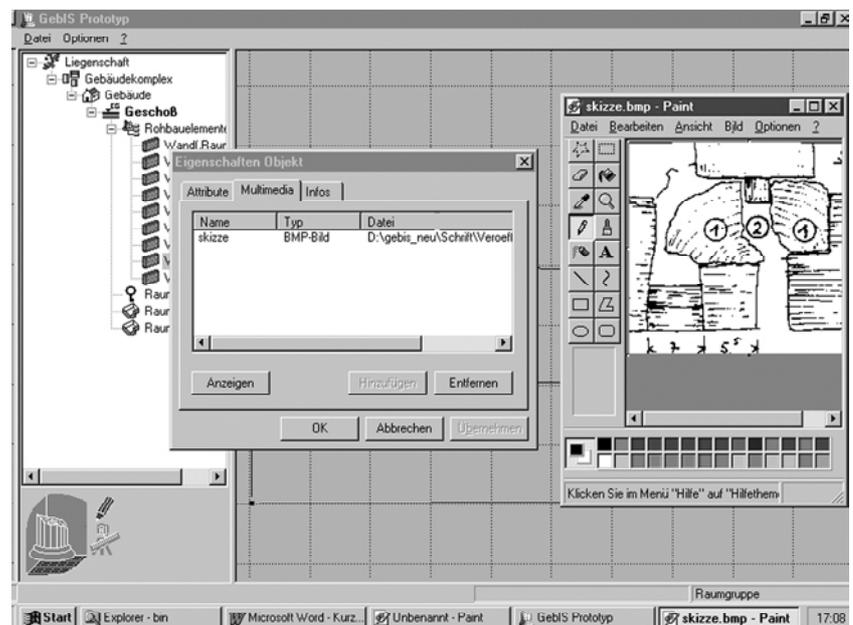
Unscharfe und vage Informationen können durch erweiterte Attribute abgebildet werden.

#### - multimediale Eigenschaften – informale Attribute

Bei der Bauaufnahme fallen Informationen unterschiedlichster Art an. Diese können technische Dokumentationen, Skizzen, Schadensbilder, Detailskizzen, Untersuchungsberichte und Tonaufzeichnungen vor Ort, die die vorgefundene Situation schnell und ausführlich beschreiben, sein. Durch eine eindeutige Zuordnung unmittelbar beim Erfassen wird von Beginn an eine klare, nicht redundante Systematisierung der Bestandsinformationen gewährleistet.



Abb.VIII-20 multimediale Attribute in GEBISexp



In diesem Konzept wird die Zuordnung informaler Komponenten, wie Texte, Fotos, Skizzen, Videos etc. unterstützt. Diese Informationen werden als multimediale Attribute bezeichnet. /Abb. VIII-20/ Die Verknüpfung von externen Programmen mit den Dateien kann anhand der

Dateiendung hergestellt werden, z.B. das Öffnen von JPG-Bildern mit einem Imageviewer. Beim Anwählen der Referenz auf eine solche Datei wird dann vom System automatisch der entsprechende Viewer gestartet.

Eine bloße Zuordnung in der eben beschriebenen Form ist für eine spätere Auswertung jedoch oft nicht ausreichend. Deshalb muß die Möglichkeit einer umfassenderen Beschreibung der vorgefundenen Situation unterstützt werden. Dies wird durch das Prinzip der erweiterten Attribute ermöglicht.

**- relationale Eigenschaften**

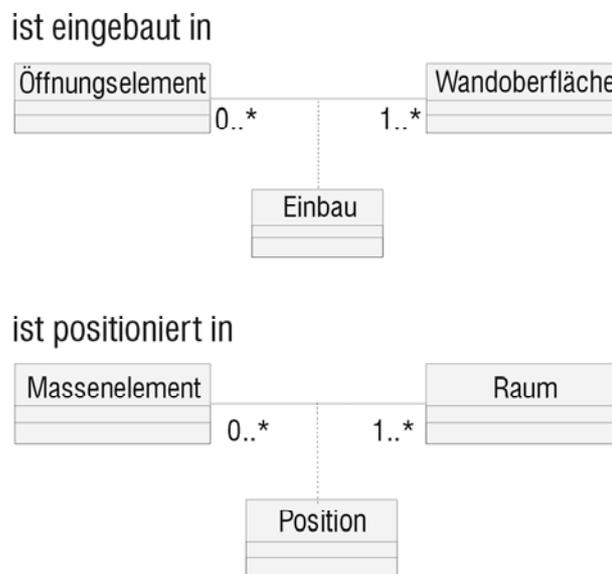
Relationen können als relationale Attribute implementiert werden. Auf Klassenebene werden verschiedene Typen von Relationen unterstützt, so z.B. Assoziation oder Aggregation.

Abb. VIII-21 Hierarchierelationen



Für Plausibilitätskontrollen werden Zuordnungsrelationen genutzt, z.B.

Abb. VIII-22 Zuordnungsrelationen



**M1 : Massenelement**  
 Typ = Unterzug  
 Material = Stahl  
 ...  
 Anschluß = [F1, D1]

Abb. VIII-23 Assoziation auf Instanzenebene  
 Relationaler Datentyp

Auf Objektebene dienen relationale Attribute vor allem der Beschreibung von strukturellen vagen Zusammenhängen. /Abb. VIII-23/

**- geometrische Eigenschaften**

Die Geometrie wird in diesem Konzept als relationales Attribut behandelt, das heißt, es wird ein Verweis auf ein Element in der geometrischen Ordnungsstruktur geführt.

Es besteht zusätzlich die Möglichkeit, alphanumerische Eigenschaften mit numerischen Werten aus der Geometrie zu verbinden.

### 8.3.3.2 Der Geometriegenerator

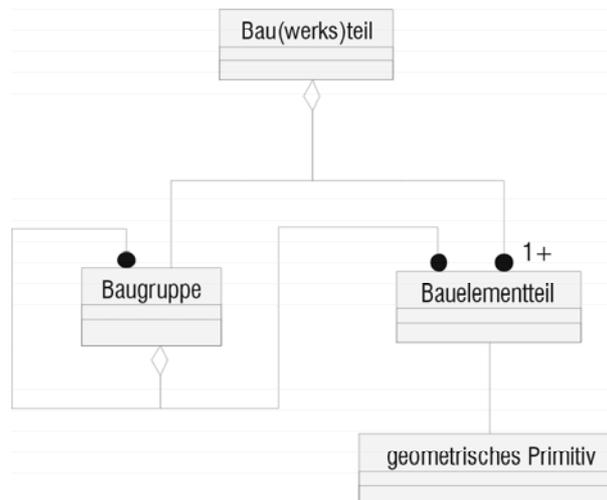
Das Hauptanliegen bei der Bauaufnahme ist die Aufnahme der Geometrie, der Gestalt des Bauwerkes.

Jedem Bauteil können je nach Abstraktionsgrad verschiedene Geometrien zugeordnet werden.

Grundsätzlich bedeutet Erfassung und Beschreibung eines Bauteils – Dekomposition – die Zerlegung von komplexen Bauteilen in Baugruppen bis hin zu Grundelementen. Somit ist auch der umgekehrte Weg, aus Grundelementen komplexere Strukturen zu erzeugen, möglich. Dieses Vorgehen ist mit einem „Baukasten“ zu vergleichen. /Abb. VIII-24/ /Abb. VIII-25/

Im Geometriegenerator werden Funktionen angeboten, die aus ein-, zwei- und dreidimensionalen Grundelementen komplexere Elemente generieren.

Abb. VIII-24 Dekomposition von Bauteilen in OMT-Notation



Die Grundelemente besitzen Methoden, um sich grafisch zu repräsentieren und um aufgenommen/ aufgemessen zu werden. Die Beziehungen zwischen den geometrischen Grundelementen werden durch relationale Grundelemente beschrieben.

Das System bietet eine feste, vorgegebene Menge von Grundelementen an, beispielsweise:

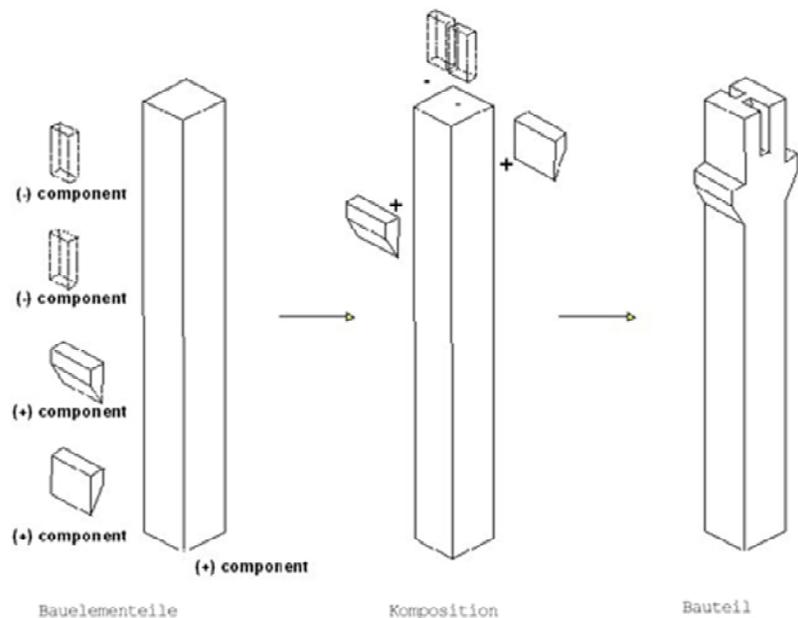
- nulldimensional
- Punkt im 3D
- eindimensional
- Linie
- zweidimensional
- Polygon
- dreidimensional
- Quader, Kugel, Keil

Relationale Grundelemente (Restriktionen) sind beispielsweise:

- Fixierung eines Punktes an einer Position im 3D
- Distanz zwischen zwei Punkten
- Lot eines Punktes über einen anderen
- Winkel zwischen drei Punkten
- Winkel zwischen zwei Geraden, die von jeweils zwei Punkten gebildet werden
- Punkte liegen in einer Ebene
- Horizontalwinkel zwischen zwei Punkten
- Vertikalwinkel zwischen drei Punkten

Im Geometriegenerator wird jedem erzeugten 3D-Punkt eine Defaultposition zugeordnet. Dies bedeutet, daß jeder 3D-Punkt bereits in der Beschreibung der Geometrie einen Wert besitzt, der bei der Instanziierung und der Aufnahme geändert werden kann.

Abb. VIII-25 Komposition von Bauteilelementen /Haas97/



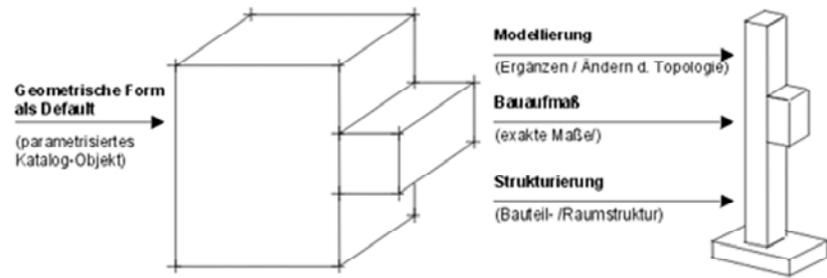
Relationale Grundelemente konkretisieren die Beziehungen zwischen den Positionen von 3D-Punkten, die über ihnen gebildeten Flächen und das Volumina. Die Flächen sollten von vornherein die Aufnahme weiterer Punkte als Freiformflächen unterstützen.

Komplexe Strukturen /Abb. VIII-25/ werden über verschiedene Verschmelzungs- und Trennungsalgorithmen aus einem Set von Bausteinen generiert. /Tscherepanow99/ /Donath00/

Für diesen „Zusammenbau“ stehen Werkzeuge für die Aggregation zur Verfügung. Dabei wird zwischen:

- formgebender Geometrie,
  - formnehmender Geometrie und
  - negativer Geometrie (z.B. Öffnungen)
- unterschieden. /Tsegaye96/

Abb. VIII-26 Beispiel der Ausprägung einer Geometrikklasse



Der Geometriegenerator erzeugt skizzenhaft ohne genaue Maßangaben Geometrieklassen. Für ein effizientes Aufmaß sind Messungen für Tachymeter und händische Ergänzung in Form von mathematischen Beziehungen vordefiniert, z.B.

- Distanz zwischen zwei Punkten (Gliedermaßstab)
- Winkel zwischen drei Punkten (Winkellehre)
- Winkel zwischen zwei Geraden oder Ebenen
- Horizontal- und Vertikalwinkel eines Theodoliten
- Punkte liegen auf einer Höhe (Wasserwaage)
- Punkte liegen übereinander (Lot)
- Punkt hat eine genaue Position (Meßpunkt im Vermessungsnetz)
- Punkt liegt auf einer gedachten Sehne zwischen zwei anderen Punkten

Mit Hilfe der Messungen lassen sich mathematische Beziehungen zwischen Punkten aufstellen. Dadurch wird deren Lage bestimmt.

Beim Aufmaß (Instanzierung) wird aus der Fülle aller erfolgten direkten Messungen (3D-Punkt, Länge) oder der indirekten Messungen (Parallelität) nun die wirkliche/ angenäherte Lage errechnet. /Abb. VIII-26/

Für diese Berechnung können Verfahren der Geodäsie wie Ausgleichsrechnungen, in Verbindung mit statistischen Tests und Ausreißertests herangezogen werden.



Abb.VIII-27 Kühlhaus Gera – Nordwest-Ansicht

## 8.4 Ein Szenario – Die Teilsysteme des flexiblen Bauaufnahmesystems

Die Philosophie des Programmkonzeptes ist ein flexibles, anpaßbares Bauaufnahmesystem. Für Bauwerkstypen, Zielstellungen der Bauaufnahme und CAAD-Systeme können Basis-Schemata eingelesen und der konkreten Situation angepaßt werden.

Die Teilsysteme mit Ordnungsstrukturen, Aufnahmemöglichkeiten und -vorgehensweisen sowie Prüfmöglichkeiten werden beispielhaft beschrieben.

Dabei werden die Teilsysteme „Erstbegehung“, „Modellorientierte Aufnahme“ und „Bauteilgliederung“ durchlaufen.

Das beschriebene Szenario orientiert sich an dem „Kühlhaus“ in Gera. /Abb. VIII-27/ Dieses Bauwerk ist ein Verifikationsobjekt im Rahmen des SFB524.

## 8.4.1 Teilsystem „Erstbegehung“

### 8.4.1.1 Grundüberlegung

Am Anfang des Bauaufnahmeprozesses steht die Festlegung des Umfangs der Datenerhebung. Informationen zum Auftrag, Auftragnehmer, Sichtung und Erfassung vorhandenen Planungsmaterials werden gesammelt und strukturiert abgelegt.

Anschließend werden diese Informationen einem Projekt zugeordnet. Die Instanz der Klasse **Projekt** bildet die Wurzel der Aufbaustruktur.

Die Erfassung eines Bauwerkes (vor Ort) beginnt in der Regel mit einer Erstbegehung, d.h. mit einer eindringlichen Befragung des Baues hinsichtlich der Raumstruktur und der wesentlichen raumbestimmenden Merkmale.

Das Resultat der **Erstbegehung** ist eine grobe, skizzenhafte **Erfassung der Geometrie** und eine **raumorientierte Gliederung** sowie die Grobbeschreibung des Gebäudes.

Weitere Merkmale können in auswertbaren und multimedialen Attributen abgebildet werden. Eine Vorkalkulation ist über das Auswertemodul möglich.

Das Teilsystem realisiert:

- das Anlegen eines Projektes
- die strukturierte Aufnahme des Gebäudes hinsichtlich
  - Raumordnung (Funktion, Lage)
  - Raumanordnung (insbesondere die räumliche Verkettung)
- die skizzenhafte Wiedergabe der wesentlichen raumbeschreibenden Elemente
- die Zuordnung formalisierbarer und informaler Informationen

### 8.4.1.2 Basis-Schemata

Im Teilsystem „Erstbegehung“ werden vier Strukturen festgelegt – die Projektstruktur, die Raumstruktur, die bauteilorientierte Struktur und die geometrische Struktur.

In der Projektstruktur /Abb. VIII-28/ werden beispielsweise die Adressen der Auftraggeber, Dokumente (Besprechungsprotokolle, emails, Verträge) und vorhandene Planungsunterlagen (Bestandspläne, Gutachten, Fotos) verwaltet.

Abb.VIII-28 Projektstruktur

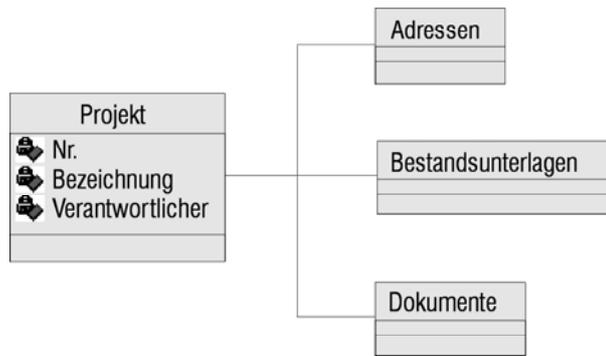
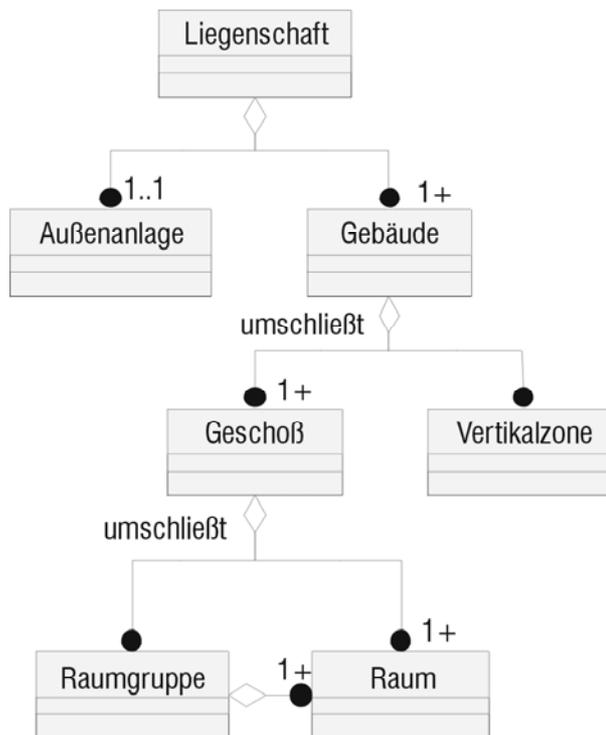


Abb.VIII-29 Raumstruktur

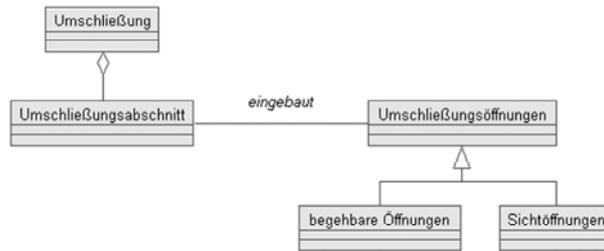


Die Raumstruktur /Abb. VIII-29/ wird durch Anwenderklassen und Relationen, Vererbung, Aggregation und Assoziation, beschrieben. Diese Relationen werden systemintern als Klassen definiert, die Plausibilitätsprüfungen übernehmen und Träger beschreibender Art sind. Die Aggregation „umschließt“ prüft beispielsweise, ob ein skizzierter Raum sich innerhalb der skizzierten Geschoßkubatur befindet. Die Assoziation <3.Obergeschoß> „ist Kopie von“ <Erdgeschoß> verdeutlicht, daß das „3.Obergeschoß“ nicht selbst aufgenommen wurde, sondern lediglich eine Kopie darstellt.

Bei der skizzenhaften Raumbeschreibung erfolgt die Aufnahme der wichtigsten Umschließungselemente, der Umschließungsöffnungen und der Massenelemente. /Abb. VIII-30/

Dabei wird zwischen dem Außen, der Baumassenumgrenzung, und dem Innen, der Raumumgrenzung, unterschieden.

Abb.VIII-30 Beschreibung der äußeren Bauhülle



In dieser Phase der Bauaufnahme stehen einfache geometrische Elemente und Symbole dem Anwender zur Verfügung. Die Primitive sind fix kodiert und haben neben einer Repräsentation auch Methoden zur Aufnahme (zur Skizzierung). /Abb. VIII-31/

Der Geometriegenerator bietet wesentliche Grundelemente an, z.B.:

Primitive:

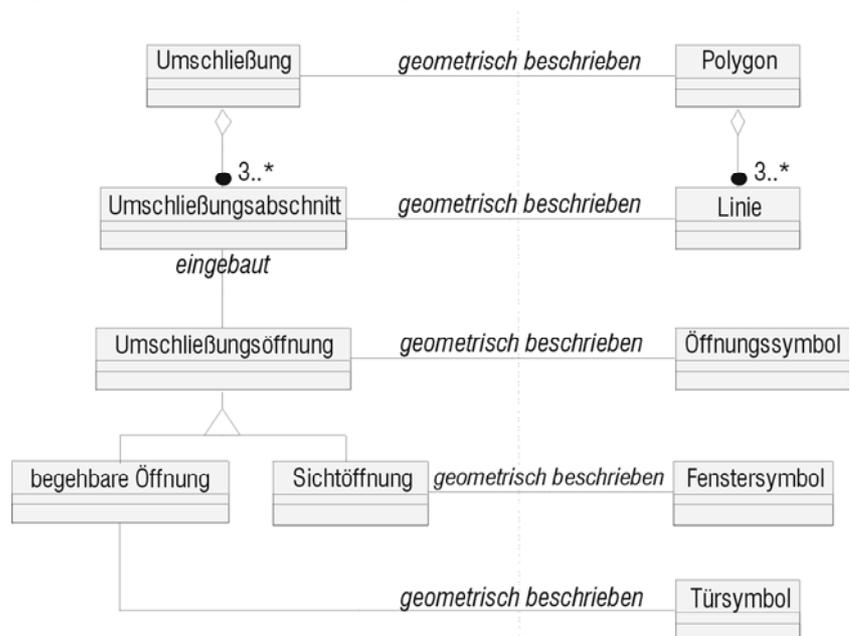
- Punkt
- Linie
- Kurve
- Polygon
- Kreis

Symbole:

- Öffnungssymbol 
- Fenstersymbol 
- Türsymbol 

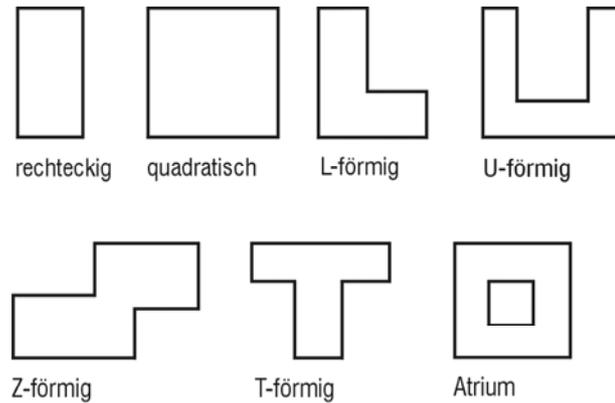
Für die Erstellung der Symbole stehen vordefinierte Relationen, wie „mitig“ oder „parallel“, zur Verfügung.

Abb.VIII-31 Beziehung zwischen Baumasse und Geometrie



Für eine effiziente Skizzierung werden vordefinierte Grundrißtypen von Räumen und Wohneinheiten dem Nutzer angeboten. /Abb. VIII-32/

Abb. VIII-32 Beispiele für Grundrißtypen



#### 8.4.1.3 Aufnahme

Vorhandene Bestandspläne, Skizzen etc. können als Vorlage in Form eines Hintergrundes (CAD-Overlay) benutzt werden und als grobe Orientierung dienen. Die Eingabe der augenscheinlichen, abgeschätzten Maße erfolgt in skizzenhafter Form. Durch ein definierbares Raster und Fänge wird dieser Prozeß unterstützt.

##### **Aufnahme – Skizze und Raumanordnung**

Bei der Bauaufnahme werden Raum- und Bauteilobjekte von Klassen instanziiert. Ein festes Vorgehen soll nicht erzwungen werden, so daß zwei prinzipielle Vorgehensweisen unterstützt werden:

- Top-Down /Abb. VIII-33/
- Bottom-Up /Abb. VIII-34/

Abb. VIII-33 Top-Down Ansatz bei der Erstbegehung

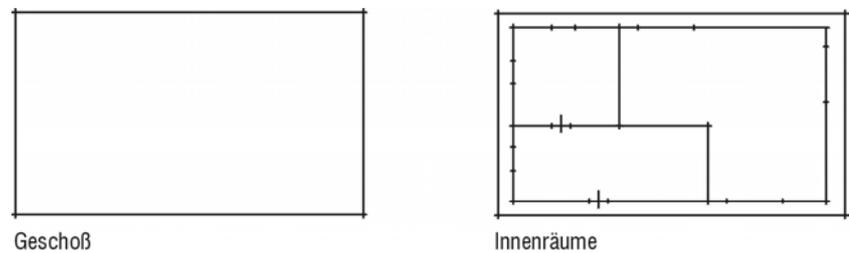
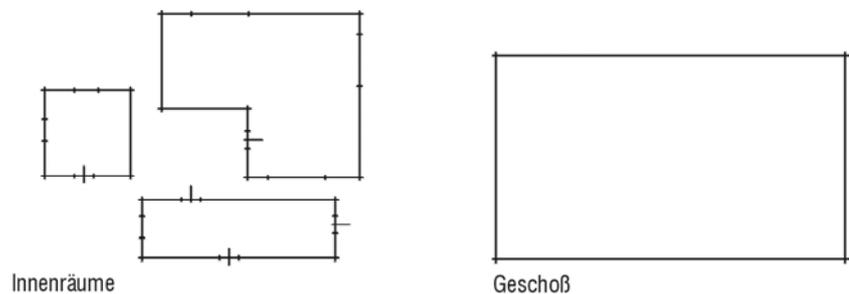


Abb. VIII-34 Bottom-Up Ansatz bei der Erstbegehung



Der Wechsel innerhalb der Aufnahme ist ebenfalls möglich (Mix-Strategie).

Nach Erzeugung eines Objektes im Bauwerksbaum stehen nun verschiedene im Geometrieeditor vordefinierte Geometrieklassen zur Verfügung.

Für die geometrische Lageveränderung sind Funktionen wie Schieben und Skalieren vorgesehen.

Für das Multiplizieren (Kopien oder Referenzen) von Elementen werden entsprechende Funktionen bereitgestellt. Durch eine Assoziation zwischen den erzeugten Instanzen wird die Multiplikation im Modell festgehalten.

Die konkrete Beschreibung des Anwenderobjektes erfolgt durch die Belegung der Attributwerte der **beschreibenden Sachdaten und multimedialen Informationen**. Eine farbliche Kennzeichnung ermöglicht die Unterscheidung, ob eingestellte Defaultwerte bestätigt oder verändert wurden.

Vermutete strukturelle Zusammenhänge werden auf der Basis von **Relationen** auf Instanzebene festgelegt.

#### 8.4.1.4 Beispielstrukturen

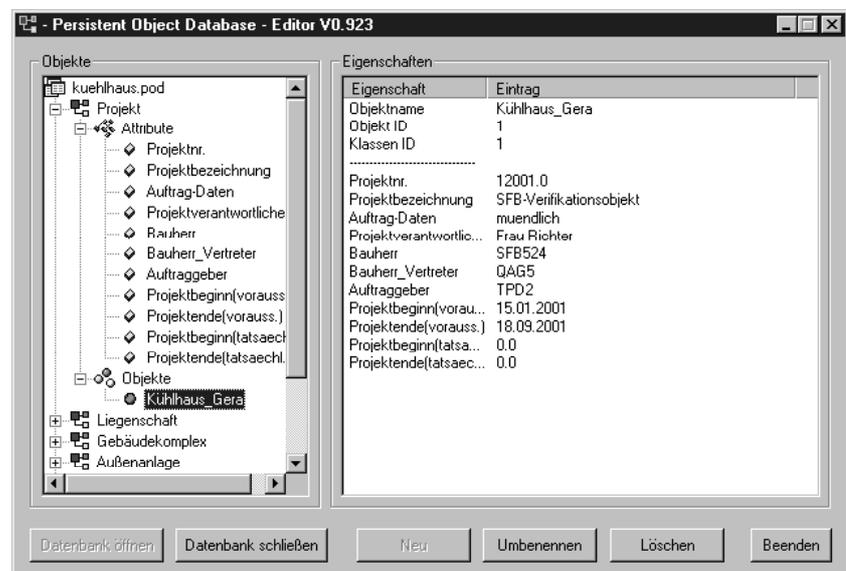
Das Kühlhaus in Gera ist ein Industriebau, der 1953/54 gebaut wurde. Seit 1995 wird es nicht mehr genutzt. Eine Initiative, die von lokalen und landesweiten Interessengruppen unterstützt wird, bemüht sich um die Einrichtung eines ‚Forums für Industriekultur in Thüringen‘. Dieses soll anlässlich der Bundesgartenschau in Gera 2007 eröffnet werden. Erste Formulierungen zur Konzeption und zum Entwurf liegen bereits vor.

Im Rahmen der Bauaufnahme sollen neben einer modellorientierten Aufnahme der Geometrie auch beschreibende Sachdaten und eine Fotodokumentation erstellt werden.

Das Aufmaß beschränkt sich auf eine abstrahierte Aufnahme. Oberflächen sollen zunächst als ebenflächig beschrieben werden. Die Möglichkeit einer späteren partiellen Detaillierung muß jedoch gegeben sein.

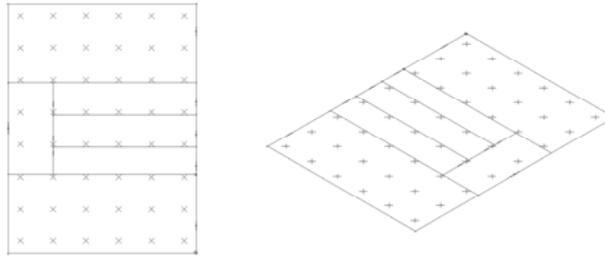
Die Initiierung des Projektes stellt den Beginn der Bauaufnahme dar. Neben Projektkennwerten, wie der Adresse des Besitzers, Gebäudekennwerten etc., werden auch die Ergebnisse von Recherchen strukturiert abgelegt. Diese Informationen sind beispielweise Verweise auf vorhandene Planungsunterlagen, Literaturangaben und eingescannte Pläne. /Abb. VIII-35/

Abb. VIII-35 Projektstruktur  
„Kühlhaus Gera“ (Auszug)



Im Rahmen der Erstbegehung wird die räumliche Strukturierung festgelegt. Weiterhin werden die wesentlichen Elemente erfaßt sowie beschreibende Sachdaten und multimediale Daten zugeordnet. /Abb. VIII-36/

Abb. VIII-36 Modell als Resultat der Erstbegehung (Auszug)



Die aufgenommenen Daten können zur Vorkalkulation und als Entwurfsgrundlage herangezogen werden. Für die am Planungsprozeß Beteiligten stehen die Daten im Auskunftsmodul zur Verfügung.

## 8.4.2 Teilsystem „Modellorientierte Aufnahme“

### 8.4.2.1 Grundüberlegung – „Raummantel“

Das Teilsystem „Modellorientierte Aufnahme“ umfaßt die zerstörungsfreie/ zerstörungsarme flächige Aufnahme vorhandener Bausubstanz. Ergebnis dieses Teilsystems sind Flächen- und Volumenmodelle und Vermutungen über strukturelle Zusammenhänge, verbaute Materialien, etc. Als Navigationszentrale steht die im Teilsystem „Erstbegehung“ zentrale Raumanordnung zur Verfügung. Die skizzenhaft erzeugten Bauteile sind Ausgangspunkt in diesem Teilsystem und werden geometrisch detailliert. Es besteht die Möglichkeit, Relationen zu lösen und neue zu bilden.

Folgende Anforderungen ergeben sich an dieses Teilsystem:

- Fortschreibung des Skizzenmodells – Verfeinerung des Baukörpers und der Innenräume
- Ableitung eines Flächen- und Volumenmodells aus aufgenommenen Punkten, Winkeln, Strecken etc.
- Definition von Relationen zu strukturellen Zusammenhängen
- Zuordnung weiterer Informationen

### 8.4.2.2 Basis-Schemata

Innerhalb des Teilmoduls werden zwei wesentliche Strukturen unterschieden – die bauteilorientierte Struktur und die geometrische Struktur. Die Instrumentenstandorte (des Tachymeters) fließen als Parameter in das Ausgleichungsmodul ein.

In /Abb. VIII-37/ und in /Abb. VIII-38/ sind Beispiele für Anwenderklassen eines Basisschemas für die bauteilorientierte Struktur dargestellt.

Abb. VIII-37 Beschreibung des Baukörpers

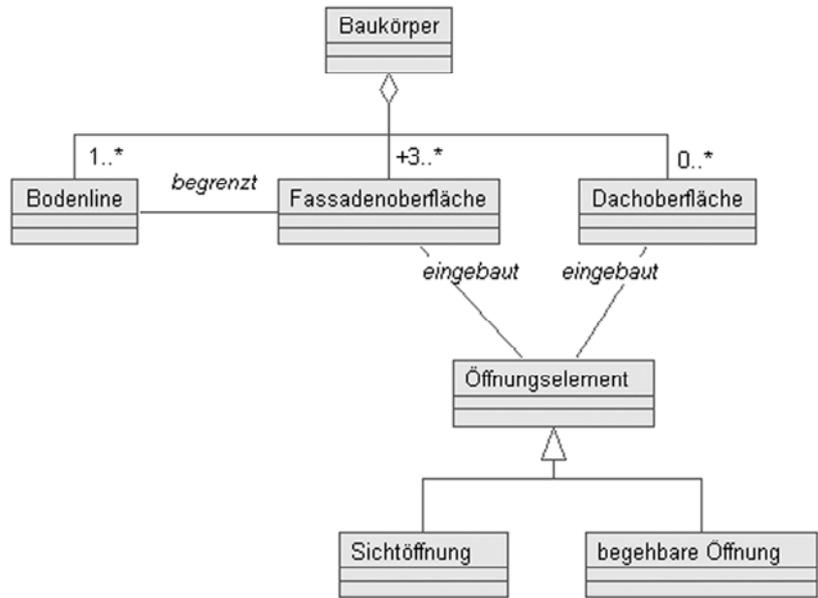
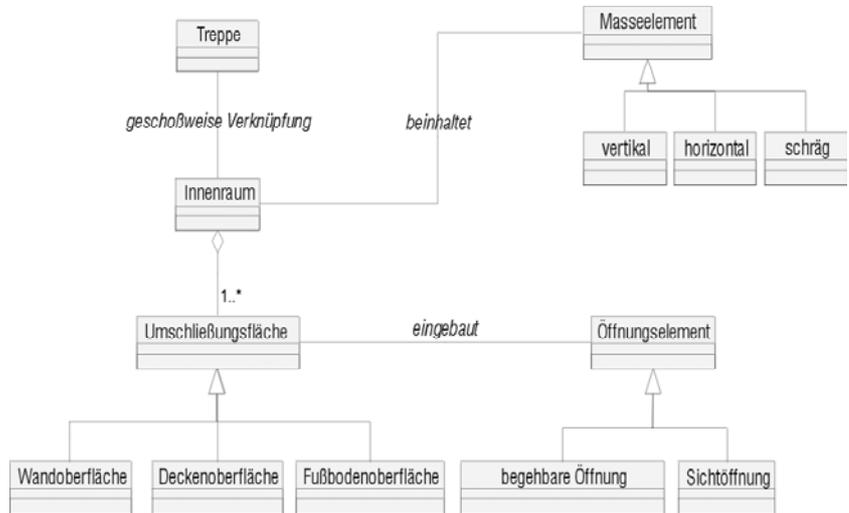
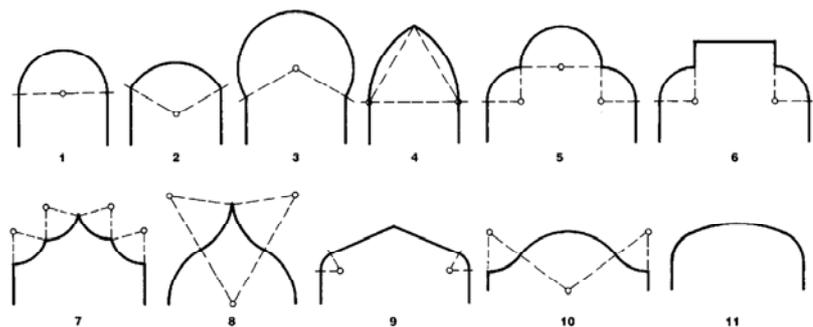


Abb. VIII-38 Beschreibung des Innenraumes



Der Geometriegenerator stellt Primitive, wie 3D-Punkt, Polygon bzw. Quader und Keil zur Verfügung. Neben den geometrischen Primitiven werden fest definierte Restriktionen, wie Parallelität und Orthogonalität angeboten. Aus diesen Grundelementen können über Eulersche Operationen komplexere Gebilde erzeugt werden. Geometrische Bauteilkataloge können als Basis-Schemata importiert werden. /Abb. VIII-39/

Abb. VIII-39 Katalog-Grundformen von Bögen /Ronner91/



### 8.4.2.3 Aufnahme

Dieses Modul unterstützt den Anwender bei der Überführung der Skizze in eine detailliertere, flächenhafte Abstraktion.

Bei der Geometrieaufnahme wird eine Kombination von Tachymetrie und händischer Ergänzung bereitgestellt.

Nach Auswahl der Geometrieform erfolgt das Aufmessen durch tachymetrische Messungen mit händischer Ergänzung. Mittels einer Ausgleichung – lokale Ausgleichung im Bauteil – wird automatisch eine Anpassung durch das Programm vorgenommen.

Neben der rein visuellen Kontrolle zwischen Modell und Realität kann bei motorisierten Tachymetern der Laserpunkt an die errechneten Ecken und Kanten zielen, so daß es dem Aufnehmenden möglich ist, eine visuelle Kontrolle vorzunehmen. Eine zweite Möglichkeit der Kontrolle ist das schrittweise Messen der „realen“ Ecke. Durch Ausreißertests wird die „reale“ Ecke bestimmt und mit dem Modell abgeglichen.

Für ein effizientes Aufmaß werden Multiplikationen (Kopie und Referenz) von Bauteilobjekten und Raumobjekten angeboten.

Beschreibende Sachdaten und multimediale Informationen sowie strukturelle Zusammenhänge werden analog der Erstbegehung angeboten.

### 8.4.2.4. Beispielstrukturen

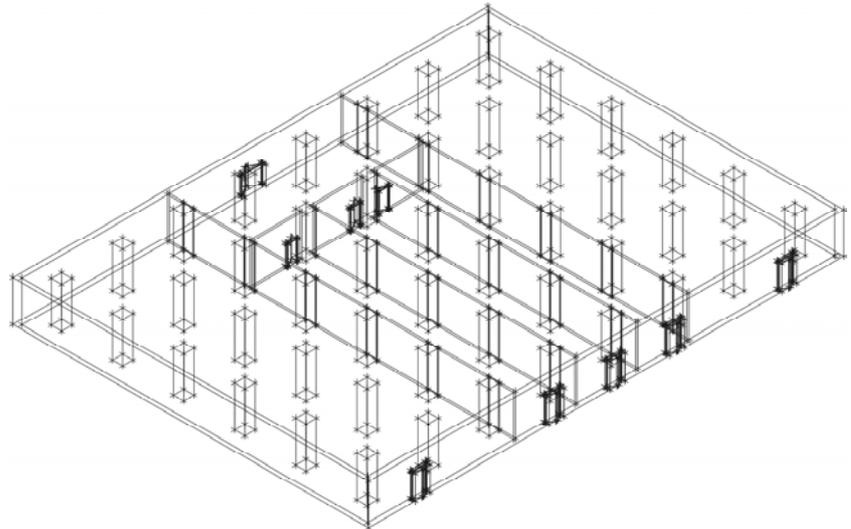
Die Aufnahme des Kühlhauses erfolgt als modellorientierte Vorgehensweise. Ein reflektorloser Tachymeter, ein Distomat, ein Zollstock und ein Bandmaß dienen als Eingabegeräte für geometrische Größen. Die Aufnahme wird vereinfacht, das heißt Oberflächen werden ebenflächig aufgenommen. /Abb. VIII-41/ Beispielsweise werden Schädigungen als auswertbare Sachdaten und multimediale Daten abgebildet. /Abb. VIII-40/

Die Aufnahme von vertikalen und horizontalen Masselementen sowie Öffnungselementen erfolgt nach augenscheinlicher Gleichheit und wird als Referenz abgebildet.

Abb. VIII-40 auswertbare Sachdaten und multimediale Daten eines vertikalen Masselementes



Abb. VIII-41 Flächenmodell des  
Kühlhauses Gera (Auszug)



Die aufgenommenen Daten werden über das Auskunftsmodule für die am Bau Beteiligten zur Verfügung gestellt.

### 8.4.3 Teilsystem „Bauteilgliederung“

#### 8.4.3.1 Grundüberlegung

Die Bauteilgliederung umfaßt die Beschreibung eines Bauwerkes durch „reale“ Konstruktionselemente und mögliche Zusammenhänge. Die Übernahme des Flächen- und Volumenmodells ist hier essentiell.

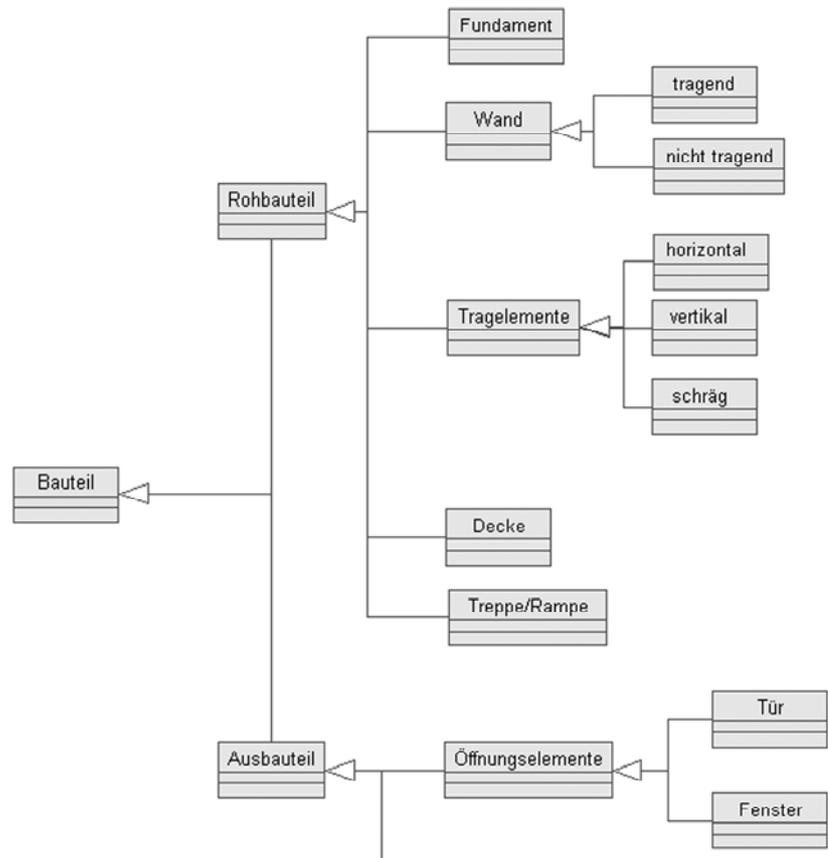
Anforderungen an dieses Teilsystem sind:

- Definition der raumbildenden Flächen zu konstruktiven Bauteilen
- Beschreibung eines Bauwerkes durch reale Konstruktionselemente und mögliche Zusammenhänge
- Zuordnung weiterer Informationen

#### 8.4.3.2 Basis-Schemata

In diesem Teilsystem ist die bauteilorientierte Struktur wesentlich. Das folgende Ordnungsschema steht als Defaultstruktur zur Verfügung.  
/Abb. VIII-42/

Abb. VIII-42 Auszug aus der Bauteilstruktur



Als übergeordnete Strukturen sind z.B. Einteilung in Bauabschnitte möglich.

#### 8.4.3.3 Konstruktion

Wesentlich in diesem Modul ist die Zusammenfassung der aufgenommenen Flächen zu konstruktiven Bauteilen. Dabei werden als grundlegende Funktionen Zuordnungs- und Zerlegungsalgorithmen von Teilflächen sowie Komplettierungen von Oberflächen dem Bauaufnehmenden angeboten.

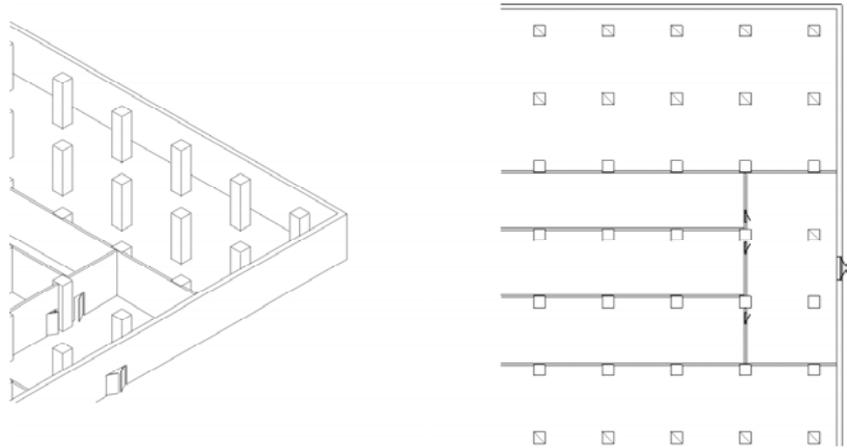
Eine Anzeige von Relationen über strukturelle Zusammenhänge unterstützt den Aufnehmenden bei der Festlegung von Bauteilen.

Die Zuordnung von Sachdaten, multimedialen Daten und Relationen ist wie im Teilsystem „Aufnahme“ möglich.

#### 8.4.3.4. Beispielstrukturen

Ausgehend von dem Flächenmodell und von Vermutungen über strukturelle Zusammenhänge sowie den Ergebnissen des Quellenstudiums erfolgt in dieser Phase die Zuordnung der aufgenommenen Oberflächen zu Bauteilen. /Abb. VIII-43/

Abb. VIII-43 bauteilorientiertes Modell des Kühlhauses Gera (Auszug)



Das Ergebnis ist ein bauteilorientiertes Modell mit imperfektem Charakter. Eine Bauuntersuchung zur Bestimmung von Werkstoffkenngrößen und konstruktiven Details beispielsweise sind im Rahmen der Planung unerlässlich.

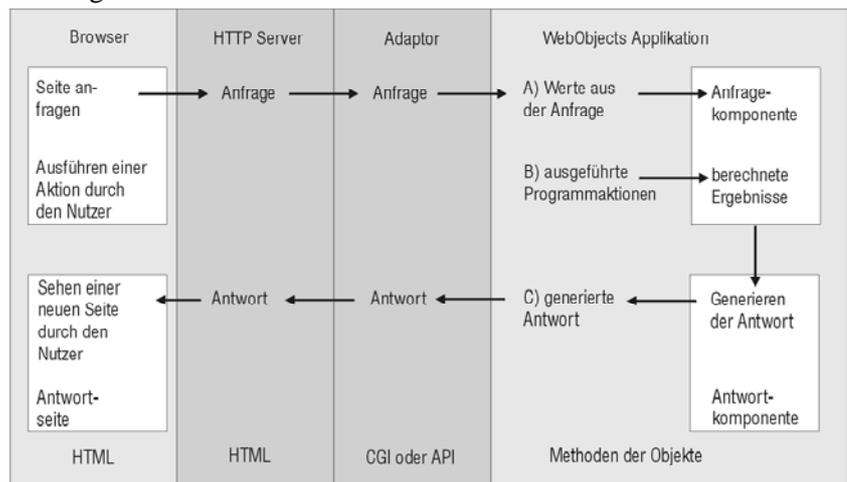
#### 8.4.4 Teilsystem „Auskunftsmodul“

Innerhalb des Auskunftsmoduls ist es möglich, Anfragen an das System zu stellen. Der strukturierte Datenbestand bietet durch die Verfügbarkeit aller raumbezogenen Daten eine neue Informationsqualität an. Auf der Basis eines räumlichen Bezugssystems besteht die Möglichkeit thematischer Darstellungen.

So können Daten aus den verschiedenen Teilmodellen abgefragt werden.

Die Plattform für das Auskunftsmodul ist ein Internet-Browser. Die differenzierte Darstellung erfolgt durch Kombination von VRML-Darstellungen und HTML-Seiten. /Abb. VIII-44/

Abb. VIII-44 schematische Darstellung des Auskunftsmoduls

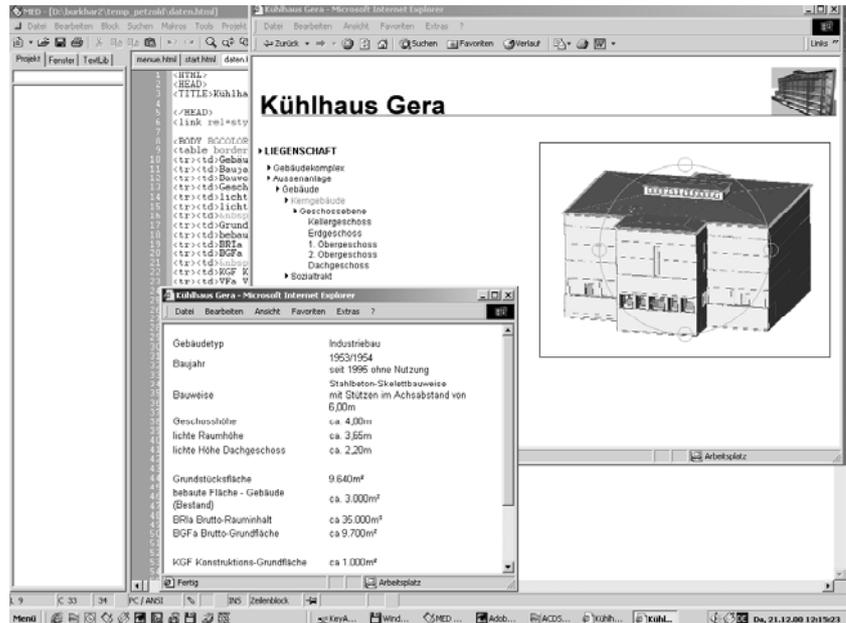


##### 8.4.4.1 Beispielstrukturen

Das Auskunftsmodul dient den am Bau Beteiligten als zentrales Instrumentarium zum Auffinden von Informationen. Als Navigation fungiert der „Raum“. Die räumliche Strukturierung ist durch das „physische Vorhandensein“ eine verständliche Navigationsstruktur. /Abb. VIII-45/ Durch

Anfragen an das System können räumliche Strukturen einzeln oder in Kombination angezeigt werden. Die Auswertung von Daten wird ebenfalls durch Anfragesprachen realisiert.

Abb. VIII-45 VRML-Modell des Kühlhauses Gera (Auszug)



### 8.4.5 Teilsystem „Dokumentation & Präsentation“

Dieses Teilsystem realisiert die Generierung von Gebäude- und Raumbüchern (numerische Form und textuelle Form) oder die Überführung in ein hypermedia-basiertes System.

Die Liste ließe sich noch beliebig erweitern. Durch die dynamische Modellverwaltung steht dem Anwender die Möglichkeit offen, Plug-Ins für konkrete Ausgaben zu erstellen.

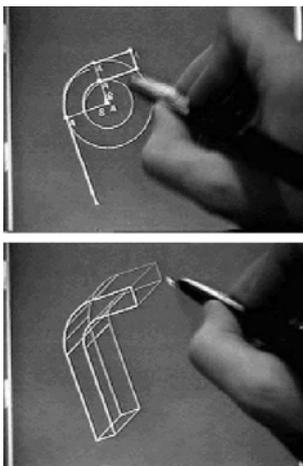


Abb. VIII-46 Quicksketch-Skizzentool /Bruderlin99/

## 8.5 Hardwarelösung für die Bauaufnahme

Während der softwaretechnischen Konzeption eines Bauaufnahmesystems wird man zwangsläufig mit Fragen hinsichtlich speziell angepasster Hardwarekomponenten konfrontiert. In diesem Abschnitt werden Überlegungen zu Hardwarelösungen aufgezeigt und Anforderungen an diese formuliert.

In der Bauaufnahme werden heute „traditionelle“ Hardwarekomponenten benutzt. Für die speziellen Gegebenheiten während der Aufnahme von Bausubstanz sind diese nicht konzipiert. Betrachtet man aber heutige Möglichkeiten und tendenzielle Entwicklungen, wären verschiedene Varianten denkbar.

Für eine effiziente Bauaufnahme wird ein tragbarer Rechner mit verschiedenen Ein- und Ausgabeschnittstellen benötigt. Die technologischen Grundlagen wurden und werden in verschiedenen Projekten, die sich mit **wearable computing** (tragbare Computer) beschäftigen, gelegt.

Für die rechnergestützte Bauaufnahme käme der an der University of Oregon entwickelte Wearable „NETman“ in Frage /Abb. VIII-47/,



Abb. VIII-47 netman – wearable computing

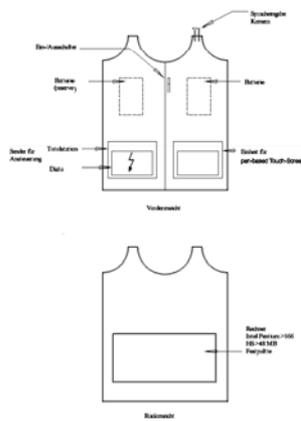


Abb. VIII-48 wearable computing –  
Konzept für einen Bauaufnahme-  
rechner

müßte aber den speziellen Anforderungen der Aufnahme von Bausubstanz vor Ort angepaßt werden. Die Eingabe beispielsweise sollte eine Kombination zwischen Symbol- und Schrifterkennung, Sprachsteuerung und Eingaben via Tachymeter und Distomat sein. /Abb. VIII-46/ Konzeptionelle Überlegungen sind in /Donath97/ aufgezeigt. /Abb. VIII-48/

Eine weitere Möglichkeit stellt der Einsatz von **augmented reality** dar. Mit dieser Technologie können sowohl allgemeine als auch orts- und objektbezogene Informationen in die Sicht des Nutzers eingeblendet werden, z.B. die Überlagerung der Realität mit dem Rechnermodell für eine visuelle Kontrolle der aufgenommenen Punkte.

Der **Tachymeter** stellt heute das wichtigste Eingabegerät für die dreidimensionale Erfassung von Punkten in Gebäuden dar. Den Anforderungen nach einfacher Handhabung der reflektorlosen Tachymetersysteme und der Beschleunigung des Meßvorgangs wurde in den vergangenen Jahren durch Einführung folgender technischer Neuerungen Rechnung getragen:

- Laserpointer zur Visualisierung des Zielstrahls mit Hilfe eines roten Laserpunktes
- automatisches Laserlot
- Kompensator für automatische Horizontierung
- Servoantrieb für automatische Messungen
- Datenübertragung per Funk
- Fernsteuerung des Tachymeters zur Gewährleistung der unveränderlichen Stationierung

Zwischen den Anforderungen seitens der Bestandsaufnahme nach einem Blackboxsystem und den kompliziert gestalteten Spezialvermessungsinstrumenten entstand durch die Realisierung dieser technischen Neuerungen an Tachymetersystemen ein relativ guter Kompromiß. Sollen zukünftige Tachymeter als „normale“ 3D-Eingabegeräte betrachtet werden, so müssen noch Aspekte, wie z.B. vollautomatische Zentrierung und automatische Feinhorizontierung, realisiert werden.

Die hier aufgezeigten Betrachtungen können lediglich als Anregung für weitere wissenschaftliche Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet dienen.

## 9. Diskussion & Ausblick

Die Bauaufgaben der Zukunft sind im hohen Maße durch kombinierte Neubau-, Umbau- und Instandsetzungsaufgaben sowie Revitalisierungsvorhaben geprägt. Hinzu kommt eine zunehmende Spezialisierung und Globalisierung im Bauwesen.

Für eine wirtschaftlich vertretbare Planung im Bestand werden neue Methodiken und Planungsstrategien benötigt. Die IT eröffnet Möglichkeiten für rechnergestützte, verteilte Planungstechnologien. Eine adäquate IT-Unterstützung ist derzeit Forschungsschwerpunkt auf nationaler und internationaler Ebene.

Durchgängige rechnergestützte Planung im Bestand setzt digitale Planungsunterlagen voraus. Oftmals liegen jedoch keine oder nicht aktualisierte Planungsunterlagen vor.

Der Ausgangspunkt planerischer Tätigkeit im Bestand ist deshalb meist eine Bestandsaufnahme. Aus den Versäumnissen einer detaillierten Aufnahme der Bausubstanz entstehen die meisten Konflikte im Planungsprozeß.

In der Auseinandersetzung mit verschiedenen Literaturquellen und der Analyse von Projekten wurden die aufzunehmenden baulichen Objekte, die Geräte, Methodiken und Arbeitsweisen in der Bauaufnahme hinsichtlich einer IT-Unterstützung untersucht.

Ausgehend von der Beschreibung der Bauaufnahme als offenes System wurde ein modular geordnetes Programmsystem konzipiert und mit Teilsystemen untersetzt.

Das vorgestellte Konzept befaßt sich mit der strukturierten Aufnahme von planungsrelevanten Eigenschaften der Gebäudesubstanz (Gebäudemodellierung). Dabei stehen dem Bauaufnehmenden bei der schrittweisen Erfassung verschiedene Tools zur Verfügung. Die einzelnen Phasen in der Bestandserfassung werden adäquat hinsichtlich der Modelle als auch der Erfassungstechniken unterstützt. Dies vollzieht sich von der Erstbegehung über die Aufnahme sichtbarer Oberflächen bis hin zu einer bauteilorientierten Strukturierung. Primäres Anliegen der Konzeption ist die Fortschreibung der Modelle.

Die Aufnahme beschränkt sich nicht nur auf geometrische Informationen, sondern schließt auch formalisierbare und informale planungsrelevante Informationen ein.

Der Unikatcharakter von Bauwerken und des Planungsprozesses stellen eine hohe Flexibilität hinsichtlich der aufzunehmenden Informationen und der rechnerinternen Modelle dar.

Das Paradigma der Objektorientierung bietet hier wesentliche Möglichkeiten an. Dabei ist Objektorientierung nicht nur auf objektorientierte Programmierung, objektorientiertes Design etc. beschränkt, sondern wird

als objektorientierte Modellierung für die Generierung und Modifikation von Anwendermodellen verstanden.

Der hier vorgestellte konzeptionelle Ansatz beruht auf der Definition von Anwendermodellen, die dynamisch zur Laufzeit gestaltet werden können. Das Konzept bietet dem Anwender die Möglichkeit, vordefinierte Basis-Schemata (Gebäudemodelle) zu importieren, zu modifizieren und zu exportieren.

Die Nutzung einheitlicher Modelle bei der Bauaufnahme sichert für den weiteren Planungsablauf auswertbare und konsistente Daten, die für längere Zeiträume im Gebäudelebenszyklus verfügbar und interpretierbar bleiben.

In der Konzeption ist die Möglichkeit, verschiedene Aufnahmeinstrumente einzeln bzw. in Kombination zu verwenden, berücksichtigt. In dem vorgestellten Konzept wurden ausschließlich traditionelle Eingabetechniken (Skizzeneingabe und händische Messung) und die tachymetrische Eingabe berücksichtigt.

Das vorgeschlagene System wurde nicht vollständig, sondern lediglich in prototypischen Experimentalsystemen umgesetzt. Diese reflektieren Teilaspekte, die als kritisch betrachtet wurden.

Im Rahmen der Arbeit erfolgte die Verifikation und Exploration in begrenztem Rahmen – innerhalb von Testreihen und in Lehrveranstaltungen an der Professur „Informatik in der Architektur“.

Es wurde jedoch ein Ansatz formuliert, der eine „großzügige“ Verifikation und Exploration im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 524 „Werkstoffe und Konstruktionen für die Revitalisierung von Bauwerken“ garantiert.

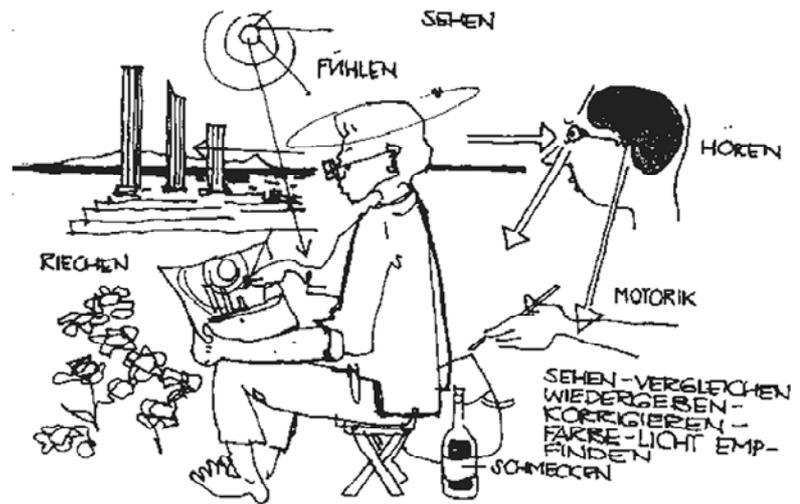
Von einem Idealsystem für die Bauaufnahme ist man derzeit noch weit entfernt. Verschiedene Aufnahme- und Erfassungstechniken existieren oftmals nur als Einzellösungen. Die Integration unter einer Oberfläche ist bis heute jedoch noch nicht gelungen.

Forschungsvorhaben, wie beispielsweise die automatische Übernahme vorhandener analoger Pläne in ein 3D-Modell /Steinhage97/, die Bauteilerkennung aus Videoaufnahmen /Streilein95/ und die Ableitung von 3D-Modellen aus photogrammetrischen Messungen /Buck93/, müssen bei der Konzeption des Idealsystem einfließen.

Tendenzen im Bereich der Softwaretechnologie (augmented reality, Fast Solver, Parallelalgorithmen etc.) und der hardwaretechnischen Entwicklung (wearable computing, GPS etc.) müssen in Zukunft ebenfalls Berücksichtigung finden.

Mit der vorliegenden Arbeit hat sich der Autor den Anspruch gestellt, die Aufnahme von Gebäuden inhaltlich und konzeptionell so aufzubereiten, daß eine IT-Umsetzung möglich ist. Dabei soll eine Brücke zwischen Architektur/ Bauwesen, der Geodäsie und der Informatik geschlagen und eine Diskussionsplattform für weitere Forschungstätigkeiten im Bereich der Bauaufnahme geschaffen werden.

Abb. IX-1 Bauaufnahme –  
schematische Darstellung des  
Vorgangs: „Sehen und Wiederge-  
ben“ /NN89/



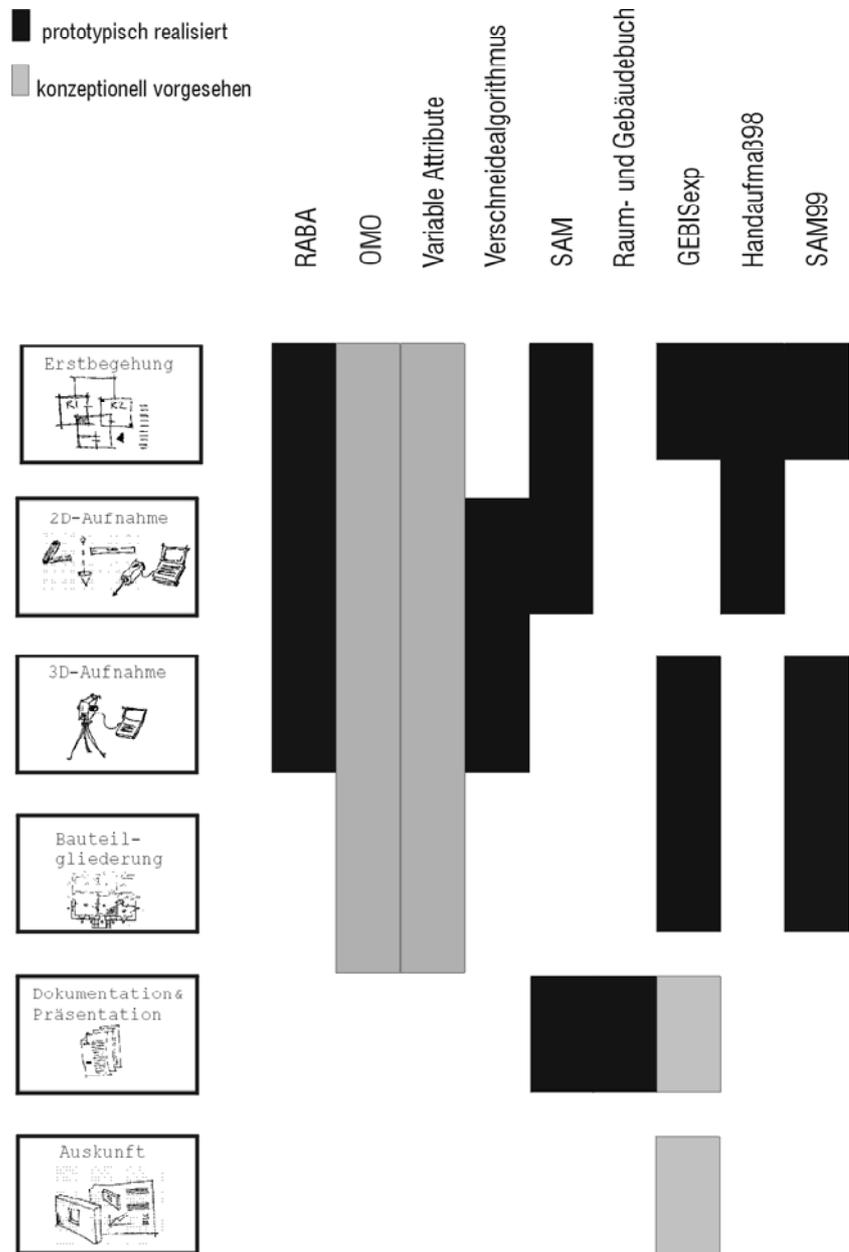
Bauaufnahme bedeutet nicht nur die geometrische Erfassung von Bauwerken, sondern erfordert eine eingehende „Befragung“ des Bauwerkes. /Abb. IX-1/ Eine qualitative Aufnahme setzt weitreichende Kenntnisse und Erfahrungen auf diesem Gebiet voraus. Der Aufnehmende entscheidet welche Informationen in welcher Abstraktion relevant sind. Die IT kann hierbei „nur“ als neues Werkzeug angesehen werden. Letztendlich entscheidet der Bauaufnehmende über den tatsächlichen Einsatz und die Einflußnahme der IT-gestützten Werkzeuge in der Bauaufnahme und der Planung.

# Anhang A: Prototypen

Im Umfeld des Forschungskomplexes „GEBIS“ entstanden verschiedene Prototypen, die Teilaspekte eines durchgängigen Bauaufnahmesystems reflektieren. Sie entstanden im Rahmen der Lehrveranstaltung „Computergestützte Bauplanung“, in Seminararbeiten und waren Themen von Diplomarbeiten, die auch durch den Autor betreut wurden.

Mittels der prototypischen Implementationen konnten experimentelle Felduntersuchungen vor Ort und Laboruntersuchungen erfolgen. Schlußfolgerungen, die die Handhabbarkeit, die Nutzerakzeptanz, die Komplexität und Funktionalität und das Vorgehen bei der Aufnahme betreffen, waren so möglich.

Abb. A-1 Einordnung der Prototypen in das Gesamtkonzept



## A.1 RABA – Raum- und Bauteilaufnahme

Diplomarbeit

SS 95

F. Petzold

Betreuung:

Prof. Dr.-Ing. D. Donath

Dipl.-Inf. C. Ott

Dipl.-Ing. F. Steinmann

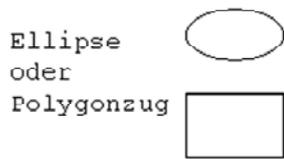


Abb. A-2 ikonische Darstellung eines Raumes



Abb. A-3 vereinfachte Darstellung eines Raumes

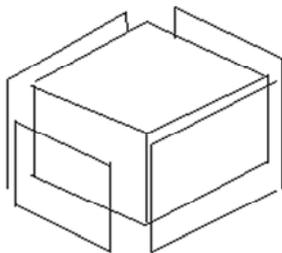


Abb. A-4 vollständige Darstellung eines Raumes

Die Diplomarbeit beschäftigte sich mit der Konzeption eines Bauaufnahmeprogrammes auf objektorientierter Basis. Es wurden ausschließlich tachymetrische Aufnahmemethodiken betrachtet.

Beim Bauaufmaß können reale bauliche Objekte in verschiedenen Abstraktionsstufen aufgenommen werden. Diese Forderung wird in der Konzeption berücksichtigt, so daß eine evolutionäre Fortschreibung ermöglicht wird. Drei Abstraktionsstufen werden dabei berücksichtigt:

- ikonische Darstellung /Abb. A-2/
- vereinfachte Darstellung /Abb. A-3/
- vollständig detaillierte Darstellung /Abb. A-4/

Die Aufnahme komplexer Bauteile war ein weiterer Schwerpunkt. Ein dekompositorischer Ansatz wurde gewählt und für ausgewählte Bauteile aufgestellt. /Abb. A-5/

Die Raum- und Bauteile wurden durch vordefinierte Merkmale (Attribute) beschrieben. Berücksichtigung fand im Konzept die Hinzunahme informaler Informationen. /Abb. A-6/

Neben einem fest definierten Ordnungsschema wurde die laufzeitdynamische Erweiterung von Anwenderklassen vorgeschlagen.

Abb. A-5 Dekomposition einer Treppe

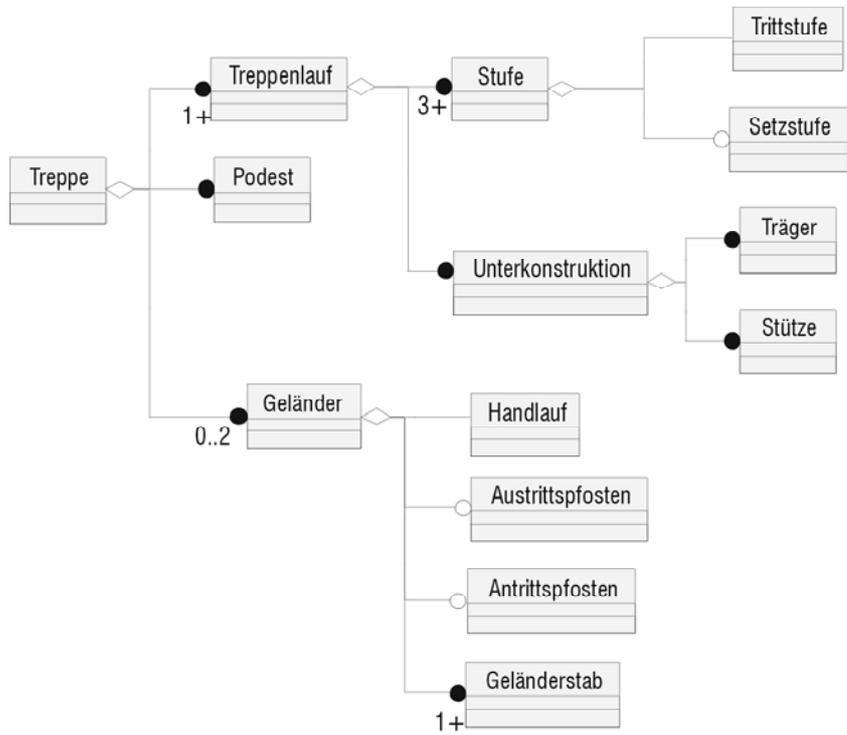
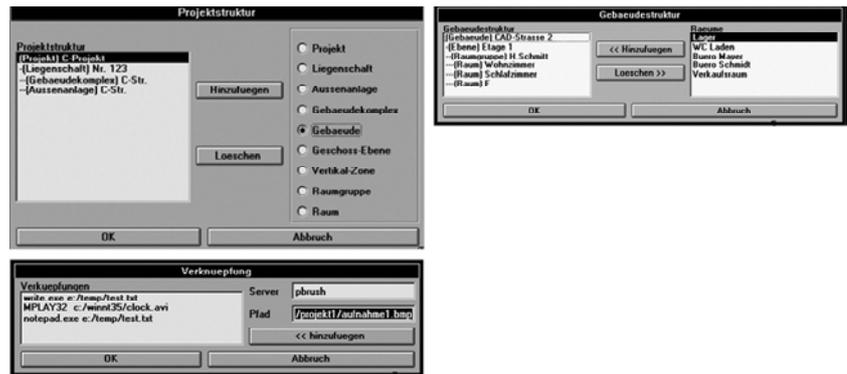


Abb. A-6 Dialogboxen des Prototypes RABA (AutoCAD 13)



## A.2 OMO – Objektmodellierer zur Bestandsaufnahme, Planung und Kostenschätzung

Forschungsarbeit

1996

Bearbeitung:

Professur Bauwirtschaft und Baumanagement

Professur Informatik in der Architektur und Raumplanung

Bei der Bestandserfassung von Gebäuden ist es bereits mit der ersten Begehung notwendig, Informationen in einem Ordnungsprinzip strukturiert aufzunehmen. In der weiteren Bearbeitung des Projektes muß die Möglichkeit gegeben sein, diese fortzuschreiben, zu verändern oder um neue planerische Aspekte zu erweitern. Eine bedeutende Rolle spielt dabei die frühzeitige Kostenschätzung (tolerierete Abweichung 10% bis 20%).

Eine vollständige Festlegung aller relevanten Bestandsobjekte und ihrer spezifischen Eigenschaften ist nicht möglich, da diese einerseits von der Komplexität des Bestandsobjektes selbst und andererseits von den Wünschen des Nutzers abhängen. Aus diesem Grund wurde ein Konzept für ein Programmsystem entwickelt, welches Objekttyp-Definitionen zur Laufzeit realisiert. Mit einer grafischen Benutzeroberfläche hat der Nutzer die Möglichkeit, Objekttypen festzulegen. /Abb. A-7/

Im Rahmen der Aufnahme vor Ort werden diese konkreten Werten belegt. Durch die Festlegung von Wertebereichen, einer Auswahl von Fachtermini und weiteren Parametern ist somit bereits nach der Erstbegehung eine Vorkalkulation der Kosten möglich. /Abb. A-8/

Abb. A-7 Definition von Objekttypen

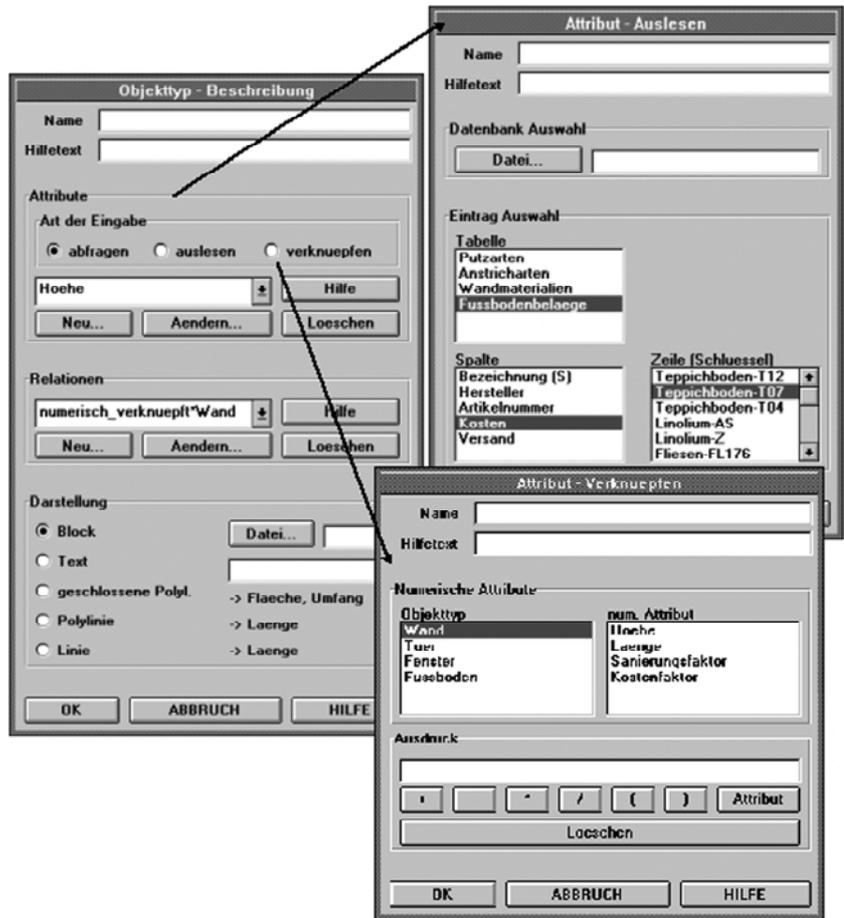
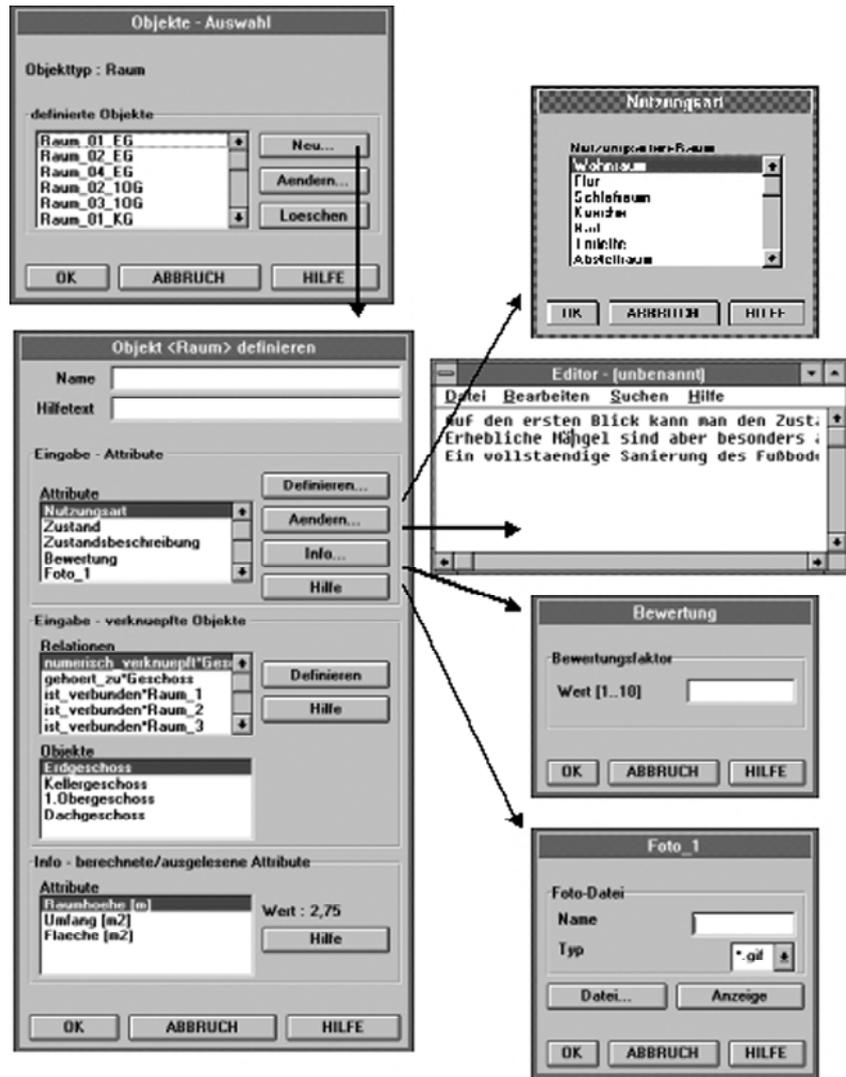


Abb. A-8 Ausprägung mit konkreten Werten



## A.3 Variable Attribute – Persistent Object Database

Projektbeleg – Computergestützte Bauplanung III/IV WS 96/97, SS 97  
R. Tscherpanow

Betreuung:

Prof. Dr.-Ing. D. Donath

Dipl.-Inf. F. Petzold

Die planungsrelevante Bauaufnahme umfaßt neben dem Aufmaß (Geometrie) auch die Aufnahme von formalisierbaren (alphanumerische Sachdaten) und informalen Informationen (multimediale Daten). In empirischen Untersuchungen wurde festgestellt, daß eine vollständige Definition planungsrelevanter Attribute nicht möglich ist. Das Konzept der variablen Attribute ermöglicht dem Nutzer neben den vordefinierten Attributen die Definition weiterer Attribute zur Laufzeit. Somit ist eine projektspezifische Anpassung möglich.

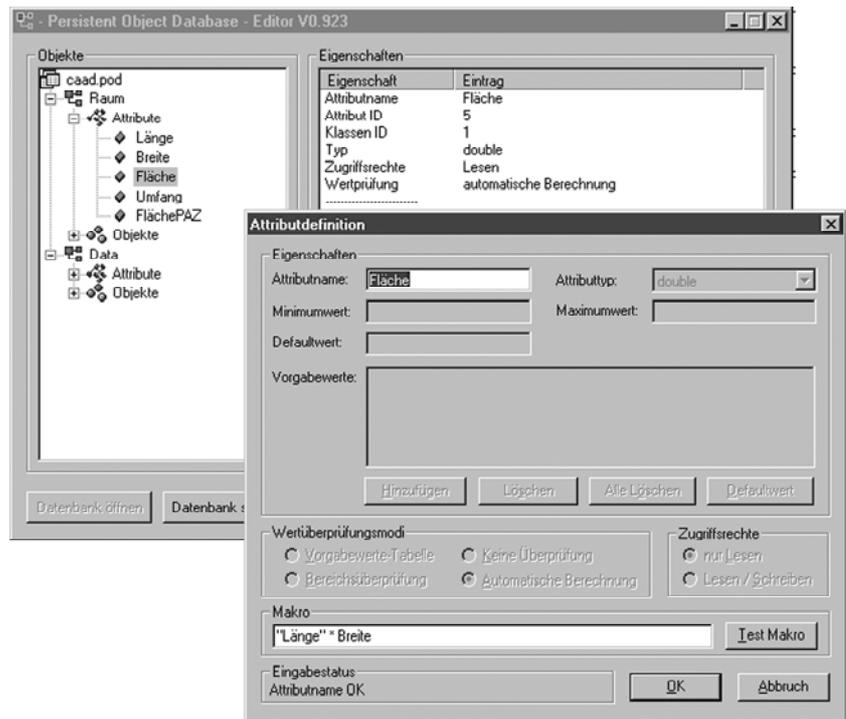
Variable Attribute sind Klassenattribute, die zur Laufzeit definiert bzw. aus der Klassendefinition entfernt werden können. Der Wert eines Attributes wird persistent abgespeichert, um den Gültigkeitsbereich über die Programmlaufzeit hinweg zu erweitern.

Dem Nutzer stehen verschiedene Grundtypen von Attributen, wie float, integer, bool, string, zur Verfügung. Die Wertebereichsüberprüfung (Minimum, Maximum) sowie die Möglichkeit, Defaultwerte und eine Vorgabetabelle anzugeben, werden unterstützt.

Die Verknüpfung variabler Attribute mit mathematischen Termen zur automatischen Ermittlung von Attributwerten sind in diesem Konzept vorgesehen. In den Termen können variable und statische Attribute der Klassen gleichberechtigt benutzt werden. Die mathematischen Terme werden einer lexikalischen und syntaktischen Analyse unterzogen.

/Abb. A-9/

Abb. A-9 variable Attribute –  
Oberfläche und Attributdefinition



## A.4 Verschneidealgorithmus für die bauteilorientierte Bauaufnahme

Projektbeleg – Computergestützte Bauplanung III/IV WS 96/97, SS 97  
T. Thurow

Betreuung:  
Prof. Dr.-Ing. D. Donath  
Dipl.-Inf. F. Petzold

Das Aufmaß eines Gebäudes erfolgt raumorientiert. Dabei werden Räume durch die sie begrenzenden Wand-, Decken- und Fußbodenoberflächen beschrieben.

Beim tachymetrisch reflektorlosen Aufmaß werden die Oberflächen durch Aufnahme von diskreten Meßpunkten beschrieben. Beispielsweise wird bei der schnittorientierten Aufnahme die Wandoberfläche durch zwei Meßpunkte – eine Linie – abstrahiert, die 3D-Aufnahme erfolgt durch drei Meßpunkte – Beschreibung einer Ebene. Die so (unsortiert) aufgenommenen Wandoberflächen müssen danach noch verschritten werden. Dazu wurden ein Algorithmus und ein Prototyp entwickelt.

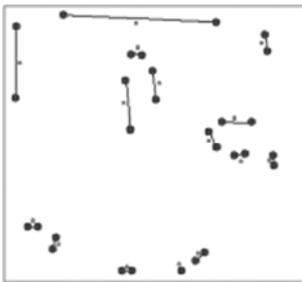


Abb. A-10 Raumform mit aufgenommenen Meßpunkten

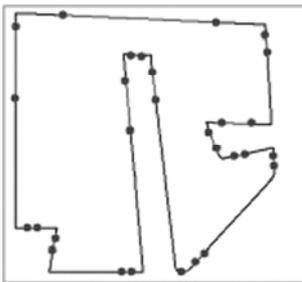


Abb. A-11 verschrittene „Wandteilstücke“

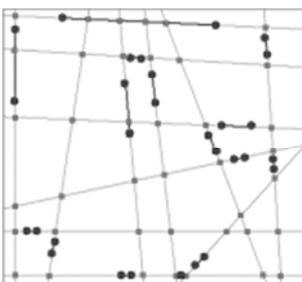


Abb. A-12 Modell der ermittelten Geraden



Abb. A-13 Modellzustand während der Auflösung

Die direkte **planorientierte Aufnahme** (zweidimensionales horizontales Schnittbild) mit einer Totalstation erfolgt durch die Erfassung der Wandoberflächen mittels zweier Meßpunkte. Im Prototyp wurden Wandoberflächen immer durch Linien abstrahiert. Bei reflektorlos messenden Tachymetern treten verschiedene Probleme auf. Ecken und Kanten können nicht direkt gemessen werden (vgl. 2.3.3).

Beim tachymetrischen Aufmaß werden „Wandteilstücke“, die durch zwei aufgemessene Punkte definiert sind, aufgenommen. Der Standort des Meßgerätes, von dem die Punkte aufgenommen wurden, wird ebenfalls erfaßt. Damit ist die sichtbare Seite des „Wandteilstückes“ bekannt.  
/Abb. A-10/

Im ersten Bearbeitungsschritt werden die aus den „aufgenommenen Wandteilstücken“ gebildeten Geraden miteinander verschritten.  
/Abb. A-11/

Mittels eines Regelwerkes werden schrittweise die entstandenen Strecken, die in der Realität nicht existieren können, herausgerechnet.  
/Abb. A-12/

Danach liegen nur noch logische Mehrdeutigkeiten vor. Diese müssen manuell aufbereitet werden. Das Verfahren kommt dem Benutzer insofern entgegen, daß Varianten bei Mehrdeutigkeit schon durch „Bewertungsfunktionen“ so geordnet werden, daß die wahrscheinlicheren Varianten zuerst gezeigt werden. /Abb A-13/

Die ermittelten Raumkubaturen können als DXF-Datei gespeichert und in CA(A)D-Systeme eingelesen werden. /Abb. A-14/ /Abb. A-15/

Die **3D-modellorientierte Aufnahme** eines Raumes mittels Totalstation erfolgt durch die Erfassung der begrenzenden raumbildenden Oberflächen (Wand-, Decken und Fußbodenoberflächen). Der konzipierte Algorithmus ist für eine 3D-Aufnahme ausgelegt.

Abb. A-14 Prototyp des Verschneidealgorithmus (Version 1)

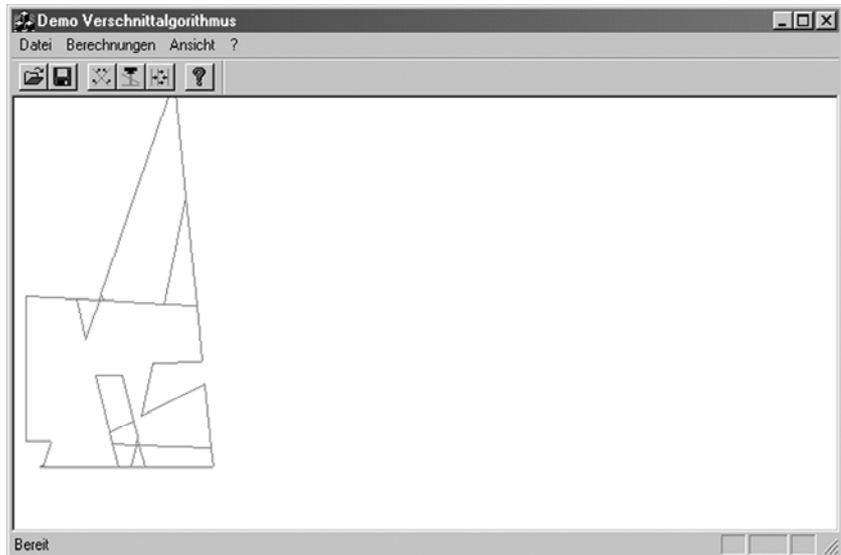
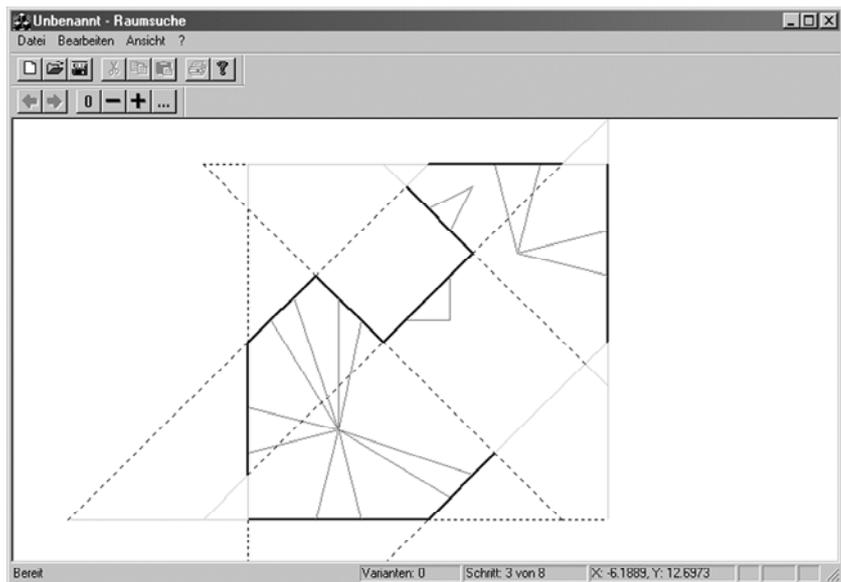


Abb. A-15 Prototyp des Verschneidealgorithmus (Version 2)



## A.5 SAM – differenzierte Planerstellung basierend auf skizzenhafter Eingabe

Projektbeleg – Computergestützte Bauplanung IV SS 97  
Informatikstudenten des Matrikels 94

Betreuung:

Prof. Dr.-Ing. D. Donath

Dipl.-Inf. F. Petzold

Dipl.-Inf. H. Regenbrecht

Die **planungsorientierte strukturierte Aufnahme** ist Gegenstand des Konzeptes und Prototypes. Neben dem Aufmaß können formalisierbare und informale Informationen erfaßt werden.

Die prototypische Implementation beschränkt sich auf die Aufnahme rechtwinkliger Räume.

Das Programm unterstützt die evolutionäre Annäherung an die Bausubstanz, durch

- die skizzenhafte Sicht (SketchView) und
- die detaillierte Umsetzung in eine korrekte 2D-Zeichnung (PlanView). /Abb. A-16/

Die Erfassung der Bausubstanz erfolgt strukturiert in einer Raum- und Bauteilstruktur. /Abb. A-17/

Das Projekt bildet die Wurzel der Aufbaustruktur.

Gebäude und Geschosse werden als Grafik zunächst in symbolhafter Form visuell dargestellt.

Die Aufnahme eines Raumes erfolgt im SketchView durch die Skizzierung der raumbegrenzenden Wandoberflächen. Die Definition von Öffnungselementen (Fenster und Türen) wird ebenfalls unterstützt. Durch das Überstehen der raumbegrenzenden Wandoberflächen wird die visuelle Darstellung eines nicht vermessenen Raumes verdeutlicht. /Abb. A-18/

Nach der Skizzierung können die Elemente mit einem angeschlossenen Distomat oder durch händische Eingabe vermessen werden. Bereits vermessene Elemente werden farbig markiert. /Abb. A-19/

Ist der Raum vermessen, werden die Kreuze an den Ecken ausgeblendet, und die Linien werden schwarz gezeichnet.

Im Gegensatz zum SketchView werden im PlanView die Objekte durch genormte Symbole dargestellt.

Abb. A-16 SAM-2D-Aufmaßsystem

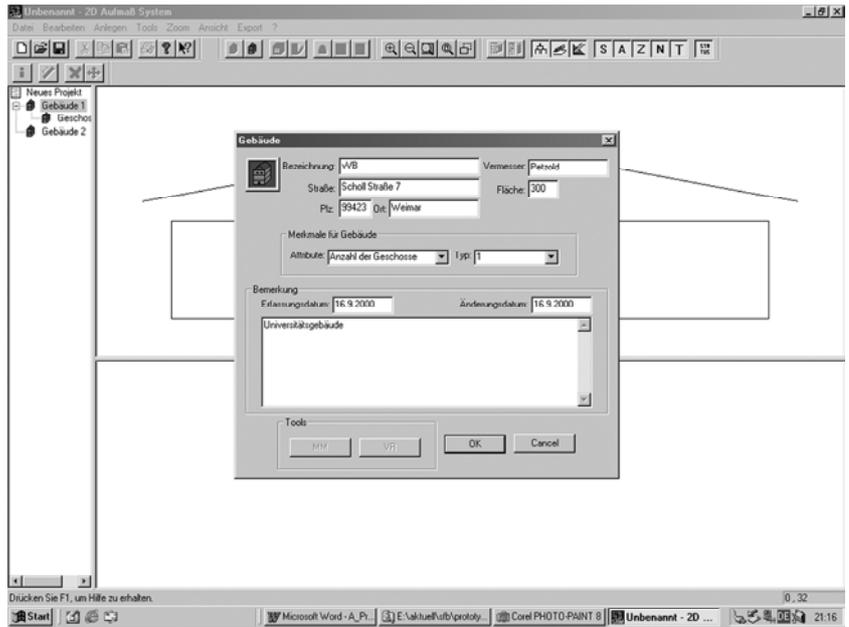


Abb. A-17 Aufbaustruktur in SAM

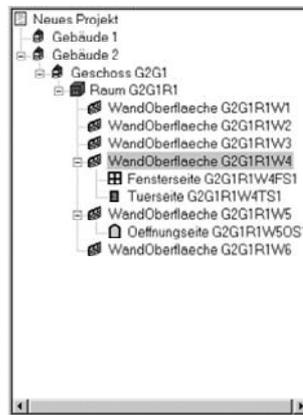


Abb. A-18 Raum im SketchView  
(nicht vermessen)

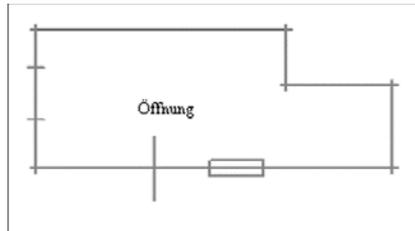
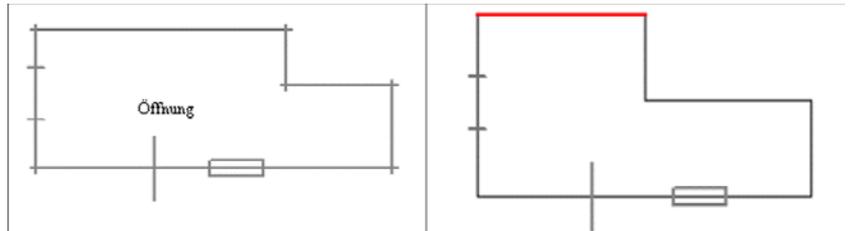


Abb. A-19 Raum im SketchView  
(vermessen)



## A.6 Raum- und Gebäudebuch – RTF- und HTML-Export

Projektbeleg – Computergestützte Bauplanung III WS 96/97

Vera Hernandez-Ernst

Betreuung:

Prof. Dr.-Ing. D. Donath

Dipl.-Inf. F. Petzold

Die Darstellung der aufgenommenen formalisierbaren und informalen Informationen soll nicht nur in einem Aufnahmesystem bzw. Auskunftssystem erfolgen, sondern die Dokumentensicht (HTML-Seite und WinWord-Dokument) oder die numerische Sicht (Excel-Dokument) gegeben sein.

Im Prototyp erfolgt die Überführung in ein Raum- und Gebäudebuch im Microsoft Rich-Text-Format. Dieses ist eine Standardform für die Textcodierung und den grafischen Austausch.

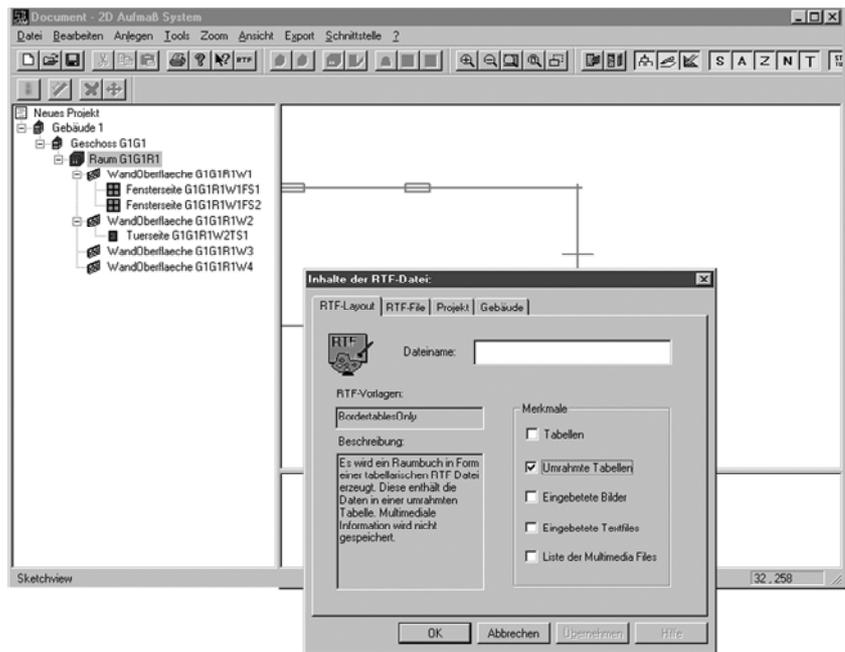
RTF ist in der Lage, alle Objekte, die in Standard-Dokumenten enthalten sind, darzustellen, z.B. mehrsprachige Texte, Fußnoten, Headers, Fußzeilen, Symbole, Tabellen, mathematische Formeln, geometrische und Rastergrafiken, Fontinformationen, Layouts und Strukturierungselemente.

Der Prototyp wurde in das Programmsystem SAM – Von der Skizze zum strukturierten Plan – eingebettet.

Für das Layout der Dokumentansicht sind mehrere Varianten möglich, die der Benutzer mit Hilfe der Dialogboxen bestimmen kann. Hier werden sie als Anhang hinzugefügt, um einen kompletten Eindruck der Ergebnisse des Programms zu vermitteln. /Abb. A-20/

Die Möglichkeit der Präsentation im Internet wurde über einen HTML-Export realisiert. Das HTML-Layout kann nutzerspezifisch angepaßt werden. Zeichnungen in DXF-Format können eingefügt und mittels eines Plug-Ins angezeigt werden.

Abb. A-20 Präsentationsmöglichkeiten



## A.7 GEBISexp – Modellbildung ausgehend von skizzenhafter Eingabe

Forschungsprojekt zwischen Infar, Bauwerk und ASH Erfurt – gefördert durch den Freistaat Thüringen

Weiterentwicklung des Prototypes – Diplom von A. Grützenmacher

Bearbeiter:

Prof. Dr.-Ing. D. Donath

Dipl.-Inf. A. Grützenmacher

Dipl.-Inf. F. Petzold

Der Prototyp reflektiert die Konzeption eines Aufnahmesystems, welches die verschiedenen Phasen in der Bauaufnahme unterstützt. Eine wesentliche Anforderung war die Praxistauglichkeit des zu entwickelnden Prototyps, die sich sowohl im Grundkonzept als auch in der Gestaltung der Benutzeroberfläche zeigt. Die Oberfläche wurde den Anforderungen der Praxis angepaßt.

Im Konzept GEBIS wurde eine vordefinierte (statische) Raum- und Bauteilstruktur aufgestellt. Innerhalb des prototypischen Experimentalsystems wurde eine ausgewählte Teilmenge davon implementiert. Folgende Raum- und Bauteilobjekte wurden umgesetzt:

- Liegenschaft
- Gebäudekomplex
- Gebäude
- Geschoß
- Raumgruppe
- Wand
- Fenster
- Tür
- Stütze

Der Prototyp unterstützt eine evolutionäre Abfolge beim Aufmaß. Nach dem strukturierten skizzenhaften Aufmaß können die Bauteile in verschiedenen Stufen der Realität angenähert werden.

Die Raum- und Bauteilobjekte, die eine eigene Geometrie verwalten, besitzen vier verschiedene Abstraktionsstufen:

1. ikonisch

Diese Darstellungsart gibt es für jede Objektinstanz. Hier ist das Objekt durch ein Icon und eine Bezeichnung repräsentiert, jedoch ohne Geometrie. Diese Abstraktionsstufe steht sofort nach dem Erzeugen des Objektes zur Verfügung. Im Vordergrund steht nicht das Abbild, sondern die Verbindung zu anderen Objekten innerhalb der Hierarchie.

2. symbolisch

Hierbei handelt es sich um eine zweidimensionale skizzenhafte Abstraktion, die wesentliche Merkmale des Objektes repräsentiert. Das Skizzieren wird von einem variablen Raster und von Fangfunktionen unterstützt. /Abb. A-21/

## 3. vereinfacht

Diese Darstellung ist die dreidimensionale Repräsentation eines 3D-Objektes durch eine Reduktion der Informationsmenge. Sie zeigt nur die wesentlichen Merkmale eines Objektes auf. /Abb.A-22/

## 4. detailliert

In dieser Stufe der Abstraktion werden alle aufgenommenen/erzeugten Details wiedergegeben. Das präsentierte Modell ist eine Annäherung an die Realität.

Der Wechsel zwischen den geometrischen Abstraktionsstufen kann im kontextsensitiven Dialogfeld des ViewPanels durchgeführt werden. Es wurden lediglich die symbolische und die vereinfachte Abstraktionsstufe umgesetzt. Die Darstellung erfolgt als Drahtmodell.

Das Konzept der variablen Attribute und die strukturierte Aufnahme informeller Daten wurden im Prototyp aufgenommen. /Abb. A-23/

Vitruvius® ist die kommerzielle Weiterentwicklung der Konzeption „Gebis“. /Abb. A-24/

Abb. A-21 GEBISexp – Raum skizziert

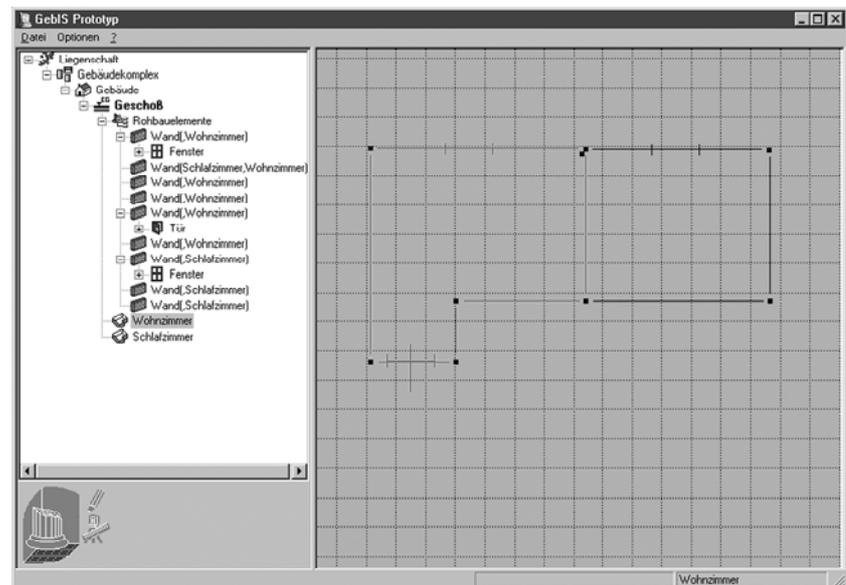


Abb. A-22 GEBISexp – Raum in der 3D-Darstellung

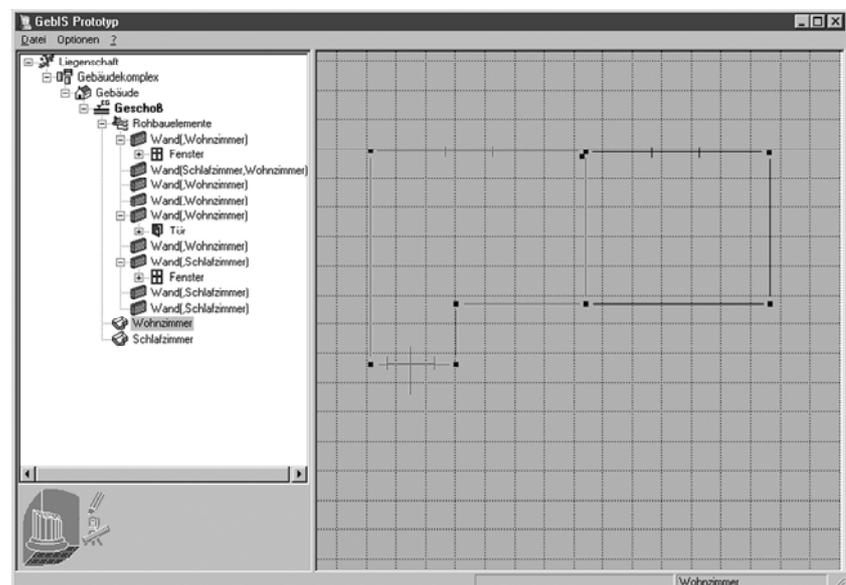


Abb. A-23 GEBISexp - variable Attribute

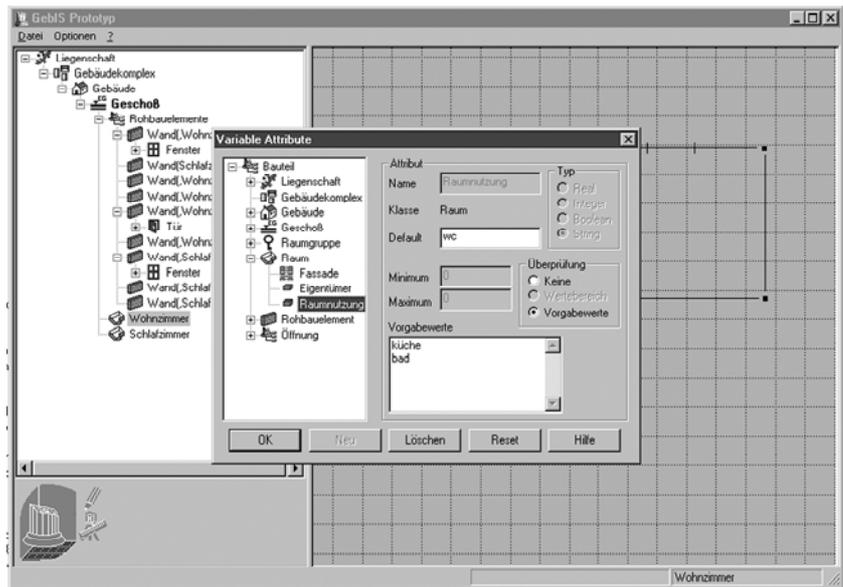
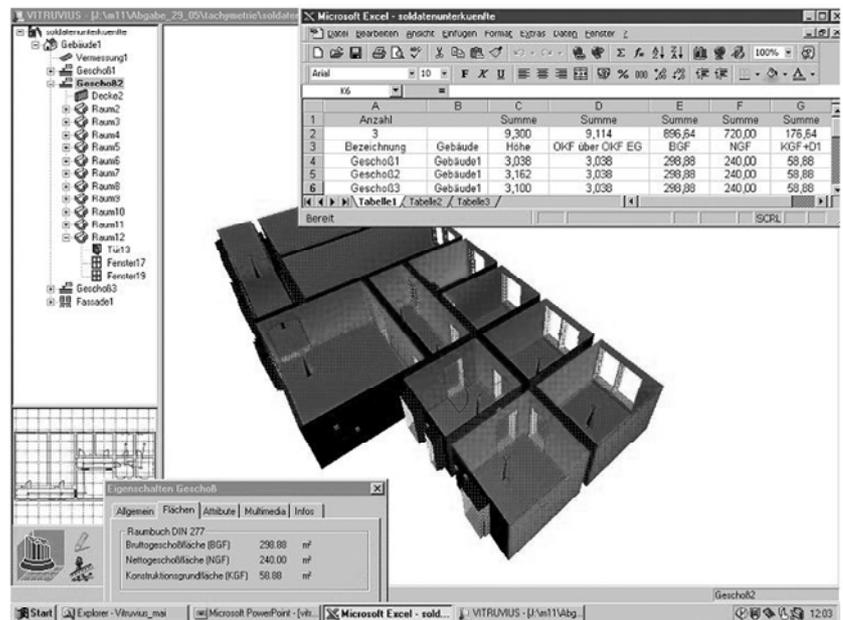


Abb. A-24 Auswertung der aufgenommenen Sachdaten in Vitruvius©



## A.8 Handaufmaß98

Forschungsprojekt zwischen InfAR, Bauwerk und ASH Erfurt – gefördert durch den Freistaat Thüringen

Bearbeiter:

Prof. Dr.-Ing. D. Donath

Dipl.-Inf. F. Petzold

Torsten Thurow

Ein computergestütztes Handaufmaßsystem, das ein strukturiertes Aufmaß und einfache Handhabung gestattet, ist Bestandteil eines komplexen Aufnahmesystems. Das Ergebnis der Aufnahme ist eine schnittorientierte Abbildung der Bausubstanz. Der Vorgang von der Erfassung der Meßdaten bis zum fertigen Plan soll nun unterstützt werden.

Beim Handaufmaß werden verschiedene Arten von Messungen durchgeführt, z.B. Entfernungs-, Winkel-, Höhenunterschieds- oder Neigungsmessung. Dabei werden Meßgeräte unterschiedlicher Güte benutzt.

Nach der Skizzierung des Raumes kann der Nutzer den Raum durch Längenmessungen oder Restriktionen (wie Parallelität, Rechtwinkligkeit etc.) bestimmen. Jedem Punkt kann eine definierbare Toleranz zugeordnet werden. /Abb.A-25/

Die so aufgenommenen und miteinander in Beziehung stehenden Punkte werden durch Ausgleichsrechnungen an die Realität angenähert. /Abb.A-26/

Abb. A-25 Handaufmaß98

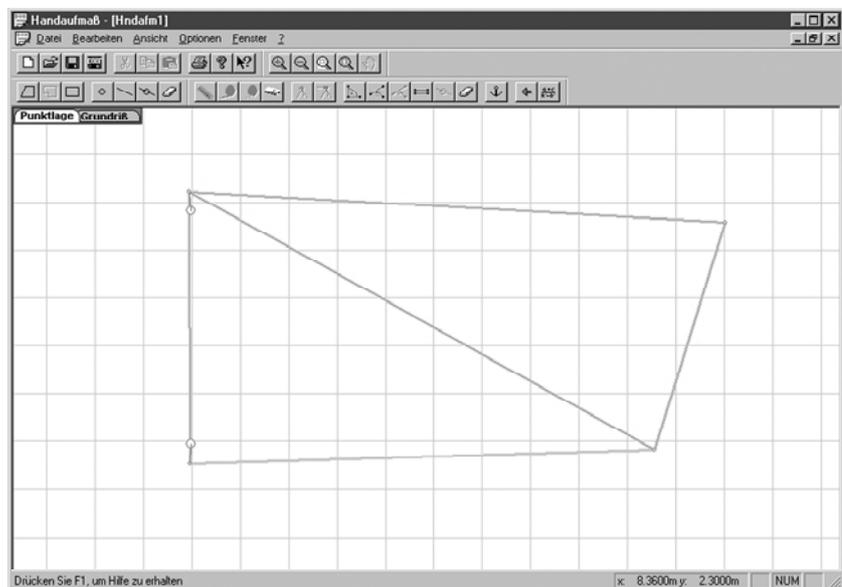
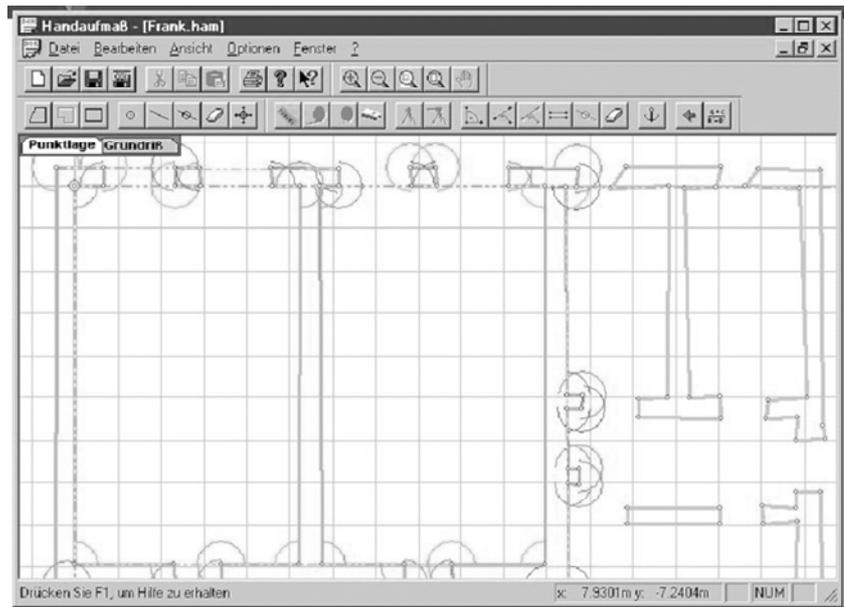


Abb. A-26 Definition von Restriktionen



## A.9 SAM99 – Konzeption eines flexiblen, bauteilorientierten, tachymetrischen Aufmaßsystems

Diplomarbeit von T. Thurow und R. Tscherepanow

Betreuung:

Prof. Dr.-Ing. D. Donath

Dipl.-Inf. F. Petzold

Dipl.-Inf. H. Willenbacher

Die laufzeitdynamische Modifikation der Raum- und Bauteilstruktur sowie der Geometrie waren der Inhalt der Diplomarbeit. Das Ziel bestand darin, ein flexibles, bauteilorientiertes, tachymetrisches Aufmaßsystem zu konzipieren.

Die prototypische Implementation gestattet es dem Nutzer, laufzeitdynamisch Bauteile zu generieren. Er legt neue Bauteile an, skizziert ihre geometrische Gestalt im 3D und weist ihnen dynamisch beliebige Attribute zu.

Nach der skizzenhaften Wiedergabe der vorgefundenen Raumgeometrie, welche von den vordefinierten Bauteilen unterstützt wird, können vom Nutzer beliebige tachymetrische und händische Messungen erfolgen. /Abb. A-27/

Das System ermittelt aus diesen Messungen die Geometrie des aufgenommenen Bauwerkes oder meldet geometrische Teilmengen, die sich aus den bereits durchgeführten Messungen noch nicht bestimmen lassen.

Mit Hilfe der dynamischen Attribute, die in den neu generierten Bauteilen angelegt wurden, können Sachdaten verbal oder formal zugeordnet werden. /Abb. A-28/

Die persistente Datenhaltung mit Hilfe eines einfachen Modellverwaltungssystems erlaubt auch die externe Weiterverarbeitung aller gespeicherten Informationen.

Um auch große Datenmengen übersichtlich halten zu können und einen schnellen Zugriff des Nutzers zu ermöglichen, wurden exemplarisch mehrere parallele Ordnungssysteme implementiert. Diese geben die im System befindlichen Bauteile katalogisiert wieder und repräsentieren das im jeweiligen Fall angetroffene, ebenfalls dynamische Bauwerksmodell. /Abb. A-29/

Abb. A-27 Skizzierung einer geometrischen Ausprägung

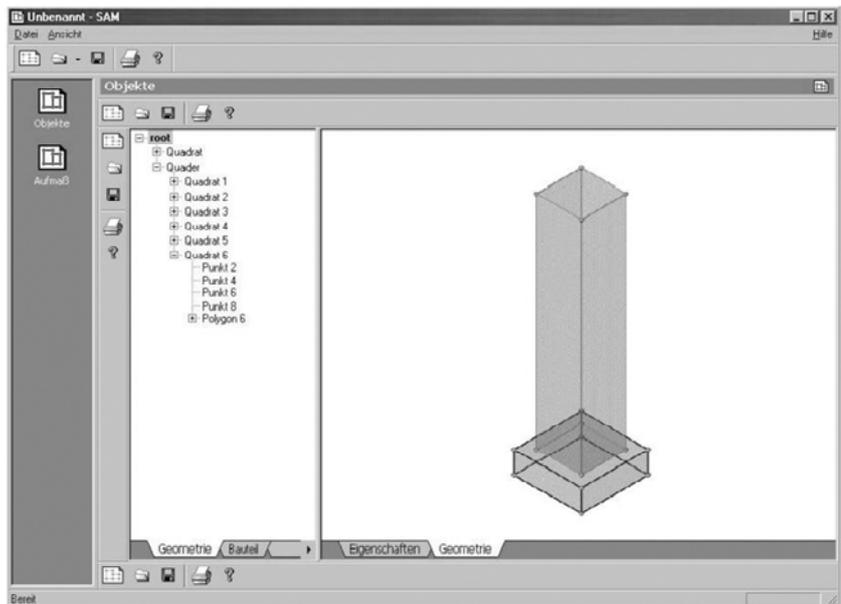


Abb. A-28 dynamische Attribute

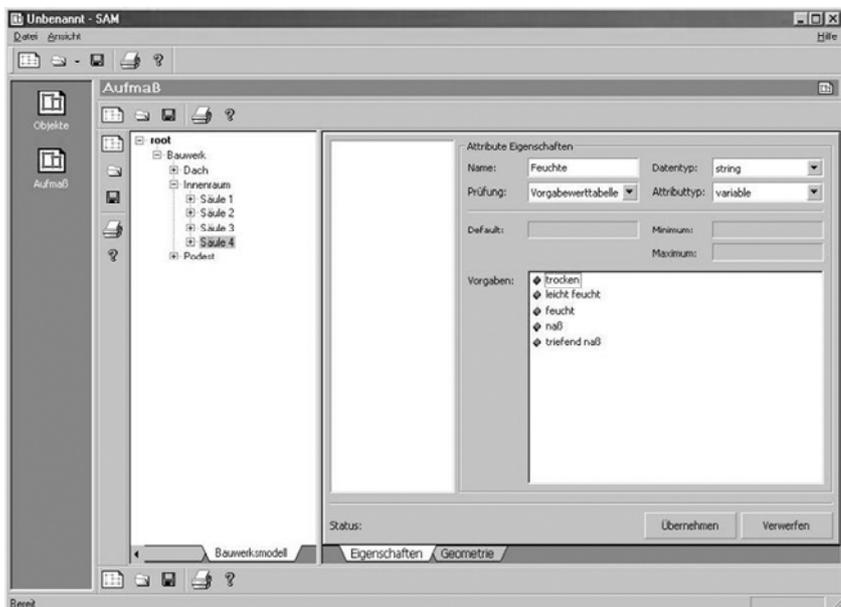
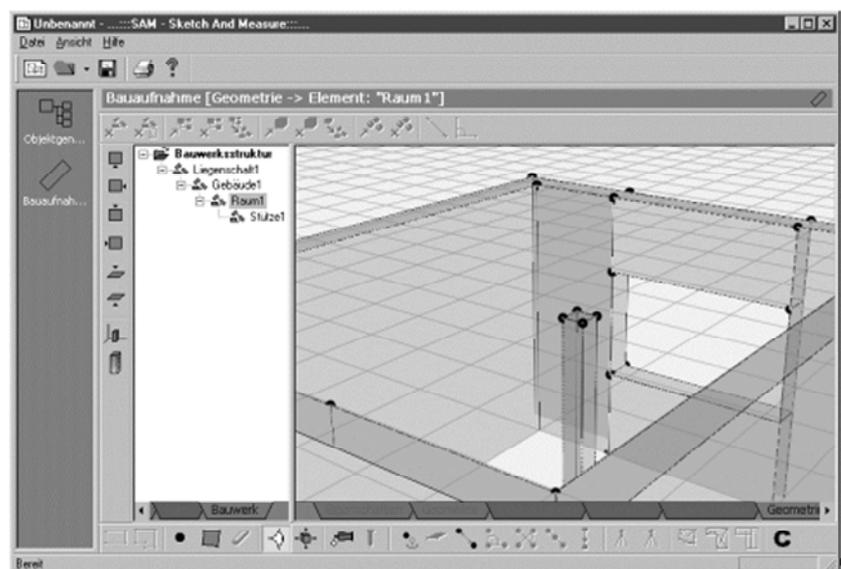


Abb. A-29 Aufnahmemodul im Prototyp SAM99



## Anhang B: Glossar

Die angeführten Erklärungen sollen eine einheitliche Verständigungsplattform gewährleisten, da in den verschiedenen Fachgruppen Begrifflichkeiten unterschiedlich genutzt werden.

### Abfragesprache

Eine Abfragesprache ist eine formale Sprache, die es dem Endnutzer ermöglicht, Informationswünsche selbst und ohne Programmierung zu formulieren. Dazu muß die Sprache interaktiv ausgelegt sein und eine leicht verständliche, der natürlichen Sprache angepaßte Formulierung ermöglichen. Abfragesprachen bestehen meistens aus wenigen einfachen Kommandos, mit deren Hilfe man beispielsweise alle Grundstücke, die kleiner als 1.000qm und noch nicht an die Kanalisation angeschlossen sind, aus dem Datenbestand herausfiltern kann. Beispiele für Abfragesprachen sind SQL für Datenbankanfragen oder Internet-Suchmaschinen.

### Abstraktion

Abstraktion ist eine vereinfachte Beschreibung von Systemen der realen Welt, wobei relevante Systemeigenschaften hervorgehoben und nicht relevante vernachlässigt werden. /Booch91/

Abstraktion bedeutet die Fokussierung auf die wesentlichen Aspekte einer Menge von konkreten Gegenständen bzw. korrespondierenden Modellen, die sie von anderen Mengen ähnlicher Gegenstände bzw. Modelle unterscheidet. Ergebnis ist die Einschließung der Gegenstände bzw. Modelle in ein begriffliches und strukturelles Schema, das eine einfache Grundlage für die konzeptionelle Abgrenzung zu anderen Gegenständen bzw. Modellen bietet.

### Abstraktionsstufe (Level of Abstraction)

Ein Objekt wird in einem gegebenen Zusammenhang in seinen wesentlichen Merkmalen, Eigenschaften und Zusammenhängen dargestellt. Abstraktionsstufen sind Ergebnisse der Abstraktion.

### AKO (Arbeitskreis Objekte)

AKO ist die Bezeichnung einer Forschungsgruppe, die die Spezifikation einer Schnittstelle erstellt, welche die Kopplung von CAD-Systemen ermöglicht. Grundlage ist ein objektorientiertes Produktmodell.

### Algorithmus

Ein Algorithmus ist die Beschreibung eines methodischen Weges zur Lösung eines (mathematischen) Problems, indem das Problem in endlich viele, eindeutig festgelegte Schritte aufgelöst wird. /NN00a/

## Anwenderobjekt

Unter Anwenderobjekt ist ein Objekt zu verstehen, das direkt in der realen Welt oder der Vorstellungswelt des Anwenders vorkommt. Es ist auf der Ebene der realen Welt einzuordnen.

## Architektaufmaß

Das Architektaufmaß bezeichnet die schematische jedoch vollständige Darstellung durch Skizzieren und Messen vor Ort oder anhand von Meßblattskizzen mit anschließender Übertragung in vermaßte Freihandzeichnungen oder Reinzeichnungen. Es soll als Besprechungsgrundlage für Vorplanung dienen (meist M 1:100). /Eckstein99/

## Attribut

Ein Attribut ist ein Merkmal einer Klasse, das zu seiner Beschreibung wichtig ist, z. B. Name einer Person, Berufsbezeichnung, Wohnort, Hobby, etc. Jedes Attribut kann Werte aus einem bestimmten Wertebereich annehmen. Die konkrete Ausprägung erfolgt bei den Instanzen.

## Aufbaustruktur

Die Aufbaustruktur zeigt die Anordnung der Instanzen in einem Zeitpunkt auf. Bei der Aufbaustruktur unterscheidet man folgende Grundformen:

- lineare (sequentielle) Struktur, d. h. die Instanzen sind hintereinander angeordnet
- Baumstruktur, d.h. die Instanzen sind hierarchisch angeordnet (einer übergeordneten Instanz sind mehrere andere Instanzen untergeordnet)
- Netzstruktur (die Beziehungen zwischen den Instanzen unterliegen keinen festen Regeln, d. h. die Zahl der Beziehungen ist nicht eingeschränkt)

Die Grundformen können auch gemischt auftreten.

## Bauprojekt

Synonym Bauvorhaben

Ein Bauprojekt ist eine zeitlich und leistungsmäßig abgegrenzte Aufgabe zur Planung, Projektierung und nutzungsbereiten Erstellung oder Veränderung einer Bauanlage unter den besonderen Bedingungen des Bauwesens (Einzelfertigung, Ortsgebundenheit, große, langlebige Ergebnisse und Auftragsproduktion). /Burger85/

## Bauteile

Bauteile sind Bestandteile von Bauwerken (z.B. Wände, Stützen, Decken, Böden, Treppen, Fenster, Türen, Treppengeländer sowie Fertigbauteile aus Stahl, Stahlbeton, Holz, Kunststoff). Dabei kommt es nicht dar-

auf an, ob die Bauteile erst auf der Baustelle entstehen oder als vorgefertigte Teile Verwendung finden. /NN00a/

## **Bauwerk**

Synonym Bauliches System

Als Bauwerk bezeichnet man jede physikalische meßbare Veränderung des bestehenden Umweltsystems, welche aufgrund einer konkreten Investitionsabsicht durch bewußtes und zielorientiertes menschliches Handeln, insbesondere durch bauliche Maßnahmen vollzogen wurde. Diesen neu gebildeten und örtlich begrenzten Umweltzustand betrachtet man als bauliches System. /Schalcher79/

Zum Bauwerk gehört alles was gebaut wird oder als das Ergebnis von Bauarbeiten mit dem Erdboden fest verbunden ist. Bauwerke umfassen z.B. Wohngebäude, gewerbliche Gebäude für Industrie und Handel, Bürogebäude, Gebäude des Gesundheits- und Bildungswesens, Bauten zum Zwecke der Freizeitgestaltung, landwirtschaftliche Bauten, Brücken, Straßen und Autobahnen, Eisenbahnen, Rohrleitungen, Stadien, Schwimmbäder, Landungsstege, Plattformen, Docks, Schleusen, Kanäle, Dämme, Türme, Behälter, Tunnels usw. /NN00a/

## **Bauwerksmodell**

Es handelt sich um ein spezielles Produktmodell, in dem das System Bauwerk als Produkt aufgefaßt wird. Ein Bauwerksmodell ist die Summe seiner Domänenmodelle und der Beziehungen untereinander.

## **Begriff**

Begriffe sind abstrakte Ideen, die in der Regel durch Erfahrungen entstehen. Durch Beobachtungen der realen Welt werden Begriffe zur Beschreibung einer Menge von Anwenderobjekten, die bestimmte Gemeinsamkeiten aufweisen, genutzt.

## **Benutzerobjekt**

siehe Anwenderobjekt

## **Boole'sche Operation**

Boole'sche Operatoren wie „oder“, „und“ und „nicht“, werden zur logischen Verknüpfung von Aussagen verwendet – z.B. in Abfragesprachen der Dokumentensuche im Internet über Suchmaschinen.

Im CAD- und Visualisierungs-Umfeld werden derartige Operationen verwendet, um mit Hilfe von Vereinigungs-, Durchschnitts- und Abzugsverknüpfungen aus Regelkörpern (Kugel, Würfel, Keil etc.) neue Körper zu generieren.

## **CAAD (Computer Aided Architectural Design)**

siehe CAD

### **CAD (Computer Aided Design)**

Unter dem Begriff CAD werden alle zeichnerischen Aktivitäten zusammengefaßt, die die architekten- bzw. ingenieurmäßige Planung und Konstruktion bis hin zur Fertigung analysieren, strukturieren und algorithmieren. CAD bedeutet die Konstruktion mit elektronischen Hilfen.

### **CASE (Computer Aided Software Engineering)**

Objektorientierte CASE-Tools sind Werkzeuge, die eine konstruktive Maßnahme für die Softwareentwicklung darstellen.

Die herkömmliche Programmierung mit textbasierten Programmiersprachen könnte dabei durch ausführbare Diagramme mit entsprechender Beschriftung völlig abgelöst werden. Der Entwickler und der Endnutzer spezifizieren oder modellieren auf einem hohen, leicht verständlichem Niveau das gewünschte Anwendungssystem in Form von Klassen, Operationen, Ereignissen und Regeln.

### **Datenaustausch**

Unter Datenaustausch wird allgemein der Austausch von Daten zwischen Programmen verstanden. /NN00a/

### **Digitalisierung / Digitalisieren**

Digitalisierung bedeutet das Umwandeln von analogen in digitale Informationen, das Abgreifen von beispielsweise papierenen Bestandsplänen mit Hilfe eines Digitalisierers zur Umsetzung in CAD-Daten.

### **Dokument**

Ein Dokument ist die Bezeichnung für eine Datei, die Daten enthält und bei der bekannt ist, mit welchem Anwendungsprogramm diese Daten ~~bearbeitet werden können.~~ /NN00a/

### **Domänenmodell**

Es handelt sich um ein verallgemeinertes Modell durch Abstraktion, das für eine Menge potentieller Ausprägungen gültig ist. Beschrieben werden Merkmale, anhand deren ein konkreter Sachverhalt diesem Domänenmodell zugeordnet werden kann, oder die für eine potentielle Ausprägung Gültigkeit erlangen werden. /Steinmann97/

### **DXF (Drawing Exchange Format)**

Als quasi Industriestandard von Autodesk entwickelt ist das DXF-Format der derzeit von den meisten CAD-Systemen unterstützte Standard für den Austausch von Vektordaten. /NN00a/

### **Erstbegehung**

Die Erstbegehung ist meist der erste Kontakt (vor Ort) mit dem Bauwerk. Im Zuge der Erstbegehung erfolgt die Erfassung der wesentlichen Begrenzungen des Baukörpers und der Innenräume, des Erschließungssystems, der konstruktiven Zusammenhänge und erkennbaren Schäden. Das Ergebnis ist eine systematische Erfassung des Bauwerkes hinsichtlich seiner wesentlichen Begrenzungen und die Zusammenfassung der Beobachtungen in Protokollen und Skizzen.

### **Facility Management**

Facility Management umfaßt die Gebäudeverwaltung und die Bewirtschaftung von Anlagen und Einrichtungen nach der Baufertigstellung.

### **Formalisierbare Informationen**

Formalisierbare Informationen können mit Namen und Wertbereich sowie zusätzlichen Parametern wie Maßeinheit, Geltungsbereich benannt werden. Sie sind durch den Rechner auswertbar.

### **Fuzzy-Logik/ Fuzzy-Suche**

Fuzzy-Logik bezeichnet die kontinuierliche oder unscharfe Logik, bei der für einzelne Aussagen nicht nur die Werte „wahr“ oder „falsch“, sondern auch beliebige Zwischenwerte zulässig sind.

### **GAEB (Gemeinsamer Ausschuß für Elektronik im Bauwesen)**

Das „GAEB-Format“ ist ein Standard-Austauschformat, das den direkten Austausch von Leistungsverzeichnissen (Ausschreibungen im Bauwesen) mit anschließender Weiterverarbeitung im jeweiligen AVA-Programm ermöglicht. /NN00a/

### **Gebäude geringer Höhe**

Hier handelt es sich um Gebäude, bei denen der Fußboden keines Geschosses, in dem Aufenthaltsräume möglich sind, an keiner Stelle mehr als 7m über der Geländeoberfläche liegt. /NN00a/

### **Gebäude mittlerer Höhe**

Gebäude mittlerer Höhe sind Gebäude, bei denen der Fußboden des obersten Geschosses mit Aufenthaltsräumen höher als 7m und nicht höher als 22m liegt. /NN00a/

### **Gebäudeklassen (nach den Landesbauordnungen)**

Nach den Landesbauordnungen werden die Gebäude jeweils in unterschiedliche Gebäudeklassen zusammengefaßt. Leider erfolgte die Unter- und Einteilung in den einzelnen Bundesländern nicht einheitlich. Zum

großen Teil wird jedoch zwischen folgenden Gebäudetypen unterschieden:

- freistehende Wohngebäude mit nicht mehr als einer Wohnung, deren Aufenthaltsräume in nicht mehr als zwei Geschossen liegen, sowie andere freistehende Gebäude ähnlicher Größe und freistehende landwirtschaftliche Betriebsgebäude
- Wohngebäude geringer Höhe mit nicht mehr als zwei Wohnungen
- Gebäude geringer Höhe
- Gebäude mittlerer Höhe (entsprechen Gebäuden, die höher sind als Gebäude geringer Höhe außer Hochhäusern)
- Hochhäuser

Die Einordnung erfolgt aus der Sicht des baulichen Brandschutzes.  
/NN00a/

### **Gewerk**

Es handelt sich um Anwenderobjekte eines Bauwerkes, welche aufgrund ihrer funktionalen Beziehung eine Einheit aufweisen.

### **Hochhaus**

Hochhäuser sind Gebäude, bei denen der Fußboden mindestens eines Aufenthaltsraumes mehr als 22m über der Geländeoberfläche liegt.  
/NN00a/

### **HTML (HyperText Markup Language)**

HTML ist eine Textauszeichnungssprache für Dokumente im WWW. Sie weist (ursprünglich) keine direkten Attribute wie Schriftart, -farbe oder -größe auf, sondern legt Strukturanweisungen für den Seitenaufbau, Überschriften, Tabellenköpfe, hervorgehobene Texte oder Bilder fest.

### **IAI (Industrie Allianz für Interoperabilität)**

Die IAI ist ein internationaler Zusammenschluß von Firmen aus dem gesamten Umfeld des Baubereichs (Bauherren, Planer, Fachingenieure, Bauunternehmer, Baustoffindustrie, Gebäudenutzer, Softwarehäuser sowie Hochschulen und Forschungseinrichtungen). Sie wurde im Juni 1995 in den USA gegründet.

Ziel der IAI ist es, für die computergestützte Bauplanung, Bauausführung und Gebäudeverwaltung eine weltweit gültige, plattformübergreifende Objektsprache – die Industry Foundation Classes (IFC) – zu definieren. Die Definition erfaßt alle dem Architekten bekannten Leistungsphasen (Entwurf, Planung, Konstruktion, Vergabe, ...), bezieht den Bau des Gebäudes mit ein und berücksichtigt seinen Lebenszyklus und das Gebäude-Management bis hin zum Abriß.

Dadurch kann der gesamte Prozeß vom ersten Entwurf über die Bauausführung bis hin zur Gebäudeverwaltung vereinfacht und wesent-

lich beschleunigt werden – und das bei erheblich besserer Qualität und reduzierten Kosten.

### **IFC (Industry Foundation Classes)**

siehe IAI

### **IGES (Initial Graphics Exchange Specification)**

IGES ist ein Austauschformat für Vektordaten, das neben 2D-Elementen auch 3D-Flächenmodelle übertragen kann, wobei sowohl Bézier- als auch NURBS-Flächen unterstützt werden. Die Übertragung von Volumenmodellen wird seit der Version 5.3 unterstützt.

### **Informale Informationen**

Informale Informationen umfassen schwer oder nicht formalisierbare Informationen wie Skizzen, Bilder, Texte oder Videos. Sie können nicht oder nur mit erheblichem Aufwand durch den Rechner interpretiert werden.

### **Information**

Information ist die Aussage über Anwenderobjekte in Form von Daten, Texten, Bildern oder Sprache zur Erfüllung eines bestimmten Zwecks. Die Information hat immer

- eine pragmatische Bedeutung (Zweck),
- eine semantische Bedeutung (Bezug),
- eine syntaktische Struktur (sprachlich, bildlich) und
- eine physische Ausprägung (Informationsträger).

### **Information Find System**

Es ist ein Werkzeug, das den Nutzer beim Finden von Informationen unterstützt.

### **Information Retrieval System**

Dabei handelt es sich um ein Werkzeug, das auf gezielte Fragen des Nutzers die entsprechenden Informationen bereitstellt.

### **Informationssystem**

Unter Informationssystemen werden alle Systeme zur manuellen und maschinellen Verarbeitung von Informationen verstanden. Im engeren Sinn sind es Systeme zur computerunterstützten Bereitstellung von Informationen für nichtmaschinelle Entscheidungen und Kontrollen. Das Ziel von Informationssystemen ist die schnelle Bereitstellung genauer, aktueller und relevanter Informationen.

Nach /Grabowski99/ dient ein Informationssystem der Verarbeitung, d.h. der Erfassung, Übertragung, Transformation, Speicherung und Be-

reistellung von Informationen. Informationssysteme sollen als Entscheidungshilfe aktuelle und planungsrelevante Informationen anbieten.

### **Ingenieuraufnahme**

Sie umfaßt nicht nur das Messen und Darstellen des Sichtbaren, sondern auch das Erfassen verdeckter Konstruktionen, Systeme, Materialien, wesentlicher Konstruktionsmerkmale, Ausführungsqualitäten, Festigkeiten und sichtbarer und verdeckter Schäden und Mängel. Im Detail geht oft die Bau- und Schadensaufnahme weit über die Anforderungen üblicher Bauaufnahmen hinaus (Details +/- 1 mm, bei Setzungsverhalten 1/10 mm genaue Höhenmessungen).

### **Instanz (Ausprägung)**

Eine Instanz ist die konkrete Ausprägung einer Klasse. Sie hat einen Klassen-Aspekt und einen Instanz-Aspekt. Häufig ist damit auch die Menge der Daten gemeint, die das einzelne Objekt repräsentieren.

### **Klasse**

Die Klasse ist ein zentrales Konstrukt im objektorientierten Paradigma, durch das logisch zusammengehörige Ausprägungen, Exemplare oder Instanzen genannt, abstrakt erzeugt, verwaltet und angesprochen werden können.

Eine Klasse ist das Ergebnis der Abstraktion realer Objekte mit gleichen Eigenschaften und gleichem Verhalten. Die Eigenschaften (Attribute und Zustandsgrößen) werden durch eine adäquate Struktur von Datenobjekten (sog. Repräsentation) nachgebildet, das Verhalten der Objekte durch Operationen, die auf die Datenobjekte angewendet werden.

Nach /Heuer97/ wird ein gegebener Anwendungs-Objektyp durch eine Klasse K aus der Menge aller Klassen repräsentiert. Jede Klasse wird durch eine Domäne, Objektmenge, einen Zustand und eine Zustandsfunktion definiert.

### **Lebenszyklus (Life Cycle)**

Lebenszyklus ist die Abfolge von klar umrissenen Lebensabschnitten (Projektphasen), die jedes Produkt durchläuft.

### **Level of Abstraction**

siehe Abstraktionsstufe

### **Level of Detail/ LOD**

Ein Objekt wird in verschiedenen Detailstufen gespeichert – z.B. für die Darstellung unterschiedlicher Detaillierungen in einer CAD-Zeichnung.

## **Metaklasse**

Eine Metaklasse ist eine Klasse des Metamodells. Die Ausprägung dieser Klasse erlaubt die Darstellung von Klassen. Sie dient zur Beschreibung von Domänenmodellen.

## **Metamodell**

Ein Metamodell ist ein Set von Ausdrucksmitteln, die es erlauben, Domänenmodelle explizit abzubilden und implizit auch deren Ausprägungen. /Steinmann97/

## **Modell**

Modelle sind Abbildungen von Systemen, wobei nur die im Hinblick auf den Modellzweck als wichtig beurteilten Komponenten und Beziehungen zwischen den Komponenten abgebildet werden. Jeder Modellbildung liegt ein Abstraktionsvorgang zugrunde.

## **Modellverwaltungssystem (MVS)**

Modellverwaltungssysteme organisieren und verwalten Modelle. Sie stellen dafür entsprechende Werkzeuge bereit.

## **Multimedia**

Multimedia ist ein allgemeiner Begriff für Bilder, Tondateien, Animationen und Videos.

## **O.P.E.N. (Objectoriented Processmodelling Engineering Network)**

Forschungsprojekt der Nemetschek AG

## **Objekt**

Ein Objekt ist ein modularer, identifizierbarer Baustein mit bestimmten Eigenschaften und einem definierten Verhalten. Es ist ein Gegenstand des realen Problem- und Anwenderbereiches.

## **Objektorientiertheit (OO)**

Objektorientiertheit ist ein Paradigma, welches eine „natürliche“ Sichtweise auf die Welt ermöglicht.

## **OCL (Object Constraint Language)**

OCL ist eine formale, textbasierte Sprache zur Beschreibung von Constraints und Regeln. /UML/

## **Produktmodell**

Ein Produktmodell beschreibt alle Daten der realen Welt oder Vorstellungswelt in Form von Modellobjekten, die für bestimmte Stellen oder Gruppen von Stellen innerhalb eines Projektes in den verschiedenen Produktlebensphasen relevant sind. Relevante Informationen können adäquat zur Verfügung gestellt werden.

## **Schema**

Schemata sind die oberste Stufe geschlossener Beschreibungen innerhalb einer Domäne. Sie werden durch ein System von Klassen gebildet (Taxonomien). Ein Schema bildet einen Aspekt einer komplexen Domänenwelt ab, der (weitgehend) unabhängig, d.h. von anderen Aspekten entkoppelbar ist. /Steinmann97/

## **STEP (Standard for Exchange of Product Model Data)**

STEP ist eine Schnittstelle, die den Austausch von geometrischen, technologischen und administrativen Produktdaten standardisieren soll. Zur Zeit werden die Bereiche Mechanik, Elektronik, Schiffsbau und Bauwesen durch diese Norm unterstützt. /NN00a/

## **STEP-2DBS (STEP-2D-Building-Subset)**

STEP-2DBS ist eine vom Arbeitskreis DIN-NAM 96.4.3-Bau speziell für den Datenaustausch im Bauwesen entwickelte Schnittstelle. /NN00a/

## **StLB (Standardleistungsbuch)**

## **Taxonomie**

Synonym Ordnungsstruktur

Taxonomien sind ein hierarchisches oder auch heterarchisches gegliedertes System von Klassen oder Typen. In ihnen werden Eigenschaften und Verhalten von Gruppen von Objekten verallgemeinert. Sie lassen sich als gerichteter azyklischer Graph (GAG) darstellen, dessen Kanten durch die paradigmatische Relation ‚Generalisieren/ Spezialisieren‘ gebildet werden, d.h. es gibt in ihnen noch keine Instanzen. Man kann Taxonomien als eine Form der Wissensrepräsentation verstehen, sie werden häufig zur strukturierten Verwahrung begrifflichen Wissens verwendet. /Steinmann97/

## **Technische Bestandsaufnahme**

Darunter versteht man die Aufnahme der Ausstattung von Gebäuden. Für eine strukturierte Aufnahme kann das Raumbuch /Schmidt89/ herangezogen werden.

**Tool**

Tool ist die englische Bezeichnung für ein Dienstprogramm oder eine spezielle Funktion.

**UML (Unified Modeling Language)**

UML ist eine visuelle Modellierungssprache. Sie gibt die Notation für Diagramme zur Modellierung an.

**Variable**

Eine Variable ist der Platzhalter für einen veränderlichen Wert.

**VRML (Virtual Reality Modeling Language)**

VRML ist eine Sprache zum Erstellen von interaktiven 3D-Web-Welten. Die Benutzer können mit Objekten agieren und sich „in einer 3D-Welt bewegen“.

**Wohngebäude**

Wohngebäude sind Gebäude, die ausschließlich zum Wohnen bestimmt sind. Als Wohnnutzung ist auch die Nutzung von Räumen in Wohngebäuden für die Berufsausübung freiberuflich Tätiger und Gewerbetreibender mit einem Beruf in ähnlicher Art anzusehen. Damit sind einzelne freiberufliche Nutzungen wie z.B. Arztpraxen, Anwaltskanzleien oder Architekturbüros zulässig. /NN00a/

# Anhang C: Abbildungsverzeichnis

## Kapitel 1

- Abb. I-1 CAAD als elektronisches Zeichenbrett /In: Donath00b/  
Abb. I-2 Wunsch und Realität – CAAD heute /In: Donath00b/  
Abb. I-3 Turmbau zu Babel, P. Breughel, 1563  
/In: <http://www.uni-hildesheim.de/schulen/rbg/referate/tuerme/turbau.htm> (Stand 23.10.1999)/  
Abb. I-4 computergestützte Bauaufnahme  
Abb. I-5 Problemfelder des Gesamtvorhabens

## Kapitel 2

- Abb. II-1 Lebenszyklus eines Bauwerkes  
Abb. II-2 Alt- und Neubau – ein technischer und wirtschaftlicher Drahtseilakt /In: Fischer00/  
Abb. II-3 Informationen und Informationserfassung im Prozeß der Bestandsplanung /In: Donath00b/  
Abb. II-4 Einordnung der planungsrelevanten Bauaufnahme  
Abb. II-5 Begrifflichkeiten aus dem Umfeld der Denkmalpflege/ Bauforschung  
Abb. II-6 Abgrenzung der planungsrelevanten Bauaufnahme  
Abb. II-7 Teilprozesse in der Bauaufnahme

## Kapitel 3

- Abb. III-1 Diorit-Statue des babylonischen Gaufürsten Gudea. Auf dem Schoß eine Tonplatte mit eingeritztem Plan und Maßstab samt Griffel. /In: Staatsmann10b Abb.2/  
Abb. III-2 Kirche von Reims /In: Hahnloser72 Tafel 60/  
Abb. III-3 „Auf diese Weise mißt man die Höhe eines Turmes“ /In: Hahnloser72 Tafel 40/  
Abb. III-4 Winkelmessung mit dem Jakobstab – Holzschnitt, Deutschland, um 1530; spätere Kolorierung. Photo: AKG Berlin  
/In: <http://www.akg.de/astro/text/228684.htm> (Stand 20.06.2000)/  
Abb. III-5 Aufnahme des Grundrisses des Palazzo del Aquila mit eingeschriebenen Maßstab und Beschriftung  
/In: Staatsmann10b Abb.23/  
Abb. III-6 Danziger Katharinenkirche. Gewölbe-Planzeichnungen, Barbel Ramisch, 1695 /In: Eckert87 Abb.5/  
Abb. III-7 Freiburg, Münster, Aufnahme des Turmes, Georg Moller, 1831 /In: Eckert87 Abb.8/  
Abb. III-8 Meßbild-Instrument nach Prof. Dr. Meydenbauer  
/In: Meydenbauer12 S.242/

- Abb. III-9 Turm der Wasserkirche in Münster i.W.  
/In: Meydenbauer12 Fig. 90/
- Abb. III-10 Aufnahme eines gotischen Schifffpfeilers des Münsters  
zu Straßburg mit eingetragenen Proportionslinien  
/In: Staatsmann10 Abb.143/
- Abb. III-11 Phantograph /In: Staatsmann10a Abb.83/
- Abb. III-12 Repetitionstheodolit /In: Staatsmann10a Abb.23/
- Abb. III-13 Baualterplan /In: Eckstein99 Abb.34/
- Abb. III-14 Tachymeter
- Abb. III-15 Augmented Reality /In: [http://www.siemens.de/FuI/de/zeitschrift/archiv/Heft2\\_99/artikel01/index.html](http://www.siemens.de/FuI/de/zeitschrift/archiv/Heft2_99/artikel01/index.html) (Stand 20.06.2000)/
- Abb. III-16 Vermessungsschema /In: Staatsmann10a Abb.103/
- Abb. III-17 Stahlmeßband /In: Staatsmann10a Abb.7/
- Abb. III-18 Distomat pro /In: <http://www.leica.de>  
(Stand 20.07.2000)/
- Abb. III-19 Polygonzug mittels Winkelspiegel, Theodolit und Fluchtstangen /In: Cramer93 Abb.40, 41 und 42/
- Abb. III-20 Kettenmaße und additives Messen
- Abb. III-21 Orthogonalverfahren
- Abb. III-22 Einbindeverfahren
- Abb. III-23 Polarverfahren
- Abb. III-24 räumliches Raster mit Schnüren /In: Cramer93 Abb.80/
- Abb. III-25 Einordnung elektronischer Tachymeter
- Abb. III-26 schematische Darstellung des Polarverfahrens
- Abb. III-27 Einfluß der Oberflächenrauigkeit
- Abb. III-28 Einfluß von Ecken und Kanten
- Abb. III-29 schleifende Schnitte
- Abb. III-30 Einfluß von Materialeigenschaften
- Abb. III-31 Photogrammetrie – Einordnung der Verfahren

## Kapitel 4

- Abb. IV-1 inhaltliche Schwerpunkte der computergestützten  
Baufaufnahme
- Abb. IV-2 Wellen der CAD-Systementwicklung  
/In: Steinmann97 Abb. 2-1/
- Abb. IV-3 Generation von CAD-Entwicklungen  
/In: Liebich93 Abb. II-1/
- Abb. IV-4 digitales 3D-Bestandsmodell – Offizierskasino in Weimar
- Abb. IV-5 Bestandsaufnahme im CAD-gestützten Planungsprozeß
- Abb. IV-6 „neue“ CA(A)D-Eingabegeräte
- Abb. IV-7 Architektur /In: Berger99 S.7/
- Abb. IV-8 Literaturübersicht zur Strukturierung des Entwurfsgegenstandes
- Abb. IV-9 Beziehung zwischen Raum und raumbildenden Objekten

- Abb. IV-10 Mecanoo (niederländische Architektengruppe), Wohnhaus, Rotterdam/ Niederlande 1991, explodierte Axonometrie /In: Berger99 S.102/  
 Abb IV-11 Hildesheim, Kirsche St. Michael, 1010, aufgeschnittene perspektivische Ansicht /In: Berger99 S.56/

## Kapitel 5

- Abb. V-1 Beziehung zwischen Modell und Realität  
 Abb. V-2 Modelleigenschaften: Abbildungsmerkmal, Verkürzungsmerkmal, pragmatisches Merkmal  
 /In: Steinmann97 Abb.6-1/  
 Abb. V-3 Lebenszyklus eines Modells  
 Abb. V-4 Akteure im Modell-Lebenszyklus  
 Abb. V-5 Abstraktion und Generalisierung  
 /In: Steinmann97 Abb.6-2/  
 Abb. V-6 Abbildung unter Berücksichtigung verschiedener Verwendungszwecke  
 Abb. V-7 Raumbuch /In: Fischer00/  
 Abb. V-8 Bubbeldiagramms /In: Liebich93 Abb. V-6/  
 Abb. V-9 Berechnungsformel für Transmissionswärmebedarf QT in kWh/a  
 Abb. V-10 rißorientierte Zeichnung – Aufmaßprojekt: Fischmarkt in Erfurt  
 Abb. V-11 fotografische Innenaufnahme eines Raumes  
 /In: Eckstein99 Abb.27/  
 Abb. V-12 Stereolithographiemodell /In: Raue97/  
 Abb. V-13 Rechnerinternes nachbildendes Modell /In: Missner00/  
 Abb. V-14 Transformation der Modelle  
 Abb. V-15 Diagramme – Aufmaßprojekt: Fischmarkt in Erfurt  
 Abb. V-16 Skizzen – Aufmaßprojekt: Fischmarkt in Erfurt  
 Abb. V-17 Fotografie – Aufmaßprojekt: Fischmarkt in Erfurt  
 Abb. V-18 maßstabsgerechte Zeichnung – Aufmaßprojekt: Fischmarkt in Erfurt  
 Abb. V-19 schriftliche Baubeschreibung /In: Eckstein99 S.36/  
 Abb. V-20 Raumbuch /In: Schmidt89 S.77/  
 Abb. V-21 informale Aufnahme  
 Abb. V-22 strukturelle Aufnahme  
 Abb. V-23 maßstabsabhängige Aufnahme  
 Abb. V-24 abstraktionsabhängige Aufnahme  
 Abb. V-25 fachspezifische Aufnahme  
 Abb. V-26 semantische Informationen  
 Abb. V-27 geometriebezogene Informationen  
 Abb. V-28 relationale Informationen  
 Abb. V-29 informale Informationen  
 Abb. V-30 Informationen, Verwaltung und Bearbeitung in der Bauaufnahme

## Kapitel 6

- Abb. VI-1 Aufmaßskizze – Aufmaßprojekt: Fischmarkt in Erfurt  
 Abb. VI-2 Handaufmaß  
 /In: <http://mailer.uni-marburg.de/~altwasse/ibd/ibd-zeic.html>  
 (Stand. 20.06.2000)/
- Abb. VI-3 Konzeption eines Meßnetzes  
 Abb. VI-4 Strukturierung mittels Punktcode /In: Kehne89 S.8/  
 Abb. VI-5 MOBYhandy© /In: Ingenieurteam00/  
 Abb. VI-6 Klassifikation händischer Aufnahmesysteme  
 Abb. VI-7 Klassifikation tachymetrischer Aufnahmesysteme  
 Abb. VI-8 TachyCAD© /In: Kubit00/  
 Abb. VI-9 Mobi© /In: Ingenieurteam00/  
 Abb. VI-10 Vitruvius© /In: Vitruvius00/  
 Abb. VI-11 Vitruvius tachy© /In: Vitruvius00/  
 Abb. VI-12 Top-Down & Bottom-Up in der Bauaufnahme  
 Abb. VI-13 Addition  
 Abb. VI-14 Multiplikation  
 Abb. VI-15 Division  
 Abb. VI-16 Subtraktion

## Kapitel 7

- Abb. VII-1 DIN 276 – Auszug /In: Weiß99/  
 Abb. VII-2 AP 225 – Auszug in EXPRESS-Notation /In: Haase97/  
 Abb. VII-3 Auszug IFC – Definition des IFC-Elements  
 „IfcSpatialElement“ /In: IFC99/  
 Abb. VII-4 Produktmodell-Ansätze /In: Willenbacher00e/  
 Abb. VII-5 dezentraler Ansatz /In: Willenbacher00e/  
 Abb. VII-6 zentraler Ansatz /In: Willenbacher00e/  
 Abb. VII-7 relationen-basierter Ansatz /In: Willenbacher00a/  
 Abb. VII-8 Beispiel für einen relationen-basierten Ansatz  
 Abb. VII-9 Definition von Relationenklassen /In: Willenbacher00c/  
 Abb. VII-10 (vorläufiges) Ordnungssystem für die Bauaufnahme  
 Abb. VII-11 planungsrelevante Informationen  
 Abb. VII-12 Sachdaten mit Wertebereich für Wandoberflächen –  
 Auszug  
 Abb. VII-13 Objekte – konkrete Ausprägungen von Räumen  
 Abb. VII-14 Bildung von Klassen  
 Abb. VII-15 Ordnungssystem SFB/ BRD – Querbeziehung durch  
 Klassifikation /In: Piel78 Abb.52/  
 Abb. VII-16 einfache Vererbung  
 Abb. VII-17 multiple Vererbung  
 Abb. VII-18 dynamische Vererbung  
 Abb. VII-19 statische Vererbung  
 Abb. VII-20 Klassifikation von Relationen  
 /In: Steinmann97 Abb. 6-15/  
 Abb. VII-21 Instanziierung

- Abb. VII-22 Generalisierung
- Abb. VII-23 Aggregation
- Abb. VII-24 Assoziation
- Abb. VII-25 Facette
- Abb. VII-26 informale Ergänzung
- Abb. VII-27 Modellverwaltungssystem – schematische Darstellung

## Kapitel 8

- Abb. VIII-1 Erstbegehung – Projekt
- Abb. VIII-2 Erstbegehung – Skizze
- Abb. VIII-3 Aufnahme – schnittorientiert
- Abb. VIII- 4 Aufnahme – modellorientiert
- Abb. VIII-5 Bauteilgliederung
- Abb. VIII-6 Präsentation im Internet /In: <http://www.uni-weimar.de/architektur/InfAR/forschung/GebIS/info.htm> (Stand 10.09.200)/
- Abb. VIII-7 Auskunftsmodul im Internet – Prototyp „Kundenmodul“ im Projekt „Bauhaus2000“ (Projekt der Professuren Bauinformatik, Stahlbau, Informatik in der Architektur)
- Abb. VIII-8 Reminder
- Abb. VIII-9 Teilsysteme und deren Beziehungen
- Abb. VIII-10 Ausprägungen von Stützen /Nach: Natterer96/
- Abb. VIII-11 schematische Darstellung des Ebenenaufbaus
- Abb. VIII-12 Schematische Darstellung der AKO-Schnittstelle /In: AKO/
- Abb. VIII-13 Komponenten des hypothetischen Systems
- Abb. VIII-14 Klassifizierung von 3D-Modellen
- Abb. VIII-15 Definition von Anwenderklassen in SAM99
- Abb. VIII-16 Definition von Klassen in Rational Rose©
- Abb. VIII-17 Beziehung zwischen Anwenderklasse und Geometrie
- Abb. VIII-18 variable Attributierung im Prototyp „variable Attribute“
- Abb. VIII-19 variable Attribute in GEBISexp
- Abb. VIII-20 multimediale Attribute in GEBISexp
- Abb. VIII-21 Hierarchierelationen (UML-Notation)
- Abb. VIII-22 Zuordnungsrelationen (UML-Notation)
- Abb. VIII-23 Assoziation auf Instanzenebene – relationaler Datentyp
- Abb. VIII-24 Dekomposition von Bauteilen in OMT-Notation
- Abb. VIII-25 Komposition von Bauteilelementen /In: Haase97/
- Abb. VIII-26 Beispiel der Ausprägung einer Geometrieklasse
- Abb. VIII-27 Kühlhaus Gera – Nordwest-Ansicht
- Abb. VIII-28 Projektstruktur
- Abb. VIII-29 Raumstruktur (UML-Notation)
- Abb. VIII-30 Beschreibung der äußeren Bauhülle (UML-Notation)
- Abb. VIII-31 Beziehung zwischen Baumasse und Geometrie (UML-Notation)
- Abb. VIII-32 Beispiele für Grundrißtypen
- Abb. VIII-33 Top-Down Ansatz bei der Erstbegehung

- Abb. VIII-34 Bottom-Up Ansatz bei der Erstbegehung  
 Abb. VIII-34 Beschreibung des Baukörpers (UML-Notation)  
 Abb. VIII-35 Projektstruktur „Kühlhaus Gera“ (Auszug)  
 Abb. VIII-36 Modell als Resultat der Erstbegehung (Auszug)  
 Abb. VIII-37 Beschreibung des Baukörpers (UML-Notation)  
 Abb. VIII-38 Beschreibung des Innenraumes (UML-Notation)  
 Abb. VIII-39 Katalog – Grundformen von Bögen /In: Ronner91 S.13/  
 Abb. VIII-40 auswertbare Sachdaten und multimediale Daten eines vertikalen Masseelementes  
 Abb. VIII-41 Flächenmodell des Kühlhauses Gera (Auszug)  
 Abb. VIII-42 Auszug aus der Bauteilstruktur (UML-Notation)  
 Abb. VIII-43 bauteilorientiertes Modell des Kühlhauses Gera (Auszug)  
 Abb. VIII-44 schematische Darstellung des Auskunftmoduls  
 Abb. VIII-45 VRML-Modell des Kühlhauses Gera (Auszug)  
 Abb. VIII-46 Quicksketch – Skizzentool /In: Bruderlin99/  
 Abb. VIII-47 netman – wearable computing – University of Oregon, Computer & Information Science  
 /In: <http://www.cs.uoregon.edu/research/wearables/projects.html> (Stand 25.09.2000)/  
 Abb. VIII-48 Wearable computing – Konzept für einen Bauaufnahmerechner

## Kapitel 9

- Abb. IX-1 Bauaufnahme – schematische Darstellung des Vorgangs: „Sehen und Wiedergeben“ /In: NN89 S.1347/

## Anhang A

- Abb. A-1 Einordnung der Prototypen in das Gesamtkonzept  
 Abb. A-2 ikonische Darstellung eines Raumes  
 Abb. A-3 vereinfachte Darstellung eines Raumes  
 Abb. A-4 vollständige Darstellung eines Raumes  
 Abb. A-5 Dekomposition einer Treppe (OMT-Notation)  
 Abb. A-6 Dialogboxen des Prototypes RABA (AutoCAD 13)  
 Abb. A-7 Definition von Objekttypen  
 Abb. A-8 Ausprägung mit konkreten Werten  
 Abb. A-9 variable Attribute – Oberfläche und Attributdefinition  
 Abb. A-10 Raumform mit aufgenommenen Meßpunkten  
 Abb. A-11 verschnittene „Wandteilstücke“  
 Abb. A-12 Modell der ermittelten Geraden  
 Abb. A-13 Modellzustand während der Auflösung  
 Abb. A-14 Prototyp des Verschneidealgorithmus (Version 1)  
 Abb. A-15 Prototyp des Verschneidealgorithmus (Version 2)  
 Abb. A-16 SAM – 2D-Aufmaßsystem  
 Abb. A-17 Aufbaustruktur in SAM  
 Abb. A-18 Raum im SketchView (nicht vermessen)

- Abb. A-19 Raum im SketchView (vermessen)
- Abb. A-20 Präsentationsmöglichkeiten
- Abb. A-21 GEBISexp – Raum skizziert
- Abb. A-22 GEBISexp – Raum in der 3D-Darstellung
- Abb. A-23 GEBISexp – variable Attribute
- Abb. A-24 Auswertung der aufgenommenen Sachdaten in Vitruvius©
- Abb. A-25 Handaufmaß98
- Abb. A-26 Definition von Restriktionen
- Abb. A-27 Skizzierung einer geometrischen Ausprägung
- Abb. A-28 dynamische Attribute
- Abb. A-29 Aufnahmemodul im Prototyp SAM99

Für die Einbandgestaltung wurden Pläne von Aufmaßprojekten der Firma b.a.u.werk genutzt.

<http://www.bauwerk-weimar.de> (Stand 15.10.2000)

## Warenzeichen/ Produktbezeichnungen

Distomat pro (Leica Mikrosysteme Vertrieb GmbH); MOBYhandy (IngenieurTeam2 IngGmbH); MOBI (IngenieurTeam2 IngGmbH); CASOB (aadiplan int'l GmbH); miniCASOB (aadiplan int'l GmbH); TachyCAD (kubit); VITRUVIUS (vitruvius gmbh); VITRUVIUStachy (vitruvius gmbh); Callidus (Callidus Precision Systems GmbH); Rational Rose (Rational Software Corporation); Select Enterprice (SELECT Software Tools)

## Anhang D: Literaturverzeichnis

### Abeln95

Abeln, O. (Hrsg.): *CAD-Referenzmodell: zur arbeitsgerechten Gestaltung zukünftiger computergestützter Konstruktionsarbeit*. Teubner, Stuttgart, 1995

### AKO

Arbeitskreis Objekte

<http://www.uni-weimar.de/~iwv/akokurz.html> (Stand 03.05.1998)

### ANICA

ANICA (ANalysis of access Interfaces of various CAx systems)

<http://rkk.mv.uni-kl.de/ComponentCAx/ANICA.html> (Stand 10.05.2000)

### Arnold90

Arnold, E.: *Semantische Bauteil- und Ausschreibungsstrukturen*. In: *Bauinformatik 2/90*, Verlagsgesellschaft R. Müller, Köln, 1990

### Baumann90

Baumann, E.: *Zur Problematik des architektonischen Entwerfens – ein Konzept zur Aufbereitung von Gegenstand und Methode und zur Nutzung von Arbeitsmitteln*. Dissertation (A), Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar, 1990

### Bechtolsheim91

Bechtolsheim, M.; Schweichhart, K.; Winand, U.: *Expertensystemwerkzeuge: Produkte, Aufbau, Auswahl*. Vieweg, Braunschweig, 1991

### Beetz97

Beetz, K.: *O.P.E.N. Objektoriented Productdata Engineering Network*. In: Hauser, M.; Katranuschkow, P. (Hrsg.): *9. Forum Bauinformatik, Fortschr.-Ber. VDI-Reihe 4 Nr. 140*, VDI Verlag, Düsseldorf, 1997, S.68-79

### Berger99

Berger, R.; Berger, E.: *Bauwerke betrachten – erfassen – beurteilen – Wege zum Verständnis klassischer und moderner Architektur*. Augustus Verlag, Augsburg, 1999

### Beucke98

Beucke, K.: *CAE-Bauwerksmodelle: [Schlußbereich zum Forschungsvorhaben DBV 188]*. Fraunhofer-IRB-Verl., Stuttgart, 1998

**Bibbo95**

Bibbo, A.; Schäfer, F.W.: *Intelligente Bauteile für Architekten*. In: AUTOCAD-Magazin 6/95, IWT Magazin-Verlag, Vaterstetten, S.74-76

**Black93**

Black, F.; Klappauf, G.: *Ein universelles Vermessungssystem für die zeichnerische Dokumentation in der Denkmalpflege TRIGOMAT*. In: Zeitschrift für Vermessungswesen Heft 5 1993, Verl.K. Wittwer, Stuttgart, 1993, S.205-217

**Booch91**

Booch, G.: *Object Oriented Design with application*. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc., Redwood City, 1991

**Bruderlin99**

Bruderlin, B.: *Quicksketch: a pen-based modeling tool*.  
<http://rabbit.prakinf.tu-ilmeneau.de/qs sketch.html> (Stand 25.05.1999)

**Buchmann94**

Buchmann, P.; Scherer, M.: *Bauaufnahme mit einem computergestützten 3D-Laserscanner*. In: Der Vermessungsingenieur 5/94, Verlag Chmielorz GmbH, Wiesbaden, 1994, S.210-215

**Buck93**

Buck, Matthias; Kummerfeldt, G.: *Gewinnung räumlicher Modelle aus 2-dimensionalen Bildern*. Technischer Bericht F3-93-022 zum Schwerpunktthema Bildverstehende Systeme. DaimlerBenz AG, Ulm, 1993

**Bünnagel98**

Bünnagel, D.; Heiliger, R.: *Die neuen Bahnhöfe*.  
<http://www.ingenieurteam2.com/neues/054f.htm> (Stand 05.11.1999)

**Burger85**

Burger, R.: *Bauprojektorganisation: Modelle, Regeln, Methoden mit ausgewählten Leistungsbildern, Angaben zu organisatorischen Hilfsmitteln, Anwendungsbeispiel und Checklisten*. Dissertation, ETH Zürich, Zürich, 1985

**Clyton94**

Clyton, M. J.; Fruchter, R.; Krawinkler, H.; Teichholz, P.: *Interpretation Objects for Multi-Disiplinary Design*. Department of Civil Engineering, Standfort University, 1994

**Combi**

Computer-Integrated Object-Oriented Model for the Building Industry.  
ESPRIT Project 6609  
<http://www.cib.bau.tu-dresden.de/combi/> (Stand 11.06.1999)

**Combine**

COMBI – *Computer-Integrated Object-Oriented Model for the Building Industry. ESPRIT Project 6609*  
<http://cib.bau.tu-dresden.de/combi/overview.htm> (Stand 10.12.1999)

**Cooper92**

Cooper, M. A. R.; Robson, S.: *The tomb of Christ, Jerusalem – Analytical photogrammetry and 3D computer-modelling for archaeology and restoration*. In: *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*. Vol. 29, Part B5, Washington, S. 778-785

**Cramer93**

Cramer, J.: *Handbuch der Bauaufnahme – Aufmaß und Befund*. Deutsche Verlags Anstalt, Stuttgart, 1993

**Dierks90**

Dierks, K.; Schneider, K. J.; Wormuth, R.: *Baukonstruktion*. Werner-Verlag, Düsseldorf, 1993

**Donath00a**

Donath, D.; Liedtke, M.; Petzold, F.: *Aktuelle Geräte und IT – Unterstützung in der architektonischen Bestandsaufnahme – Grenzen, Möglichkeiten & Visionen*. In: Hempel, L. (Hrsg.) IKM2000 proceeding, Weimar, 2000

**Donath00b**

Donath, D.: *CAAD-Grundlagen – WS 2000/01. Skript zur Vorlesungsreihe*, Weimar, 2000

**Donath88**

Donath, D.: *Untersuchungen zur anwenderspezifischen Kommunikation und Modellierung im computergestützten Architektur-entwurf*. Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, Dissertation A, Weimar, 1988

**Donath94a**

Donath, D.: *Computereinsatz in der Bestandsaufnahme von Gebäuden und für ein Gebäudeinformationssystem*. In: Hempel, L. (Hrsg.): IKM 94 proceeding, Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar, 1994, S. 33-37

**Donath94b**

Donath, D.: *Computergestützte Bestandsaufnahme von Architektur-objekten, ein Erfahrungsbericht und Möglichkeiten der Weiterentwicklung*. In: Deutsches Architektenblatt April 1994, Forum Verlag, Stuttgart, 1994, S. 551-555

**Donath95**

Donath, D.; Albrecht, W.; Maye, H. G.; Ott, C.: *Digital building surveying and information systems – An objekt oriented approach*. In: Pahl, P. (ed.): *Computing in civil and building engineering*, Rotterdam, 1995, S.851-858

**Donath96**

Donath, D.; Maye, H. G.: *Computergestützte Verfahren in der Bestandsaufnahme – Techniken, praktische Erfahrungen und Trends*. Teil 1: In: *Bausubstanz* 3/96, S.49-54, Teil 2: In: *Bausubstanz* 4/96, S.40-43, Meininger Verlag GmbH, München, 1996

**Donath97**

Donath, D.; Grütmacher, A.; Krause, H.; Maye, H. G.; Petzold, F.: *Abschlußbericht des Verbundprojektes „GebIS – (Gebäude-Informationssystem): System zur strukturierten Erfassung, Aufarbeitung, Verwaltung und Nutzung digitaler Gebäudeinformationen“*. Weimar, 1997

**Donath99**

Donath, D.: *Schöne neue Datenwelt? – Illusion, Frustration und Vision der computergestützten Bauplanung*. In: *Deutsche Bauzeitung – Ein Sonderheft zur ACS 1999 CAD & Internet*, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1999

**Duden93**

Duden Informatik: *Ein Sachlexikon für Studium und Praxis*. Dudenverlag, Mannheim/ Leipzig/ Wien/ Zürich, 1993

**Durand01**

Durand, J. N. L.: *Recueil et Parallele des Edifices de tout genre Anciens et Moderne*. Parin An IX, 1801

**Durand02**

Durand, J. N. L.: *Precis des Lecons d'Architecture d'indnees a l'Ecole Polytechnique*, Parin An X, 1802

**Dworatscheck71**

Dworatscheck, S.: *Management-Informationssysteme*. Berlin/ New York, 1971

**Dzierzon90**

Dzierzon, M.; Zull, J.: *Altbauten zerstörungsarm untersuchen*. Verlagsgesellschaft R. Müller, Köln, 1990

**Eckert87**

Eckert, H.: *Bauaufnahme als Methode der mittelalterlichen Bau-forschung – Anmerkungen zu einer Geschichte der Bauaufnahme*. In: Arbeitshefte des SFB 315 – Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke Heft 7, Universitätverlag Karlsruhe, 1987, S.27-43

**Eckstein90**

Eckstein, G.; Gromer, J.: *Empfehlungen für Bauaufnahme – Genauigkeitsstufen, Planinhalte, Kalkulationsrahmen*. Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart, 1990

**Eckstein99**

Eckstein, G.: *Empfehlungen für Baudokumentationen, Bauaufnahme, Bauuntersuchung – Landesamt Baden-Württemberg Arbeitsheft 7*. Konrad Theiss Verlag GmbH, Stuttgart, 1999

**EuroContact99**

EuroContact – Beratung für internationale und europäische Geschäftsentwicklung: *Fragebogen für Architekten und Bauunternehmer*. Internes Arbeitspapier, Bauhaus-Universität Weimar, 1999

**Feiste90**

Feiste, R.; Richter, D.: *Beiträge zu STEP*. In: edv-aspekte 2/90, Verlag Die Wirtschaft, Berlin, 1990

**Fischbach94**

Fischbach, R.: *Modellbildung: Grundlagen und industrielle Bedeutung*. In: Bauinformatik 2-6/94, Werner Verlag, Düsseldorf, 1994, S.68-75

**Fischer00**

Fischer, K.: *Altbau und Denkmalpflege – Informationen*. <http://home.t-online.de/home/konrad-fischer/11erhins.htm> (Stand 08.08.2000)

**Flechter72**

Flechter, H. J.: *Grundbegriffe der Kybernetik – Eine Einführung*. Verlag S. Hirzel, Stuttgart, 1972

**Fowler98**

Fowler, M.; Scott, K.: *UML konzentriert – Die Standardobjektmodellierungssprache anwenden*. Addison-Wesley, Bonn, 1998

**Frick97**

Frick, O.; Knöll, K.; Neumann, D.; Weinbrenner, U.:  
*Baukonstruktionslehre. Teil 1*. B.G. Teubner, Stuttgart, 1997

**Frick98**

Frick, O.; Knöll, K.; Neumann, D.; Weinbrenner, U.:  
*Baukonstruktionslehre. Teil 2*. B.G. Teubner, Stuttgart, 1998

**Gielingh91**

Gielingh, W. F.; Suhm, A. K. (eds.): *IMPACT Reference Model. An Approach to integrated Product und Process Modelling for Discrete Parts Manufacturing. ESPRIT Project 2165*. Springer-Verlag, Berlin/ Heidelberg/ New York, 1991

**Grabowski99**

Grabowski, H.; Runde, S. (Hrsg.): *Informationslogistik-Rechnerunterstützte unternehmensübergreifende Kooperation*. B.G. Teubner, Stuttgart/ Leipzig, 1999

**Grefe94**

Grefe, J.: *Anforderungen an eine Software für die Bauaufnahme*.  
<http://www.ingenieurteam2.com/neues/054f.htm> (Stand 05.11.1999)

**Haas97**

Haase, W.: *AP225 Veröffentlichung – Räumliches Gebäudemodell und 3D-CAD Datenaustausch auf der Grundlage der ISO 10303-225 „Building Elements Using Explicit Shape Representation“*.  
<http://www.haspar.de/AP225> (Stand 12.12.1997)

**Haas98**

Haas, D.: *Datenaustausch bei CAD-Anwendungen im Bauwesen – Wunsch und Wirklichkeit*. VDI-Bericht Nr.700.4 VDI-Verlag, Düsseldorf, 1998

**Hahnloser72**

Hahnloser, H. R.: *Villard De Honnecourt – Kritische Gesamtausgabe des Bauhüttenbuches ms. Fr 19093 der Pariser Nationalbibliothek*. Akademische Druck- und Verlagsanstalt Graz – Austria, Graz, 1972

**Hake82**

Hake, G.: *Kartographie I*. Walter de Gruyter, Berlin/ New York, 1982

**Hake85**

Hake, G.: *Kartographie II*. Walter de Gruyter, Berlin/ New York, 1985

**Haller87**

Haller, J.; Pörter, R.: *Bau- und Schadensaufnahme von alten Bauten nach den Erfordernissen des Bauingenieurs*. In: Arbeitshefte des SFB 315 – Erhalten historischer bedeutsamer Bauwerke, Universitätverlag Karlsruhe, 1987, S. 85-100

**Heiliger00**

Heiliger, R.: *Architektur-Vermessung – Erfassen und Dokumentieren von Gebäuden, Grundlage für das Planen im Bestand und Facility Management*. Chmielorz GmbH, Wiesbaden-Nordenstadt, 2000

**Heiliger92**

Heiliger, R.: *Zur Demonstration eines digitalen Stadtmodells*.  
<http://www.ingenieurteam2.com/neues/054f.htm> (Stand 05.11.1999)

**Heiliger93**

Heiliger, R.: *Geodätische Algorithmen in Architektur-Software*.  
<http://www.ingenieurteam2.com/neues/054f.htm> (Stand 05.11.1999)

**Heiliger94a**

Heiliger, R.: *Architektur-Vermessung*.  
<http://www.ingenieurteam2.com/neues/054f.htm> (Stand 05.11.1999)

**Heiliger94a**

Heiliger, R.: *Architektur-Vermessung*. In: *Der Vermessungsingenieur 5/94*, Verlag Chmielorz GmbH, Wiesbaden, 1994

**Heiliger94b**

Heiliger, R.: *Werkzeuge und Verfahren in der Bauaufnahme*.  
<http://www.ingenieurteam2.com/neues/054f.htm> (Stand 05.11.1999)

**Heiliger94b**

Heiliger, R.: *Werkzeuge und Verfahren in der Bauaufnahme*. In: *Der Vermessungsingenieur 5/94*, Verlag Chmielorz GmbH, Wiesbaden, 1994

**Heiliger95**

Heiliger, R.: *Erfassen und Dokumentieren von Baubestand*.  
<http://www.ingenieurteam2.com/neues/054f.htm> (Stand 05.11.1999)

**Heiliger96a**

Heiliger, R.: *Digitale Gebäudebestandserfassung*.  
<http://www.ingenieurteam2.com/neues/054f.htm> (Stand 05.11.1999)

**Heiliger96b**

Heiliger, R.: *Gebäudereinigung – Digitale Flächenerfassung*.  
<http://www.ingenieurteam2.com/neues/054f.htm> (Stand 05.11.1999)

**Heiliger99a**

Heiliger, R.: *Bestandsaufnahme für Facility Management*.  
<http://www.ingenieurteam2.com/neues/054f.htm> (Stand 05.11.1999)

**Heiliger99b**

Heiliger, R.; Schmidt, J.: *Die Bestandsaufnahme*.  
<http://www.ingenieurteam2.com/neues/054f.htm> (Stand 05.11.1999)

**Heiliger99c**

Heiliger, R.; Schmidt, J.: *Das digitale Gebäudemodell*.  
<http://www.ingenieurteam2.com/neues/054f.htm> (Stand 05.11.1999)

**Heine97**

Heine, E.: *Die strukturierte Datenerfassung und das Visualisierungspotential des digitalen Bauwerksmodells – der Palast von Santa Rosa Xtampak*. Technische Universität Graz, Dissertation, Graz, 1997

**Heinecke94**

Heinecke, A.M.; Fleßner, H.C.: *Auswirkung des Objektorientierten Modellierens auf die Arbeit des Konstrukteurs und die Gestaltung der Benutzeroberfläche*. In : Hempel, L. (Hrsg.): IKM 94 proceeding, Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar, 1994, S. 45-50

**Heuer97**

Heuer, A.: *Objektorientierte Datenbanken, Konzepte, Modelle, Systeme*. Addison-Wesley, München, 1997

**HOAI**

HOAI: *Textausgabe mit DM- und Euro-Werten, Verordnung über die Honorare für Leistungen der Architekten und Ingenieure*. Werner, Düsseldorf, 1999

**Hovenbitzer98**

Hovenbitzer, S.: *Ein hybrides Meßsystem zur visuellen, dreidimensionalen Koordinaten- und Formbestimmung in der Ingenieurvermessung*. <http://iv.gi.verm.tu-darmstadt/GI/WIMI/SCHMITT/HMS/HMS/Systembeschreibung.html> (Stand 12.11.1999)

**Hovestadt94**

Hovestadt, L.: *a4-digitales bauen. Ein Modell für die weitgehende Computerunterstützung von Entwurf, Konstruktion und Betrieb*

von Gebäuden. Fortschr.-Ber. VDI Reihe 20 Nr.120, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1994

#### **Hovestadt97**

Hovestadt, V.; Henckels, D.; Sturm, R.; Mülle, J.: *xArchE Abschlußbericht – Datenbankgestützte Koordinierung und Integration von Planungswerkzeugen im Baubereich (ArchE)*. Universität Karlsruhe – Institut für industrielle Bauproduktion  
<http://www.ifib.uni-karlsruhe.de/de/> (Stand 02.05.2000)

#### **Hovestadt98**

Hovestadt, V.: *Informationsgebäude – Ein Integrationsmodell für Architektur- und Informationstechnologien*.  
Dissertation, Karlsruhe, 1998  
<http://www.ifib.uni-karlsruhe.de/de/> (Stand 02.05.2000)

#### **Hübler94**

Hübler, R.; Kolbe, P.; Steinmann, F.: *Wissensbasierte Computerunterstützung der frühen Phasen des architektonischen Entwurfs. Teil I – Konzeption und Realisierung des Systems PREPLAN „Computer und Architektur – Computereinsatz in frühen Entwurfsphasen“*. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der HAB Weimar Heft 4/94, Weimar, 1994, S. 75-82

#### **IFC99**

International Alliance for Interoperability „Industry Foundation Classes Release 2.0“, IAI Members CD, 1999 <http://iaiweb.lbl.gov/> (Stand 20.06.2000)

#### **Ingenieurteam00**

<http://www.ingenieurteam2.com> (Stand 18.09.2000)

#### **Ingensand99**

Ingensand, H.: *Robotertachymeter – Polare Positionssysteme der Zukunft*. In: Moderne Sensorik für die Bauvermessung VDI-Bericht Nr. 1454, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 1999, S. 33-47

#### **IRB90**

IRB – Informationszentrum Raum und Bau der Frauenhofer-Ges. (Hrsg.): *Vermessungsverfahren in der Denkmalpflege*.  
MONUDOC-Faktenauslese Nr. 8, IRB-Verlag, Stuttgart, 1990.

#### **ISIS**

ISiS – Development of an Integrated Product Data Model  
Shipbuilding/Architecture – Tools and Methods. <http://www.biba.uni-bremen.de/docs/projects/itis-2/itis2.html> (Stand 11.06.1999)

**Jakobi91**

Jakobi, A.: *Mit AutoCAD auf die Kirchturmspitze*. In: CAD User Deutschland Januar/ Februar, Autodesk, München, 1991, S. 17-22

**Junge97**

Junge, R.; Köthe, M.; Schulz, K.; Zarli, A.; Bakkeren, W.: *The VEGA Platform – IT for the virtual enterprise*. In: Junge, R. (ed.): CAAD futures '97 Munich, Kulwer Academic Publishers, Dordrecht, 1997, S. 591-616

**Kehne89**

Kehne, G.: *Beiträge zum Einsatz tachymetrischer Verfahren bei der Bauaufnahme*. Universität Carolo Wilhelmina zu Braunschweig, Dissertation, Geodätische Schriftreihe der TU Braunschweig Nr.9, Braunschweig, 1989

**Knöpfle90**

Knöpfel, H.: *Kostengliederung im Bauwesen – Teil 1 und 2*. IB ETHZ, Zürich, 1990

**Knopp92**

Knopp, G.; Nußbaum, N.; Jacobs, U.: *Bauforschung – Dokumentation und Auswertung*. Arbeitsheft der rheinischen Denkmalpflege 43, Rheinland-Verlag GmbH, Köln, 1992

**Kohler00**

Kohler, N.: *Projektskizze für das Vorhaben im Rahmen des Forschungsprogrammes „Bauen und Wohnen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung – plenum – Entwicklung einer rechnergestützten Planungstechnologie für die Erneuerung von Gebäuden unter Betrieb*. Internes Arbeitspapier, Karlsruhe, 2000

**Kohler98**

Kohler, N.; Henckels, D.: *Bauliche Erneuerung komplexer Gebäude unter Betrieb*. Landesantrag – Universität Karlsruhe – Institut für industrielle Bauproduktion <http://www.ifib.uni-karlsruhe.de/de/> (Stand 02.05.2000)

**Korte88**

Korte, M.: *Neue Techniken der Bauaufnahme*. In: Sonderdruck Bauwelt 33, Bertelsmann Fachzeitschriften GmbH, Berlin, 1988, S. 1359-1369

**Korte91a**

Korte, M.: *CASOB, Computergestützte Techniken der Bauaufnahme*. In: Deutsche Bauzeitung, Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart, 1991, S. 74-92

**Korte91b**

Korte, M.: *Computereinsatz beim Bauaufmaß – Simultane Vermessung und Zeichnung*. In: bba Juni 1991, Konradin, Leinfelden-Echterdingen, 1991, S. 24

**Korte93**

Korte, M.: *Methoden und Techniken der Bauuntersuchung und Bauvorbereitung bei Baumaßnahmen im historischen Bestand*. In: Deutsche Bauzeitung, Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart, 1993, S. 74-82

**Korte95**

Korte, M.: *Erfassungstechniken für die maßlich-graphische und alphanumerische Bestandsaufnahme*. In: Gebäudeinformationssysteme 5/1995, Wittwer-Verlag, Stuttgart. S. 111-124

**Kowalzik00**

Kowalzik, P.: *Realisierung und Kalibrierung einer berührungslos messenden Systemkomponente eines hybriden 3D-Meßsystems mit Hilfe eines codierten Lichtverfahrens*.  
<http://server.gi.verm.tu-darmstadt.de/gi/Diplomarbeiten/Kowalzik.html>  
(Stand 24.01.00)

**Kraus97**

Kraus, K.: *Photogrammetrie – Band 1 – Grundlagen und Standardverfahren*. Tümmler Verlag, Bonn, 1997

**Kruse95**

Kruse, G.; Klawonn, F.; Gebhardt, J.: *Fuzzy-Systeme*. Verlag B.G. Teubner, Leipzig, 1995

**Kubit00**

<http://www.kubit.de> (Stand 18.09.200)

**Leder87**

Leder, G.: *Hochbaukonstruktionen – Band II: Allgemeine Konstruktionsprinzipien*. Springer Verlag, Berlin/ Heidelberg/ New York/ London/ Paris/ Tokyo, 1987

**Lehner95**

Lehner, F.; Hildebrand, K.: *Wirtschaftsinformatik – Theoretische Grundlagen*. Hanser-Verlag, München/ Wien, 1995

**Liebich93**

Liebich, T.: *Wissensbasierter Architektorentwurf – Von den Modellen des Entwurfs zu einer intelligenten Entwurfsunterstützung*. Hochschule für Architektur und Bauwesen, Dissertation, Weimar, 1993

**Lippman93**

Lippman, S.B.: *C++ Primer*. Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1993

**Meydenbauer12**

Meydenbauer, A.: *Handbuch der Meßbildkunst in Anwendung auf Baudenkmäler~ und Reise~Aufnahmen*. Verlag von Wilhelm Knapp, Halle a.S., 1912

**Meyer99**

Meyer-Bohne, W.: *BAUKO, Baukonstruktionen im Hochbau: praxisorientierte Standardlösungen*. Bauverlag, Wiesbaden/ Berlin, 1999

**Missner00**

Missner, J.; Labud, C.; Lämmerhirt, L.; Lasse, S.: *Paray-Le-Monial I+II*, Studienarbeit an der Bauhaus-Universität Weimar – Professur Bauaufnahme und Baudenkmalpflege Prof. Wirth; Weimar, 2000

**Möller00**

Möller, B.; Beer, M.; Graf, W.; Hoffmann, A.; Sickert, J. U.: *Modellierung von Unschärfe im Ingenieurbau*. In: *bauinformatik JOURNAL* 3/2000, Werner Verlag, Düsseldorf, 2000, S. 21-25

**Mülle98**

Mülle, J.; Henckels, D.: *Planungsplattform für Dynamische Gebäude*. DFG-Antrag – Universität Karlsruhe – Institut für industrielle Bauproduktion <http://www.ifib.uni-karlsruhe.de/de/> (Stand 02.05.2000)

**Müller99a**

Müller, J.: *Homogenisierung dreidimensionaler Szenarien nach der Methode der kleinsten Quadrate*. RWTH Aachen, Dissertation, Veröffentlichung des Geodätischen Instituts der RWTH Aachen Nr. 56, Aachen, 1999

**Müller99b**

Müller, C.: *Der Virtuelle Projektraum – Organisatorisches Rapid-Prototyping in einer internetbasierten Telekooperationsplattform für Virtuelle Unternehmen im Bauwesen*. Dissertation, Karlsruhe, 1999 <http://www.ifib.uni-karlsruhe.de/de/> (Stand 02.05.2000)

**Natterer96**

Natterer, J.; Herzog, T.; Volz, M.: *Holzbau Atlas Zwei*. Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH, München, 1996

**Nentwig99**

Nentwig, B.: *Planung der Planung im Baumanagement*. In: Nentwig, B. (Hrsg.): *Baumanagement im Lebenszyklus von Gebäuden*, Universitätsverlag Weimar, Weimar, 1999, S. 50-75

**Neufert00**

Neufert, E.: *Bauentwurfslehre*. Vieweg-Verlag, Braunschweig/Wiesbaden, 2000

**Nickerson95**

Nickerson, S.; Thrall, B.; Whiting, D.: *Integrations of Measurements and the knowledge base to generate a CAD Model – on site : Automating the drafting for as-found recording and facility management surveys*. In: Kalisperis, L.; Kolarevic, B. (Editors): *ACADIA'95 Proceeding*, Nittany Valley Offset, State College PA., 1995, S. 315-332

**NN00a**

*Glossar für IT in Architektur und Bauwesen*  
<http://www.glossar.de/glossar> (Stand 12.09.2000)

**NN00b**

<http://www.Architektur-Vermessung.de> (Stand 18.10.2000)

**NN86**

*Das Baudenkmal und seine Ausstattung – Substanzerhaltung in der Denkmalpflege – Schriftenreihe des Deutschen Nationalkomitees für Denkmalschutz*. Konkordia Druck GmbH, Bühl, 1991

**NN88**

*Das Baudenkmal in der Hand des Architekten – Umgang mit historischer Bausubstanz – Schriftenreihe des Deutschen Nationalkomitees für Denkmalschutz*. Konkordia Druck GmbH, Bühl, 1988

**NN89**

NN: *Kreativität mit Computer?* In: *Deutsche Bauzeitung* 10/89, Dt. Verlagsanstalt, Stuttgart, 1989

**NN92**

*Grobdiagnose: Zustandserfassung und Kostenschätzung von Gebäuden*. Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern, 1992

**NN94a**

*Gebäudebestandserfassung und -verwaltung – Merkmalskatalog der Bestandselemente*. IfI Weimar GmbH, Weimar, 1994

**NN94b**

*Strukturierung von Konstruktionselementen – Layertechnik, Modul Bestand-Aufmaß.* Nemetschek Programmsystem GmbH München, 1994

**Olbrich98**

Olbrich, M.: *Relationsorientiertes Modellieren mit Objekten in der Bauinformatik.* Universität Hannover Dissertation, Hannover, 1998

**Pelzer85**

Pelzer, H.: *Geodätische Netze in Landes- und Ingenieurvermessung II.* Konrad Wittwer, Stuttgart, 1985

**Petry88**

Petry, E.: *Versionsverwaltung von Objekten durch ein erweitertes relationales Datenbanksystem.* ETH Zürich, Dissertation, 1988

**Petzold95**

Petzold, F.: *Beschreibung von Räumen und Bauteilen eines Gebäudes durch aufgenommene und gemessene 3D Geometriedaten auf objektorientierter Basis.* Hochschule für Architektur und Bauwesen, Diplomarbeit, Weimar, 1995

**Piel78**

Piel, R.: *Ordnen, Suchen, Finden – Bauinformation mit BRD/ SFB-System.* Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln-Braunsfeld, 1978

**Pomaska00**

Pomaska, G.; Höhle, J.: *Zur Visualisierung von Gebäudemodellen und deren dynamische Präsentation im Internet.* In: bauinformatik JOURNAL 1-2/2000, Werner Verlag, Düsseldorf, 2000, S. 55-64

**Portmann98**

Portmann, U.: *Vorschriftsgemäßes Entwerfen nach Bauordnungen, Normen, Richtlinien und Regeln – Anforderungskatalog mit Textauszügen und Hinweisen.* Bauverlag, Wiesbaden/ Berlin, 1998

**ProSTEP**

<http://www.prostep.de> (Stand 11.07.1999)

**Raue97**

Raue, L.; Palinske, S.: *Computergestütztes Entwerfen, Durcharbeiten, Präsentieren und interaktives Manipulieren an Hand einer innerstädtischen Entwurfsaufgabe.* Diplomarbeit an der Bauhaus-Universität Weimar, Weimar, 1997

**RCCO**

Robot Assembly System for Computer-Integrated Construction.  
ESPRIT 6450.

<http://www.twente.research.ec.org/esp-syn/text/6450.html> (Stand  
05.06.2000)

**Reder95**

Reder, B.: *Modellierung attributiver Unschärfe in CAAD-Systemen*. Dissertation. Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar, 1995

**Reißmann76**

Reißmann, G.: *Die Ausgleichsrechnung*. VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 1976

**Roller95**

Roller, D.: *CAD – Effiziente Anpassungs- und Variantenkonstruktionen*. Springer-Verlag, Berlin/ Heidelberg/ New York, 1995

**Ronner91**

Ronner, H.: *Baukonstruktionen im Kontext des architektonischen Entwerfens – Öffnungen*. Birkhäuser Verlag, Basel, 1991

**Ropohl79**

Ropohl, G.: *Eine Systemtheorie der Technik*. Hanser-Verlag, München/ Wien, 1979

**Rumbaugh91**

Rumbaugh, R.; Blaha, M.W.; Premerlani, W. et.al.: *Object-Oriented Modelling and Design*. Prentice.Hall, EngleWood Cliffs NJ, 1991

**Runne93**

Runne, H.: *Geodätische Datengewinnung für Gebäudeinformationssysteme unter Anwendung reflektorloser tachymetrischer Verfahren*. Dissertation, Geodätische Schriftenreihe der Technischen Universität Braunschweig Nr. 11, Braunschweig, 1993

**Salzmann86**

Salzmann, D.: *Der räumliche Aspekt im architektonischen Entwurf – ein Beitrag zur Theorie und Praxis der Architekturgestaltung*. Dissertation B, Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar, 1986

**Sammet98**

Sammet, G.: *Die Odyssee der Kartographie. Reisen vom Mittelpunkt zu den Rändern der Erde*. 1998

[http://www.radiobremen.de/rbtext/rb2/\\_wissen/w980730a.htm](http://www.radiobremen.de/rbtext/rb2/_wissen/w980730a.htm)  
(Stand 15.05.2000)

**Schalcher79**

Schalcher, H.R.: *Optimale Gestaltung und Nutzung des Kommunikationssystems für die Verwirklichung eines Bauvorhabens*. Institut für Bauplanung und Betrieb an der ETH Zürich, Zürich, 1979

**Schermeyer93**

Schermeyer, H.; Wagner, J.: *Digitales Aufmaß mit dem System „CASOB“*. In: Computerspezial. Bertelsmann Fachzeitschriften GmbH, Gütersloh, 1993, S. 10-13

**Schmidt87**

Schmidt, H.: *Bauaufnahme als Methode baugeschichtlicher Dokumentation*. In : Arbeitshefte des SFB 315 – Erhalten historisch bedeutender Bauwerke Heft 7, Universitätsverlag Karlsruhe, 1987, S. 101- 105

**Schmidt89**

Schmidt, W.: *Das Raumbuch – Arbeitsheft 44 – Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege*. Karl M. Lipp Verlag, München, 1989

**Schmitt96**

Schmitt, G. : *Architektur mit dem Computer*. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft, Braunschweig/Wiesbaden, 1996

**Scholz84**

Scholz, A.: *Konzeption eines Gebäudemodells als Beitrag zum rechnergestützten Entwurf*. Dissertation, Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar, 1984

**Schrader95**

Schrader, B. : *Aufnahme- und Erfassungstechniken raumbezogener Daten zum Aufbau und zur Aktualisierung von Gebäudeinformationssystemen*. In: Gebäudeinformationssysteme – Schriftreihe 19/ 1995 Deutscher Verein für Vermessungswesen e.V., Wittwer, Stuttgart, 1995, S. 11-18

**Schütz95**

Schütz, E.: *Untersuchungen zum Einsatz photogrammetrischer Meßverfahren als integrierter Bestandteil der Generierung eines körperorientierten 3D-Gebäudemodells*. Technische Universität Dresden, Diplomarbeit, Dresden, 1995

**Schwarz99**

Schwarz, W.: *Stand und Entwicklung der Sensorvermessung*. In: *Moderne Sensorik für die Bauvermessung VDI-Bericht Nr. 1454*, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 1999, S. 1-14

**Seckel83**

Seckel, H.: *Bauaufnahme*. In: Seckel, H.; Hell, G.; Schnuchel, W.: *Vermessungskunde und Bauaufnahme für Architekten*, Wichmann Verlag, Karlsruhe, 1983, S. 191-230

**Seiler85**

Seiler, W.: *Technische Modellierungs- und Kommunikationsverfahren für das Konzipieren und Gestalten auf der Basis der Modell-Integration*. VDI- Fortschritt-Berichte, Reihe 10/Nr.49, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1985

**SFB315**

Erhalten historischer bedeutsamer Bauwerke, Universität Karlsruhe <http://www.uni-karlsruhe.de/~fg15/sfb/home.html> (Stand 15.05.2000)

**SFB346**

Rechnerintegrierte Konstruktion und Fertigung von Bauteilen, Universität Karlsruhe. <http://www.sfb346.uni-karlsruhe.de/> (Stand 05.05.2000)

**SFB524**

Werkstoffe und Konstruktionen für die Revitalisierung von Bauwerken, Bauhaus-Universität Weimar <http://www.uni-weimr.de/sfb> (Stand 20.06.2000)

**Siemens00**

[http://www.siemens.de/FuI/de/zeitschrift/archiv/Heft2\\_99/artikel01/index.html](http://www.siemens.de/FuI/de/zeitschrift/archiv/Heft2_99/artikel01/index.html) (Stand 12.06.2000)

**Staatsmann10a**

Staatsmann, K.: *Das Aufnehmen von Architekturen – I. Teil Das Vermessen und Darstellen von Architekturen*. Konrad Grethlein's Verlag, Leipzig, 1910

**Staatsmann10b**

Staatsmann, K.: *Das Aufnehmen von Architekturen – II. Teil Geschichte des Aufnehmens von Architekturen – Zugleich eine Geschichte der Architekturwandlung*. Konrad Grethlein's Verlag, Leipzig, 1910

**Stachowiak73**

Stachowiak, H.: *Allgemeine Modelltheorie*. Springer Verlag, Wien, 1973

**Steinhage94**

Steinhage, V.: *Zur 3D-Gebäudemodellierung aus digitalen Bildfolgen*. In: Hempel, L. (Hrsg.): IKM 94 proceeding, Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar, 1994, S.138-143

**Steinhage97**

Steinhage, V.: *Wissensbasierte Mustererkennung zur Erfassung von Bestandsplänen*. In: Hempel, L.; Kirschke, H.(Hrsg.): IKM 97, Bauhaus-Universität Weimar

<http://www.uni-weimar.de/~ikm> (Stand 14.10.1998)

**Steinmann97**

Steinmann, F.: *Modellbildung und computergestütztes Modellieren in frühen Phasen des architektonischen Entwurfs*. Dissertation, Bauhaus-Universität, Weimar, 1997

**STEP**

STEP <http://www.step.org/> (Stand 11.07.1999)

**Streilein95**

Streilein, A.; Hirschberg, U.: *Integration of Digital Photogrammetry and CAAD: Constraint-Based Modelling and Semi-Automatic Measurement*. In: Tan, M. (ed.): CAAD futures '95, Vol. 1, Centre for Advanced Studies in Architecture, Singapur, 1995, S. 35-47

**Tanimoto90**

Tanimoto90, S. L.: *KI: die Grundlagen*. Oldenbourg, Wien, 1990

**Thomas98**

Thomas, H. (Hrsg.): *Denkmalpflege für Architekten – Vom Grundwissen zur Gesamtleitung*. Rudolf Müller, Köln, 1998

**ToCEE**

Towards a Concurrent Engineering Environment in the Building and Engineering Structures Industry. Industrial RTD Project (ESPRIT). <http://bci10.bau.tu-dresden.de/tocee> (Stand 11.06.1999)

**Tscherepanow99**

Tscherepanow, R.; Thurow, T.: *Konzeption eines flexiblen, bauteilorientierten, tachymetrischen Aufmaßsystems*. Bauhaus-Universität Weimar, Diplomarbeit, Weimar, 1999

**Tsegaye96**

Tsegaye, E.: *Grundlagen zur Methodik der Verschneidung stahlbautypischer Körper in einem CAD-System*. Dissertation, Bauhaus-Universität Weimar, 1996

**UML**

Unified Method Language <http://www.rational.com/>  
(Stand 15.12.2000)

**Vitruvius00**

<http://www.vitruvius.de> (Stand 18.09.2000)

**Wagnerin92**

Wagnerin, G.: *Bauaufnahme – Grundlagen, Methoden, Darstellung*. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1992

**Weiß99**

Weiß, F.K.: *Normengerechtes Bauen. Kosten, Grundflächen und Rauminhalte von Hochbauten. Nach DIN 276/ DIN 277*. R. Müller Verlag, Köln, 1999

**Wender00**

Wender, K.: *Flexible Generierung, Modifikation und Weiterbearbeitung von architekturenspezifischen Bauteilen in CAAD – Analyse der Funktionalitäten verschiedener aktueller CAAD-Systeme*. Studienarbeit an der Professur InfAR, Bauhaus-Universität Weimar, Weimar, 2000

**Wenzel90**

Wenzel, D.: *Untersuchung des architektonischen Entwurfes im industriellen Wohnungsneubau unter dem Gesichtspunkt der Konzeption von Hilfsmitteln für das Entwerfen*. Dissertation, Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar, 1990

**Wiedemann96**

Wiedemann, S.: *Kommunikation im Bauprozeß*. Institut für Bauplanung und Baubetrieb ETH Zürich, vdf Hochschulverlag AG, Zürich, 1996

**Wiesmann91a**

Wiesmann, S.: *Anforderungen an produktorientiertes CAD in der Architektur und Konzepte zu deren Lösung*. In: CAAD – Fortschritte bei uns und unseren Nachbarn, Technische Universität Berlin, 1991, S. 80-91

**Wiesmann91b**

Wiesmann, S.; Liebich, T.: *Konzepte für die externe Repräsentation von Produktmodellen in CAD-Systemen*. In: *Bauinformatik 2/91*, Verlagsgesellschaft R. Müller, Köln, 1991, S. 63-73

**Wilkie93**

Wilkie, G.: *Object-Oriented Software Engineering. The Professional Developer's Guide*. Addison-Wesley Publishing Company, Workingham, 1993

**Willenbacher00a**

Willenbacher, H.: *Relationen-basierte Bauwerksmodellierung – Eine Konzeption*. Internes Arbeitspapier der Querschnittsarbeitsgruppe „Bauwerksmodellierung“ des SFB 524, Weimar, 2000

**Willenbacher00b**

Willenbacher, H., Hübler, R.: *Relationen zwischen Domänenmodellen – Ansatz zur Schaffung einer integrierten computergestützten Bauplanungsumgebung*. In: Hempel, L.(Hrsg.): *IKM2000 proceeding CD-ROM Ausgabe*, Weimar, 2000

**Willenbacher00c**

Willenbacher, S.; Willenbacher, H., Petzold, F., Bubner, A.: *Relationenorientierter Daten- und Informationsaustausch – Basis eines flexiblen digitalen Bauwerksmodells*. In: Hanff, J.; Kasperek, E.; Ruess, M.; Schutte, G. (Hrsg.): *Forum Bauinformatik 2000 – Junge Wissenschaftler forschen*. Fortschr.-Ber. VDI Reihe 4 Nr. 163, VDI Verlag, Düsseldorf, 2000, S. 25-33

**Willenbacher00e**

Willenbacher, S.: *Analyse vorangegangener Projekte – Architektur und Umsetzung der Produktmodelle*. Internes Arbeitspapier im Rahmen des SFB 524, Weimar, 2000

**Winter99**

Winter, U.: *Spezielle Aspekte des Baumanagements bei Umbau- und Sanierungsmaßnahmen*. In: Nentwig, B. (Hrsg.): *Baumanagement im Lebenszyklus von Gebäuden*, Universitätsverlag, Weimar, 1999, S. 159-163

**Wirth95**

Wirth, H.: *Denkmalpflegerische Axiologie*. In: *Beiträge zur Denkmalpflege; Wissenschaftliche Zeitschrift der HAB – Heft 1-2/1995*, Weimar, 1995, S. 83-87

**Wirth97**

Wirth, H.: *Denkmalpflegerische Methodologie*. In: Röbenack, K. D. (Hrsg.): *Rekonstruktion und Baureparatur im Industrie- und Wohnungsbau – Lehrunterlagen für das Vertiefungsfach Bauwerkserhaltung und Baustoffrecycling*, Bauhaus-Universität Weimar, Weimar, 1997, S. 7-10

**Yin92**

Yin, L.: *Untersuchungen zur Arbeitsweise und Genauigkeit von elektrooptischen Distanzmessern nach dem Impulslaufzeitverfahren*. Dissertation A, RWTH Aachen, 1992

**Zöller94**

Zöller, B.: *Dokumentation durch Integration von Rasterbildern*. <http://www.ingenieurteam2.com/neues/054f.htm> (Stand 05.11.1999)

# Anhang E: Wissenschaftlicher Werdegang

## Lebenslauf

Name Frank Petzold  
Anschrift 99423 Weimar, Cranachstraße 20

## Tabellarischer Lebenslauf

06.12.1968	geboren in Gera
1975 - 1985	Besuch der POS „Karl Marx“ in Kraftsdorf
1985	Abschluß (Prädikat: mit Auszeichnung)
1985 - 1987	Besuch der EOS „Otto Grotewohl“ in Gera
1987	Abitur (Prädikat: sehr gut)
1997 - 1990	Wehrdienst
1990 - 1995	Studium der Informatik an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar
1995	Diplomabschluß (Prädikat: gut)
seit 1995	wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur Informatik in der Architektur, Fakultät Architektur Bauhaus-Universität Weimar

## Wissenschaftlicher Werdegang

Name	Dipl.-Inf. Frank Petzold
Anschrift	99423 Weimar, Cranachstraße 20
Tätigkeit	wissenschaftlicher Mitarbeiter Professur Informatik in der Architektur (Prof. Dr.-Ing. D.Donath), Fakultät Architektur, Bauhaus-Universität Weimar
1985	Abitur
1990	Aufnahme des Studiums der „Informatik“ an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar
1992	Abschluß des Kurses „Allgemeinsprache und Fachsprache Bauwesen – Englische Sprache“ mit SKA II b
1995	Diplom, Thema „Beschreibung von Räumen und Bauteilen eines Gebäudes durch aufgenommene/ gemessene 3D-Geometriedaten auf objekt- orientierter Basis“
1995	Anstellung als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur Informatik in der Architektur, Fakultät Architektur, Bauhaus-Universität Weimar
1995-2000	Betreuung von Diplomarbeiten, Semesterarbeiten und Projekten

- 1997 Mitarbeit am Forschungsprojekt „GebIS (Gebäude-Informationssystem) – System zur strukturierten Erfassung, Aufarbeitung, Verwaltung und Nutzung digitaler Gebäudeinformationen“ gefördert durch den Freistaat Thüringen (Fördernummer B 603-960-70)
- seit 1999 Mitarbeit im Sonderforschungsbereich 524 „Werkstoffe und Konstruktionen für die Revitalisierung von Bauwerken“ gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft

## Veröffentlichungen

- 1997 Donath, D., Petzold, F.: *Zukünftige Techniken in der architektonischen Planungspraxis*. In: Hempel, L.(ed.), IKM 1997, url: <http://www.uni-weimar.de/~ikm>
- 1997 Donath, D., Petzold, F.: *A digital way of planning based on information surveying*. In: Junge, R.(ed.): CAAD futures '97, München, 1997, S. 183-187
- 1997 Donath, D., Petzold, F.: *From Digital Building surveying to an Information System*. In: Breit, J. (ed.): ECAADE 1997, url: [info.tuwien.ac.at/eacaade/](http://info.tuwien.ac.at/eacaade/)
- 1997 Donath, D.; Petzold, F.: *Applikative Anforderungen an die Objektorientiertheit für die strukturierte Erfassung vorhandener Bausubstanz*. In: Hauser, M.; Katranuschkow, P. (Hrsg.): 9. Forum Bauinformatik, Fortschr.-Ber. VDI-Reihe 4 Nr. 140, VDI Verlag, Düsseldorf, 1997, S. 24-31
- 1997 Donath, D.; Petzold, F.: *Towards a building information system based on computer-supported surveying system – requirements, basics, concept, implementation and experience*. In: Asanowicz, A.; Jakimowicz, A. (ed.): CAAD-Towards new design conventions. Technical University of Bialystok, 1997, S. 139-154
- 1999 Petzold, F.: *Flexmes – ein System zur flexiblen und strukturierten Erfassung von Bausubstanz; Anforderungen und Konzeption*. In: Kuhn, T.; Katz, H. (Hrsg.): 11. Forum Bauinformatik Darmsatdt '99. Fortschr.-Ber. VDI-Reihe 4 Nr. 156, VDI Verlag, Düsseldorf, 1999, S. 170-177
- 2000 Donath, D.; Liedtke, M.; Petzold, F.: *Aktuelle Geräte und IT – Unterstützung in der architektonischen Bestandsaufnahme – Grenzen, Möglichkeiten & Visionen*. In: Hempel, L. (Hrsg.): IKM2000 proceeding, Weimar, 2000

- 2000 Donath, D.; Petzold, F.; Tscherepanow, R.; Thurow, T.: *Geometrieabbildung in der planungsrelevanten Bauaufnahme*. In: Hempel, L. (Hrsg.) IKM2000 proceeding CD-ROM Ausgabe, Weimar, 2000
- 2000 Willenbacher, S.; Willenbacher, H.; Petzold, F.; Bubner, A.: *Relationenorientierter Daten- und Informationsaustausch – Basis eines flexiblen digitalen Bauwerksmodells*. In: Hanff, J.; Kasperek, E.; Ruess, M.; Schutte, G. (Hrsg.): Forum Bauinformatik 2000 – Junge Wissenschaftler forschen. Fortschr.-Ber. VDI Reihe 4 Nr. 163, VDI Verlag, Düsseldorf, 2000, S. 25-33
- 2000 Donath, D.; Liedtke, M.; Petzold, F.; Thurow, T.: *Geometrieerfassung und -abbildung in der Bestandsaufnahme*. In: Hanff, J.; Kasperek, E.; Ruess, M.; Schutte, G. (Hrsg.): Forum Bauinformatik 2000 – Junge Wissenschaftler forschen. Fortschr.-Ber. VDI Reihe 4 Nr. 163, VDI Verlag, Düsseldorf, 2000, S. 68-76
- 2000 Donath, D.; Lömker, T.M.; Petzold, F.: *New approaches in computer aided project planning – Towards the use of a modular building information system based on digital survey in the revitalisation process of existing building*. In: Kós, J. R.; Barbosa, A. S.; Paraizo, R. C. (eds.): SIGRADI 2000, Gráfica Onida Ltda., Rio de Janeiro, 2000

# Anhang F: Thesen

## Problem

1. Die Aufnahme von Architektur hat eine lange Tradition. Wissenschaftliche Erkenntnisse und technische Neuerungen prägten und prägen die Bauaufnahme. Rechnergestützte Bauaufnahme kopiert nicht nur „alte“ Herangehensweisen, sondern eröffnet neue Methodiken und Darstellungsformen.
2. Die Bauaufgaben der Zukunft liegen verstärkt in kombinierten Neubau-, Umbau- und Instandsetzungsaufgaben sowie in Revitalisierungsvorhaben. Rechnerunterstützte Planungsstrategien setzen digitale strukturierte Bestandsdaten voraus. Heutige Aufnahmesysteme unterstützen den Prozeß der Bauaufnahme in seiner Gesamtheit nur unzureichend.
3. Im Verlauf des Lebenszykluses eines Gebäudes ist es oftmals erforderlich, unter verschiedenen Gesichtspunkten (Wechsel des Verwendungszweckes, Umbau-, Sanierungs- und Revitalisierungsmaßnahmen, Abriß etc.) eine Bestandsaufnahme durchzuführen. Umfang und Abstraktionsgrad der architektonischen Datenerfassung sind von der Zielstellung abhängig. Es ist deshalb notwendig, aufgaben- und projektspezifische Ordnungsstrukturen und Aufnahmetechnologien bereitzustellen.
4. Architektur und Planungsablauf haben Unikatcharakter. Für eine strukturierte Abbildung müssen flexible Ordnungssysteme mit Erweiterungsmöglichkeiten zur Verfügung gestellt werden. Sie müssen die Möglichkeit aufweisen, unscharfe, vage Informationen abzubilden.
5. Planungsrelevante Bauaufnahme bedeutet die strukturierte Aufnahme von Informationen, die als Parameter in den Planungsprozeß eingehen. Sie schließt neben der Aufnahme geometrischer Informationen (dem Aufmaß im engeren Sinne) die Erfassung formalisierbarer und informaler Informationen ein.

## Analyse

6. Die Bauaufnahme ordnet sich als Teilprozeß in den CAAD-gestützten Planungsprozeß ein. Die Eingabegeräte werden in Teilbereichen um Erfassungsgeräte (Tachymeter, GPS, Distomat etc.) und spezifische Funktionalitäten erweitert.
7. Bei der Bauaufnahme als rückwärts gekehrter Entwurfsprozeß findet eine schrittweise Annäherung an den ursprünglich gebauten Ausgangszustand einschließlich aller Veränderungen innerhalb der Lebensphasen des Bauwerkes statt.

8. Die Abfolge der Tätigkeiten bei der Aufnahme ist nicht normierbar. Zwei Grundstrategien finden bei der Bauaufnahme Anwendung:
  - Top-Down
  - Bottom-UpDiese Grundstrategien sowie der Wechsel zwischen ihnen müssen adäquat in einer IT-Unterstützung Berücksichtigung finden.
9. Der Prozeß der Bauaufnahme wird pragmatisch gegliedert und läßt sich prinzipiell in folgende Phasen unterteilen:
  - Erstbegehung
  - Aufnahme
  - BauteilgliederungSie bilden unterschiedliche Stufen des Detaillierungsgrades ab und werden sequentiell durchlaufen. Der Grad der Vagheit und Unschärfe der aufgenommenen Informationen nehmen in diesem Prozeß ab.
10. Die aufgenommenen Informationen dienen als Eingangsgrößen für planerische Tätigkeiten im Bestand. Heute dominiert zum Austausch von Daten ein dezentraler, schnittstellenorientierter Ansatz. Dieser ist durch Informationsverlust geprägt. Die Transformation der Modelle muß aber für künftige Planungen nahezu verlustfrei geschehen.
11. Der Raum bietet sich durch sein „physisches Vorhandensein“ als zentrale Strukturierung an und ist deshalb in der Bauaufnahme das wesentliche Element. Die raumorientierte Gliederung ermöglicht eine konsistente Navigation und Kommunikation zwischen verschiedenen am Planungsprozeß Beteiligten.
12. Eine Sichtweise in der Architektur besagt, daß Räume durch räumliche Ereignisse, die wahrnehmbaren (oder virtuellen) raumbegrenzenden Oberflächen, beschrieben werden. Die Beschreibung der Räume erfolgt durch die Oberflächen. Auch Bauteile werden durch ihre sichtbaren Oberflächen erfaßt. Sie werden als „Raum im Raum“ betrachtet. Das Ergebnis der Aufnahme ist ein strukturiertes, flächenorientiertes Modell mit Vermutungen über strukturelle Zusammenhänge.
13. Die Genauigkeit, die Art und der Umfang der zu erfassenden Daten sowie der Detaillierungsgrad (Abstraktionsgrad), das heißt, die Reduktion auf das Wesentliche, unterscheiden sich in den Anforderungen der am Bauprozeß beteiligten Planer. Für eine effiziente Aufnahme müssen nur die Informationen, die für die spätere Verwendung von Relevanz sind, aufgenommen werden. Für die Aufnahme der Daten muß ein Modell zur Verfügung stehen, welches dynamisch erweiterbar und evolutionär fortschreibbar ist.
14. Die geometrische Abbildung eines vorhandenen Gebäudes ist immer durch einen Informationsverlust geprägt. Die gleichzeitige Aufnahme von formalisierbaren Informationen und informalen Informationen kompensiert diesen Verlust. Innerhalb eines Aufnahmesystems muß die Erfassung dieser Informationen Berücksichtigung finden.

15. Die Aufnahme der Geometrie (das Aufmaß) erfolgt mit verschiedenen Instrumenten und Methodiken. Durch systemtechnisch bedingte Vor- bzw. Nachteile ist eine freie Auswahl und Kombination zwingend notwendig.
16. Auf Grund des Unikatcharakters von Gebäuden ist es bis heute nicht gelungen, ein allgemeingültiges Gebäudemodell zu definieren. Für die Abbildung des Gebäudes muß der Nutzer die Möglichkeit der Erstellung und Modifikation von Ordnungssystemen haben.
17. Mit dem objektorientierten Paradigma, insbesondere der objektorientierten Modellierung, können Akteure die semantische Lücke zwischen dem Anwendungsgegenstand Architektur/ Bauwesen und der Informatik schließen. Für eine strukturierte Bauaufnahme eignet sich dieses Paradigma.
18. Der Prozeß der Bauaufnahme ist durch unscharfe und vage Informationen geprägt. Diese werden im Verlauf der Aufnahme schrittweise reduziert. Das objektorientierte Paradigma muß deshalb um Konzepte erweitert werden, die diese Informationen abbilden.

## Hypothetisches System

19. Das hypothetische Bauaufnahmesystem umfaßt verschiedene Einzeltools, die miteinander kommunizieren. Es umfaßt die Teilsysteme Erstbegehung, Aufnahme und Bauteilgliederung. Diese basieren auf einer einheitlichen Raumstruktur. Für die Präsentation und Dokumentation sowie Anfragen an das „virtuelle Gebäude“ werden Teilsysteme zur Verfügung gestellt. Die Kopplung erfolgt über den relationenbasierten Ansatz.
20. Ein generisches/ evolutionäres Modell bildet die Grundlage für die Erweiterung der Modellwelt. Ordnungsstrukturen können so dem Ziel der Bauaufnahme hinsichtlich aufzunehmender baulicher Objekte, Merkmale und Beziehungen sowie der geometrischen Ausprägung angepaßt werden. Grundlage sind modellverwaltende Systeme.
21. Für eine effiziente Aufnahme können anwendungs- und projektspezifische Gebäudemodelle (Basis-Schemata) importiert und an die konkrete Situation angepaßt werden.
22. Durch die Vorgabe relevanter Sachdaten (formalisierbare Daten) mit Fachtermini (umfaßt beispielsweise Namen, Wertebereich, Einheit) wird eine konsistente und auswertbare Aufnahme ermöglicht. Dem Aufnehmenden wird somit „Wissen“ zur Verfügung gestellt.
23. Bei der Bauaufnahme müssen nicht alle anfallenden Informationen formalisiert werden. Sie sollen als informale Informationen im Konzept Berücksichtigung finden.

24. In den einzelnen Phasen der Bauaufnahme finden verschiedene Eingabegeräte Verwendung. Die skizzenhafte Eingabe wird beispielsweise bei der Erstbegehung unterstützt, während geodätische Geräte, denen es heute noch an einer einfachen Benutzung mangelt, beim Aufmaß genutzt werden.
25. Für das Aufmessen der wesentlichen raumbildenden Elemente eignet sich die reflektorlos messende Tachymetrie, ergänzt durch händische Aufnahme. Teilaspekte eines Aufmaßes können durch motorisiert reflektorlos messende Tachymeter automatisiert werden.
26. Entsprechend der Vielzahl geometrischer Ausprägungen von Bauteilen ist das Baukastenprinzip anwendbar. Aus geometrischen Grundprimitiven und Restriktionen werden komplexe Bauteile beschrieben. Bei der Aufnahme erfolgt eine Ausprägung durch geodätische Algorithmen.
27. In der Praxis werden alle aufgenommenen Informationen entweder räumlichen Einheiten oder materiell-physischen Bestandteilen eines Gebäudes zugeordnet. Für die Strukturierung von Gebäuden sind zwei Strukturen, die Raum- und Bauteilstruktur, wesentlich.

## Diskussion und Ausblick

28. Verschiedene Prototypen reflektieren kritisch angesehene Aspekte des aufgestellten hypothetischen Systems. Eine Evaluierung der Prototypen erfolgte beispielhaft. Für den praktischen Einsatz sind weitere prototypische Implementationen und Untersuchungen an komplexen Gebäuden notwendig.
29. Ein Idealsystem für die Bauaufnahme muß weitere Aufnahmetechniken und -verfahren beinhalten. Die Integration dieser unter einer einheitlichen Oberfläche sollte Gegenstand weiterer Forschungsarbeiten sein.
30. Bauaufnahme bedeutet immer eine schrittweise Annäherung an das Bauwerk. Die Komponente Mensch soll durch das konzipierte System im Arbeitsprozeß der Bauaufnahme unterstützt aber nicht ersetzt werden. Dem Aufnehmenden obliegt die Auswahl der aufzunehmenden Informationen. Strukturelle Zusammenhänge kann er auf Grund seiner Ausbildung und Erfahrung erkennen.

# Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides Statt, daß ich die vorliegende Dissertationschrift zum Thema

## Computergestützte Bauaufnahme als Grundlage für die Planung im Bestand

Untersuchungen zur digitalen Erfassung und Modellbildung

selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Von mir wurde weder diese noch eine andere Dissertation an einer anderen Hochschule, Universität oder wissenschaftlichen Einrichtung zur Einleitung eines Promotionsverfahrens eingereicht.

Die Arbeit wurde nach der alten Rechtschreibregelung verfaßt.

Ort, Datum

Unterschrift