



# Computergestützte Bestandserfassung mit bauteilorientierten CAAD-Systemen

Diplomarbeit Jörg Braunes

Diplom an der Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Architektur  
WS 2004/2005

von  
Dipl. Kand. Jörg Braunes  
Matr. 990688

Juniorprofessur Architekturinformatik  
Jun. Prof. Dr. –Ing. Frank Petzold

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (FH)  
Fachbereich Bauwesen, Lehrgebiet Vermessungskunde  
Prof. Dr. –Ing. Ulrich Weferling

Weimar, den 28.02.2005

.....  
Dipl. Kand. Jörg Braunes

## Vorwort

Die vorliegende Arbeit bildet nicht nur den Abschluss meines Architekturstudiums, sondern auch den Höhepunkt der Auseinandersetzung mit der Problematik der computergestützten Bestandserfassung im Rahmen meiner Tätigkeit als Tutor an der Professur InfAR (Informatik in der Architektur) der Fakultät Architektur an der Bauhaus-Universität Weimar.

Mein Dank gilt daher Jun. Prof. Dr. –Ing. Frank Petzold und Prof. Dr. –Ing. Ulrich Weferling, der mich als erster mit dieser Thematik zusammengebracht hat, für ihre Unterstützung und fachliche Betreuung, und den Mitarbeitern der Professur InfAR, unter Leitung von Prof. Dr. –Ing. Dirk Donath, für die erfolgreiche Zusammenarbeit und die Fülle an inhaltlichen Anregungen.

Bei der Firma Kubit möchte ich mich für die Bereitstellung der Software TachyCAD und Hylas FM, sowie für die wertvolle fachliche Diskussion bedanken.

Darüber hinaus gilt mein Dank meiner Familie – insbesondere meinem Vater für den Crashkurs in AutoLisp – und meinen Freunden für ihre Geduld und Unterstützung.

# Inhalt

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>6</b>
1.1. Computergestützte Bestandserfassung – heutige Situation .....	6
1.2. Inhalt und Aufbau der Arbeit .....	7
<b>2. Bestandserfassung</b> .....	<b>8</b>
2.1. Begriffsbestimmung .....	8
2.1.1. Dokumentation.....	8
2.1.2. Darstellung und Genauigkeit .....	8
2.2. Das Raumbuch .....	11
2.3. Planungsrelevante Bauaufnahme .....	12
2.4. Methoden und Instrumente .....	13
2.4.1. Handaufmaß .....	14
2.4.2. Tachymetrie.....	15
2.4.3. Laser – Scanning .....	17
<b>3. Computerunterstützung in der Bauaufnahme</b> .....	<b>20</b>
3.1. CAD und CAAD – Begriffsbestimmung.....	20
3.2. Bauaufnahme als Modellbildung .....	21
3.3. Softwarelösungen für die Bauaufnahme .....	22
3.3.1. Maxmess / Allplan Metric .....	23
3.3.2. Vitruvius.....	28
3.3.3. TachyCAD.....	31
3.3.4. Hylas FM .....	34
3.3.5. ElcoTheo .....	36
3.3.6. Fazit .....	37
3.4. Defizite bisheriger Computerunterstützung.....	38
<b>4. Konzept einer bauteilorientierten Bestandserfassung</b> .....	<b>40</b>
4.1. Allgemeine Anforderungen .....	40
4.2. Funktionsumfang des Bauaufnahmемoduls .....	43
4.2.1. Projektorganisation .....	43
4.2.2. Bauteilstrukturierung .....	47
4.2.3. Messwerkzeuge .....	49
4.2.4. Bauteilerstellung.....	50
4.2.5. Bauteilbearbeitung.....	59
4.2.6. Darstellungskonfiguration .....	65

---

4.2.7. Nicht-geometrische Bestandsdaten .....	69
4.2.8. Sonstige Funktionen.....	73
<b>5. Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>76</b>
<b>Anhang A - Glossar .....</b>	<b>78</b>
<b>Anhang B - Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>82</b>
<b>Anhang C - Quellenverzeichnis.....</b>	<b>85</b>
<b>Anhang D - Inhalt CD.....</b>	<b>89</b>
<b>Eidesstattliche Erklärung .....</b>	<b>90</b>

# 1. Einleitung

## 1.1. Computergestützte Bestandserfassung – heutige Situation

In der heutigen Situation des Baugewerbes ist das Planen und Bauen im Bestand ein essentieller Teil der Aufgaben eines Architekturbüros. Dies verdeutlicht unter anderem eine Studie der Architektenkammer Thüringen aus dem Jahre 2002, nach der 58 Prozent aller Tätigkeiten bei der Objektplanung in den Bereichen Sanierung, Umbau und Modernisierung zu finden sind.[AKThür02]

Vorraussetzung für das Planen und Bauen im Bestand ist dabei immer eine umfassende Auseinandersetzung mit der vorhandenen Bausubstanz, welche in Form einer Bestandserfassung als vorangestellter aber auch planungsbegleitender Prozess stattfindet. Während in der jüngeren Vergangenheit die Dokumentation der Bausubstanz noch mit Hilfe von Papier, Karton und zusätzlichen Fotos stattgefunden hat, um die Ergebnisse anschließend in zeitaufwendiger Arbeit in eine Reinzeichnung oder den Computer zu übertragen, sind es heute zunehmend Computerprogramme, welche die Bestandserfassung direkt vor Ort unterstützen. Allerdings stellt sich dabei die Frage, inwieweit diese Computerprogramme Daten bereitstellen, die ohne Verluste in den Planungsprozess überführt werden können.

Mittlerweile sind CAD- und CAAD-Planungssysteme fester Bestandteil der täglichen Arbeit in einem Planungsbüro. Von Seiten der Softwarehersteller ist zu beobachten, dass der Fokus bei der Entwicklung solcher Programme schon seit einigen Jahren auf dem Prinzip des bauteilorientierten Konstruierens liegt. Dabei wird ein Gebäude nicht mit Hilfe von zweidimensionalen Schnitten und Ansichten abgebildet, sondern in Form eines dreidimensionalen Gebäudemodells, bestehend aus einzelnen Bauteilen wie Wände, Decken, Fenster und Türen, aus dem nach Bedarf beliebige Ansichten und Schnitte generiert werden können. Allerdings sind solche bauteilorientierten CAAD-Systeme in erster Linie für die Neubauplanung konzipiert und nicht für das Planen im Bestand. Die verlustfreie Überführung von Bestandsdaten in ein bauteilorientiertes Gebäudemodell oder sogar die kontinuierliche Bearbeitung eines Projektes von der Bestandserfassung über die Entwurfs- und Genehmigungsplanung bis zur Ausführungsplanung innerhalb eines einzigen bauteilorientierten CAAD-Systems, ist mit heutigen kommerziellen Softwarelösungen nicht möglich.

## 1.2. Inhalt und Aufbau der Arbeit

Ausgehend von der beschriebenen Problematik beleuchtet die vorliegende Arbeit Methoden und Anforderungen einer planungsrelevanten Bestandsaufnahme und formuliert ein Konzept zur computergestützten, bauteilorientierten Bestandserfassung. Die Arbeit gliedert sich dabei in fünf Kapitel.

Das zweite Kapitel beginnt mit der Definition des Begriffes *Bestandserfassung* und geht auf die üblichen Vorgehensweisen bei der Darstellung und Dokumentation des Baubestandes ein, wobei das Raumbuch gesondert betrachtet wird. Es erfolgt anschließend eine nähere Erläuterung der Thematik im Kontext einer planungsrelevanten Bauaufnahme. Das Kapitel endet mit der Beschreibung gängiger Methoden und Instrumente, welche in der Bauaufnahme verwendet werden.

Die heutige Computerunterstützung im Prozess der Bauaufnahme ist Inhalt des dritten Kapitels. Es beginnt mit einer Definition und Unterscheidung der Begriffe *CAD* und *CAAD*. Anschließend erfolgt eine kurze Betrachtung der Bauaufnahme im Zusammenhang einer Modellbildung. Schwerpunkt des dritten Kapitels ist die Beschreibung und Analyse einer Auswahl von kommerziellen Softwarelösungen im Kontext einer planungsrelevanten Bauaufnahme. Diese Betrachtung mündet in einer Defizitanalyse, welche den Ausgangspunkt für das Konzept einer bauteilorientierten Bestandserfassung bildet.

Der Formulierung dieses Konzeptes ist das gesamte vierte Kapitel gewidmet. Beginnend mit der Beschreibung von allgemeinen Anforderungen, wird das Konzept in Form eines Bauaufnahmемoduls als Zusatzapplikation zum Autodesk Architectural Desktop (ADT) 2004 in seiner Funktionalität beschrieben.

Im fünften Kapitel erfolgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit und ein Ausblick auf mögliche weiterführende Entwicklungen des vorgestellten Bauaufnahmемoduls.

Neben dem schriftlichen Teil dieser Arbeit, ist ein Softwareprototyp als Zusatzapplikation zum ADT 2004 entstanden. Bei dem Prototyp CiBA (CAAD integrierte BestandsAufnahme) handelt es sich um die exemplarische Umsetzung des vorgestellten Softwarekonzeptes. Die Installationsdateien sowie die Nutzerdokumentation und der Quellcode von CiBA sind auf der beiliegenden CD enthalten.

## 2. Bestandserfassung

### 2.1. Begriffsbestimmung

Die Bestandserfassung oder auch Bestandsaufnahme ist ein allgemeiner Begriff, welcher sich nicht ausschließlich auf die Architektur bezieht, sondern auch in Bereichen wie Medizin, Wirtschaft oder Technik anzutreffen ist. Sie liefert Aussagen zum derzeit vorhandenen Zustand eines zu betrachtenden Objektes oder Sachverhaltes.

Im Bereich der Architektur bezieht sich der Begriff *Bestandsaufnahme* auf die Untersuchung und Dokumentation von baulichen Anlagen (hauptsächlich Gebäuden) und deren Bestandteilen. Zu diesen zählen unter anderem die Geometrie der Bauteile mit deren Oberflächen, das Tragwerk, Inventar und technische Gebäudeausrüstung sowie die spezifischen Eigenschaften von Räumen wie Funktion, Umfang und Fläche. [Heiliger00]

In diesem Zusammenhang ist der Begriff *Bestandsaufnahme* somit als Aufnahme des Baubestandes, und damit als Bauaufnahme zu verstehen.

#### 2.1.1. Dokumentation

Die Wiedergabe bzw. Dokumentation des Bestandes erfolgt fast ausschließlich in Form von zweidimensionalen Plänen und verbalen Beschreibungen. Der Prozess der Bauaufnahme ist dabei als Umkehrung des Bauprozesses, d.h. der Errichtung eines Gebäudes vom Entwurf zum fertigen Bauwerk, anzusehen. [Eckstein99, Heiliger00, Wangerin92]

Für die zeichnerische Darstellung des Bauaufnahmeobjektes sind sämtliche Grundrisse und Ansichten sowie Schnitte und Details anzufertigen. Anzahl und Lage der Schnitte und Details richten sich nach der Notwendigkeit, sowie danach die Konstruktion, die gestalterische Aussage und den Zustand des Objektes verständlich zu machen. [Wangerin92]

Neben der zeichnerischen Abbildung gehört zu einer Bauaufnahme auch eine Baubeschreibung in textlicher Form. Diese enthält alle Angaben, die durch eine zeichnerische Darstellung nicht oder nicht ausreichend wiedergegeben werden können. Dazu zählen beispielsweise Hinweise oder Vermutungen auf nicht einsehbare Bauteile, Angaben zu Materialien und Bauschäden sowie eine genaue Beschreibung des Objektes mit Gebäudetyp, Alter, Anzahl der Stockwerke, Adresse und Grundbuchnummer etc. [Wangerin92, DIN1356-6]

#### 2.1.2. Darstellung und Genauigkeit

Notwendig wird eine Bauaufnahme immer dann, wenn nur unzureichende Kenntnisse über ein Gebäude vorhanden sind, diese aber zu einem bestimmten Zweck benötigt werden. Dabei kann der Zweck der Bauaufnahme von der einfachen Wohnflächenberechnung über die Planung im Bestand bis zur



Bauforschung reichen. Mit dem jeweiligen Zweck der Bauaufnahme ergeben sich auch unterschiedliche Anforderungen an die darzustellenden Informationen und deren Detaillierungsstufe.

Nach [Eckstein99] kann man hierfür vier unterschiedliche Genauigkeitsstufen unterscheiden:

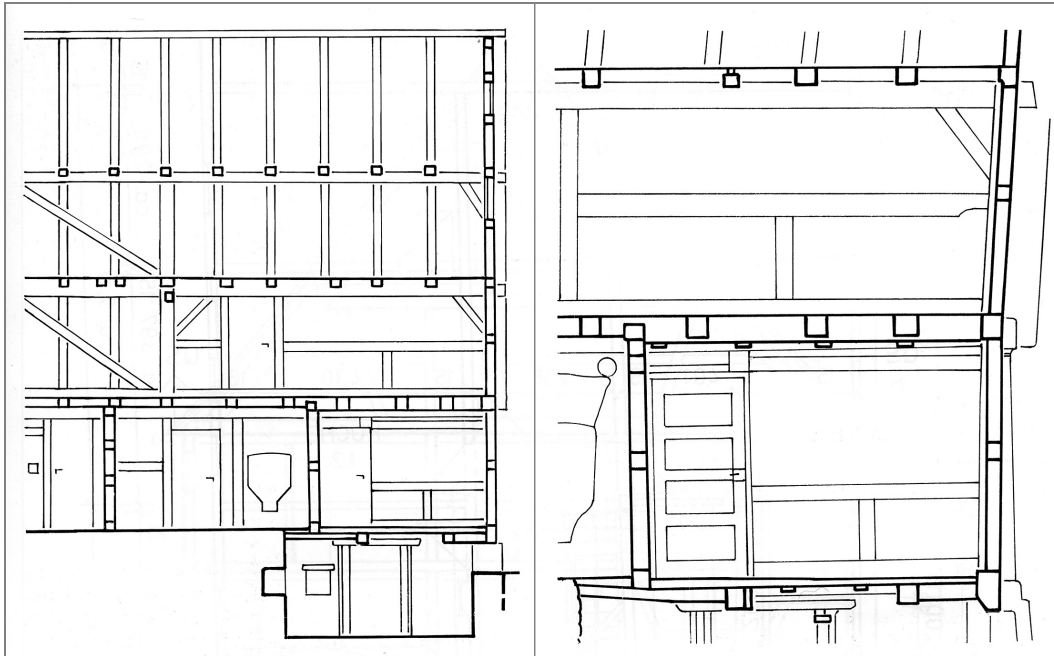


Abb. 2-1 Darstellung in Genauigkeitsstufe I, M. 1:100 (links) und Genauigkeitsstufe II, M. 1:50 (rechts)

- *Genauigkeitsstufe I* – schematisches Aufmaß  
Der Bestand wird schematisch, jedoch vollständig ohne Bauschäden oder Durchbiegungen wiedergegeben. Das Aufmaß dient der einfachen Dokumentation und als Besprechungsgrundlage für die Vorplanung. Die Zeichnungen werden annähernd maßstäblich bzw. im Maßstab 1:100 angefertigt.
- *Genauigkeitsstufe II* – annähernd wirklichkeitsgetreues Aufmaß  
Das Aufmaß dient als Grundlage für Sanierungen, Orts- und Stadtbildanalysen und Dokumentationen. Die Darstellungsgenauigkeit entspricht einem Maßstab von 1:100 bis 1:50. Die Zeichnungen sollen das konstruktive System richtig proportioniert darstellen und grobe Verformungen wiedergeben. Details wie Fenster und Türen werden vereinfacht dargestellt. Mit Hilfe eines übergeordneten Koordinatenbezuges müssen die einzelnen Geschosse in ihrer Lage eindeutig einander zuzuordnen sein.

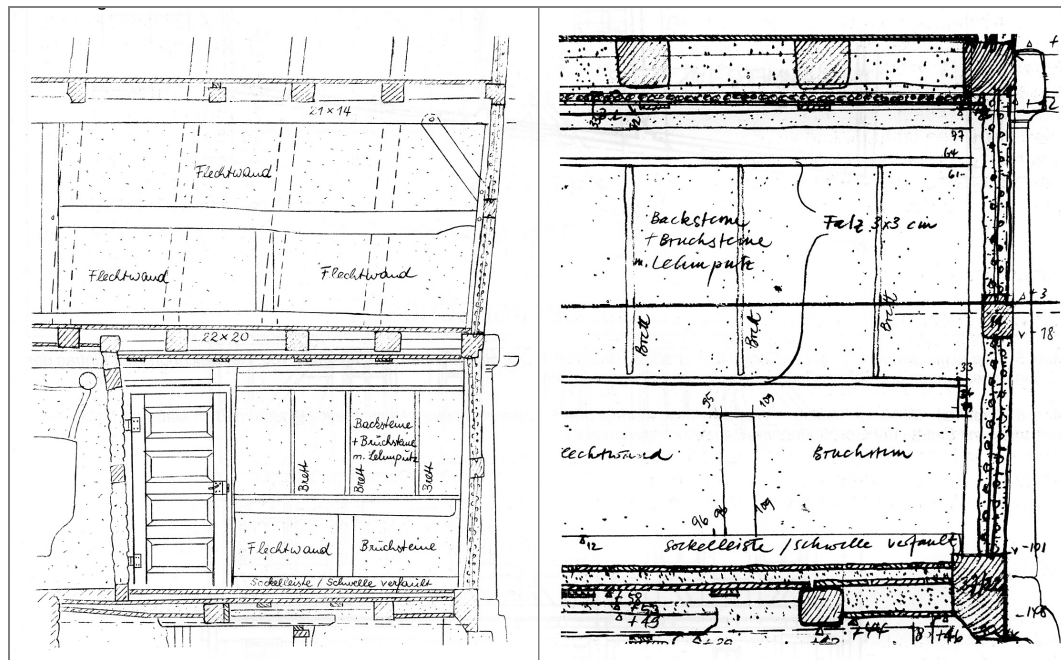


Abb. 2-2 Darstellung in Genauigkeitsstufe III, M. 1:50 (links) und Genauigkeitsstufe IV, M. 1:25 (rechts)

- Genauigkeitsstufe III – verformungsgetreues Aufmaß**  
 Der Bestand wird verformungsgetreu, den Anforderungen der Bauforschung entsprechend, im Maßstab 1:50 dargestellt. Die Darstellungsgenauigkeit beträgt  $\pm 2,5$  cm. Mittels eines übergeordneten, dreidimensionalen Koordinatenbezuges müssen alle Grundrisse, Schnitte und Ansichten aufeinander angepasst werden können. Die Ergebnisse dienen der Restaurierungs- und Umbauplanung, der Bauzustandsanalyse sowie der Bauforschung.
- Genauigkeitsstufe IV – verformungsgetreues Aufmaß mit detaillierter Darstellung**  
 Das Aufmaß wird im Maßstab 1:25 und größer dargestellt. Planinhalte und Messtechnik entsprechen der Genauigkeitsstufe III. Die Darstellungsgenauigkeit liegt bei mindestens  $\pm 2,0$  cm. Bei höheren Anforderungen an die Darstellung steigt auch die Anforderung an die Genauigkeit. Das Aufmaß dient als Grundlage für komplizierte Restaurations- und Umbauplanungen, Rekonstruktionen und wissenschaftliche Bauforschung etc.

Bei der Definition des Begriffes Genauigkeit muss man zwischen der Messgenauigkeit und der Darstellungsgenauigkeit differenzieren. Die Messgenauigkeit hängt von den verwendeten Messverfahren, den Instrumenten und der Genauigkeit der Ausführung ab.

Die Darstellungsgenauigkeit wird durch den Abbildungsmaßstab bei Handzeichnungen bzw. den Bezugsmaßstab bei digitaler Bestandserfassung

bestimmt. Der Grund dafür ist, dass man genauer messen als darstellen kann. Bei der Übertragung von Aufmaßdaten in eine maßstäbliche Zeichnung erfolgt eine Generalisierung. Beispielsweise wird eine Wandoberfläche zwischen zwei gemessenen Punkten mit einer Linie dargestellt. Diese stellt eine zwar einkalkulierte aber vorhandene Ungenauigkeit gegenüber dem Original dar. Bei der digitalen Bestandserfassung werden die Aufmaßdaten zwar im Maßstab 1:1 in den Computer übertragen, dennoch erfolgt eine Generalisierung in Abhängigkeit des geforderten Abbildungsmaßstabes. In diesem Fall spricht man vom Bezugsmaßstab.

Statt dem Begriff *Darstellungsgenauigkeit* kann man auch den Begriff *Darstellungs-* bzw. *Detailierungstiefe* verwenden, da die Darstellungsgenauigkeit die Tiefe, also den Grad der Detaillierung einer Zeichnung angibt.

Eine ähnliche Einteilung wie sie [Eckstein99] vorschlägt, findet sich auch im Entwurf zur [DIN1356-6]. Hier erfolgt die Einteilung der Qualität eines Aufmaßes nach der Informationsdichte I bis IV. Die Normen für die Informationsdichte III bis IV befinden sich noch in Vorbereitung. Für die Informationsdichte I bis II entsprechen die Anforderungen jedoch zu großen Teilen denen, die [Eckstein99] in seinen Genauigkeitsstufen I bis II nennt.

## 2.2. Das Raumbuch

Neben der zeichnerischen Darstellung des Baubestandes ist auch immer eine textliche bzw. bildliche Bestandserfassung erforderlich. Zu diesem Zweck ist es notwendig die gewonnenen Informationen in ein geeignetes Ordnungsprinzip zu überführen. Das Raumbuch stellt hierfür eine geeignete Methodik zur detaillierten Dokumentation von nicht-geometrischen Bestandsdaten bereit. Es wird vor allem in der Denkmalpflege eingesetzt, um den Zweck und die Ausstattung von Baudenkmalen erfassen zu können. Dabei stellt das Raumbuch eine Kombination von zeichnerischen Darstellungen, Fotos und textlichen Erläuterungen dar. [Schmidt89]

Die Systematik die dieser Methode zugrunde liegt, entstammt der Vorgehensweise bei Neubauten. Dort wird das Raumbuch verwendet, um vorgesehene Ausbauten und Arbeiten nicht gewerkeweise, sondern raumweise listenartig aufzuführen. Auf die Bestandsaufnahme übertragen, werden dem Raum als übergeordnetes Element die einzelnen Ausstattungselemente, deren Zweck und Erscheinungsbild zugeordnet. [Schmidt89]

Der Raum selbst ist ebenfalls in ein Ordnungssystem einzufügen, um ihn innerhalb eines Gebäudes identifizieren zu können. Betrachtet man ein Gebäude vom Standpunkt seiner beabsichtigten Nutzung bzw. Funktion, so lässt es sich in einzelne Nutzungsebenen (Geschoss) und diese wiederum in Nutzungsbereiche (Raum oder Raumgruppe) untersetzen.

Für das Raumbuch lässt sich somit folgendes Ordnungsprinzip anwenden:  
[aus Schmidt89, S.44]

- Gebäude
- Geschossebenen
- Räume als organisatorische und bauliche Unterteilung der Geschosse
- raumbegrenzende Flächen mit unterschiedlichen Funktionen (horizontal: Fußboden, Decke; vertikal: Wände)
- Bau- und Ausstattungselemente, die sich den verschiedenen Flächen zuordnen lassen oder deren Bestandteile darstellen
- einzelne Komponenten dieser Elemente

Anhand einer solchen Gliederung lassen sich die gewonnenen nicht-geometrischen Informationen einer Bestandsaufnahme in Form von Bild oder Text in eine nachvollziehbare Struktur bringen, wodurch jeder Einzelaspekt im Kontext des Gesamtgebäudes betrachtet werden kann.

### 2.3. Planungsrelevante Bauaufnahme

Wie bereits gezeigt gibt es eine große Fülle von Anwendungsbereichen für die gewonnenen Informationen aus der Bestandserfassung. Im Folgenden soll eine Differenzierung des Begriffes Bauaufnahme im Kontext des Planens im Bestand vorgenommen werden.

Das Planen und Bauen im Bestand ist geprägt durch die vorhandene Bausubstanz, in die eingegriffen werden soll. Um Planungssicherheit zu gewährleisten, ist es notwendig so viele Informationen wie möglich über das Gebäude sowohl im Vorfeld, als auch während des Planungs- und Bauprozesses zu sammeln. Im Verlauf der Bauausführung werden immer neue Fragestellungen auftreten, welche nur durch die Informationen einer auf den Planungsprozess zielenden Bestandsaufnahme geklärt werden können. [Petzold03, Donath03]  
Für das Verfahren der Informationsbeschaffung und Fortschreibung im Kontext des Planens und Bauens im Bestand lässt sich der Begriff der planungsrelevanten Bauaufnahme verwenden.

Unter dem Begriff der planungsrelevanten Bauaufnahme versteht man: *„...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. zerstörungssarmer 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 Sichtbaren auf Verborgenes und auf strukturelle Zusammenhänge geschlossen wird.“* [Petzold01, S. 18f]

Unter dem Gesichtspunkt einer planungsrelevanten Bauaufnahme lassen sich folgende Teilprozesse des Bauaufnahmeprozesses differenzieren: [aus Petzold01, S. 20]

- 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

## 2.4. Methoden und Instrumente

Im vorangehenden Abschnitt wurde erläutert, dass sich die erforderliche Genauigkeitsstufe aus dem Zweck der Bauaufnahme ergibt. Genauso bestimmt die zu erreichende Genauigkeitsstufe die Methoden und Instrumente, welche für die Bauaufnahme herangezogen werden.

Es ist nicht immer erforderlich, dass Gebäude vor Ort mit hohem Zeit- und Kostenfaktor aufzunehmen. Für die Verwendung im Facility Management oder in Immobilienbüros ist oftmals eine Aufbereitung bereits vorhandener Planunterlagen ausreichend. Um einen digital vorliegenden Plansatz zu erhalten, werden vorhandene Pläne gescannt und mittels geeigneter Software vektorisiert bzw. nachgezeichnet. Beim Vektorisieren wird aus der gescannten Bildgrafik automatisch oder halbautomatisch eine Vektorzeichnung generiert, die anschließend als CAD-Zeichnung vorliegt oder in eine solche konvertiert werden kann. Beim Nachzeichnen wird die Bildvorlage in einem CAD-Programm per Overlay-Technik „durchgepaust“. Ebenso ist es möglich die analogen Pläne durch manuelle Eingabe der Maße im CAD nachzukonstruieren. Um zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen, werden meist alle drei Methoden in Kombination eingesetzt. [Heiliger00]

Der Nachteil bei bloßer Übertragung analoger Pläne in eine digitale Form liegt darin, dass die Unterlagen ohne Kontakt zum Objekt erstellt werden. Eine direkte Überprüfung der Daten auf Plausibilität oder Maßgenauigkeit wird nicht vorgenommen. Aus diesem Grund sollten die Pläne durch eine Ortsbegehung verifiziert werden, um zumindest grobe Fehler und Ungenauigkeiten ausschließen zu können.

Ist für die Weiterverwendung der Bestandserfassung eine höhere Genauigkeitsstufe erforderlich, wird ein Bauaufmaß vor Ort notwendig. Liegen bereits ältere Planunterlagen vor, so können diese als Grundlage für ein detaillierteres Aufmaß dienen. Im Folgenden werden die üblichen Erfassungstechniken kurz erläutert. Auf die mögliche Computerunterstützung dieser Techniken wird im späteren Verlauf dieser Arbeit genauer eingegangen.

#### 2.4.1. Handaufmaß

Beim Handaufmaß werden einzelne Punkte des Objektes unter Verwendung einfacher Geräte und Hilfsmittel eingemessen. Aus Zeit- und Kostengründen werden möglichst wenige Punkte aufgenommen aber hinreichend viele, um die geforderte Messgenauigkeit zu gewährleisten.

Das Aufmaß erfolgt in Horizontalschnitten für Grundrisse (meist Meterriss) und Vertikalschnitten für Quer- und Längsschnitte sowie Ansichten (Schnitt vor dem Objekt). Durch das Arbeiten vor Ort mit unmittelbarem Kontakt zum Bauwerk können genaue Kenntnisse über Konstruktion und bauliche Details gewonnen werden. Die Dokumentation der Messergebnisse erfolgt vor Ort auf Papier oder Karton. Ihre Übertragung in die Reinzeichnung sollte möglichst schnell vom selben Team – welches am Objekt gearbeitet hat – erfolgen, da sonst ein Verlust an Informationen durch den Zeitverzug auftreten kann.[Wangerin92]

Die Meßmethoden des Handaufmaßes sind hauptsächlich auf Distanzmessung ausgerichtet. Als Instrumente stehen dafür u.a. Zollstock (Gliedermaßstab), Gewebe- und Metallmaßband und Laserdistanzmessgeräte zur Verfügung. Zum Einmessen der Horizontalen werden Wasserwaagen, Schlauchwaagen und Nivelliergeräte verwendet. Für die Vertikale gebraucht man beispielsweise Schnurlote, Winkelmesser, Richtscheite mit Libelle und Teilkreis oder Nivelliergeräte mit Teilkreis.

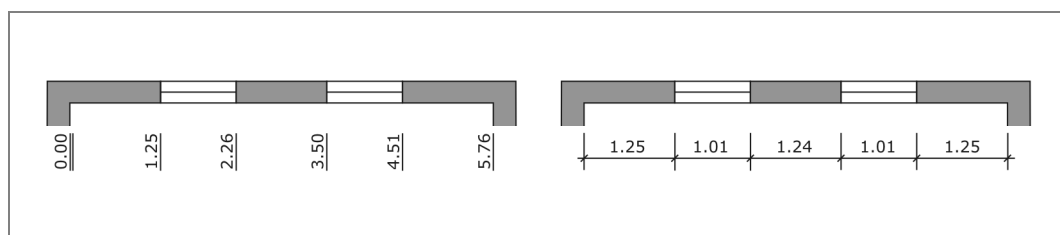


Abb. 2-3 Unterschied zwischen Kettenmaßen (links) und additiven Maßen (rechts)

Bei der Distanzmessung unterscheidet man generell zwei Vorgehensweisen. Das additive Messen und die Kettenmaße. Beim additiven Messen werden Einzelmaße ermittelt und aneinandergereiht, wohingegen bei Kettenmaßen eine fortlaufende Messung von einem definierten Nullpunkt erfolgt. [Petzold01]

Für Distanzmessungen über längere Strecken mit mehreren Zwischenwerten sind Kettenmaße dem additiven Messen vorzuziehen, da bei additiven Maßen die Gefahr der Summierung von Messfehlern besteht.

#### 2.4.2. Tachymetrie

Die Tachymetrie ist ein Verfahren aus der Geodäsie, welches für die Verwendung in der Bauaufnahme adaptiert wurde. Mittels eines elektronischen Tachymeters können Horizontal- und Vertikalwinkel sowie Distanzen gemessen werden. Bei der Messung von Distanzen unterscheidet man grundsätzlich zwei Möglichkeiten, die Messung mit Reflektor und reflektorlos.

Bei der Messung mit Reflektor wird an den aufzunehmenden Punkt ein reflektierender Gegenstand in Form eines Prismas angehalten, welches den Zielstrahl zum Tachymeter zurücksendet. Über die Verzögerung zwischen Senden und Empfangen des Strahles wird die Entfernung ermittelt. Bei der reflektorlosen Tachymetrie wird der Zielstrahl direkt von der Bauteiloberfläche zurückgesendet. [Heiliger00]

Grundsätzlich unterscheidet man drei Verfahren der tachymetrischen Punktbestimmung: [Heiliger00, Petzold01]

- *polares Anhängen*

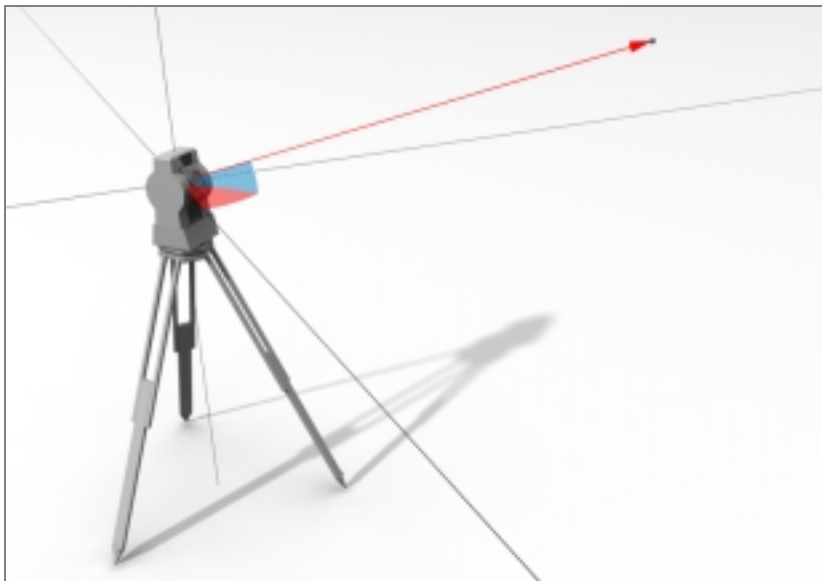


Abb. 2-4 *polares Anhängen*

Die Punktbestimmung erfolgt über die Messung von Horizontalwinkel, Vertikalwinkel und Distanz. Aus diesen drei Messwerten können die räumlichen Koordinaten des Punktes ermittelt werden. Die Messung erfolgt mit Reflektor oder reflektorlos von einem Standpunkt aus.

- *räumlicher Vorwärtsschnitt*

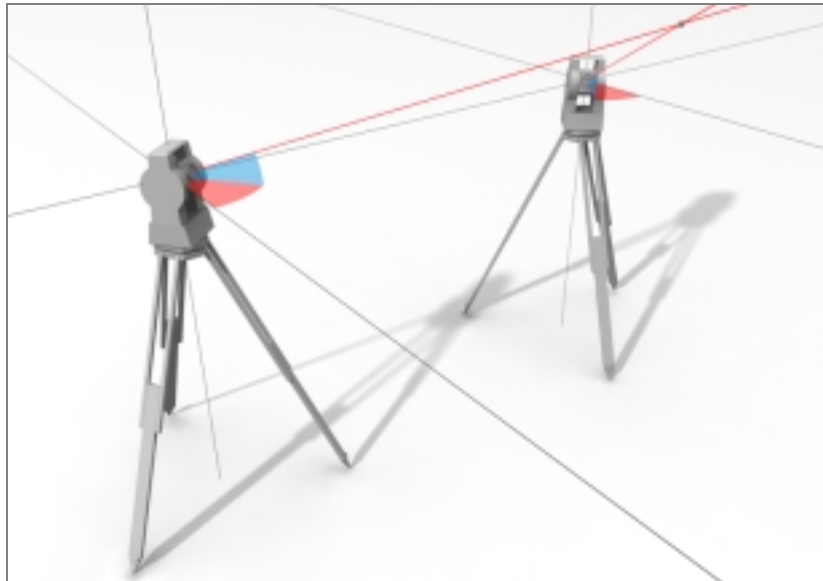


Abb. 2-5 *räumlicher Vorwärtsschnitt*

Beim räumlichen Vorwärtsschnitt ermittelt man den Punkt von zwei Standorten aus. Der Punkt ergibt sich aus dem Schnittpunkt bzw. aus dem Mittelpunkt des kürzesten Abstandes beider windschief zueinander verlaufender Zielstrahlen.

- *Flächenschnitt*

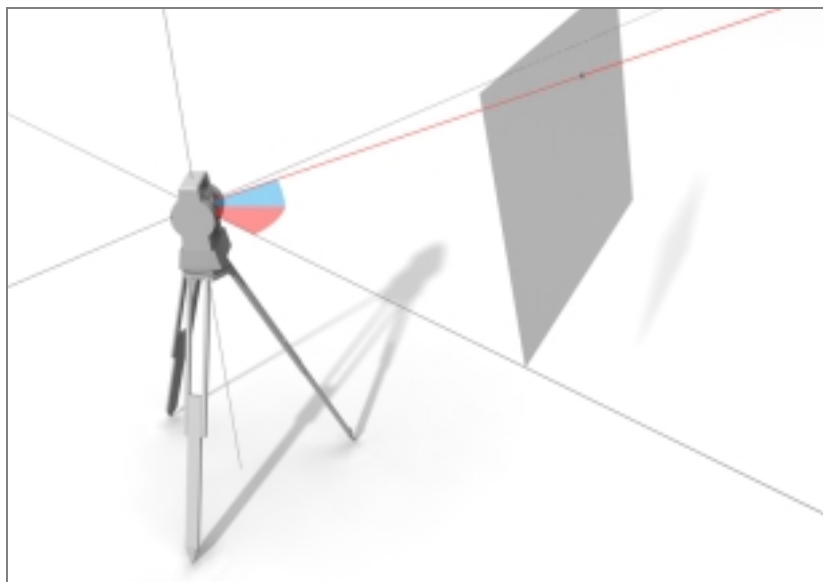


Abb. 2-6 *Flächenschnitt*

Der Flächenschnitt ermittelt den aufzunehmenden Punkt durch Berechnung des Durchstoßpunktes eines Zielstrahles durch eine vorher definierte Ebene bzw. Fläche.



Durch die Entwicklung zur reflektorlosen Tachymetrie hat sich die Bedeutung der drei Verfahren zu Gunsten des polaren Anhängens verschoben, da der aufzunehmende Punkt nicht mehr berührbar, sondern nur noch einsehbar sein muss. Zusätzliche Funktionen wie Motorisierung, Fernbedienung und automatische Zielfindung steigern zunehmend die Automatisierung des Aufnahmeprozesses.

Um die ermittelten Punktkoordinaten mehrerer Tachymeterstandorte einander zuordnen zu können, ist es notwendig jeden Gerätestandort mit Position und Ausrichtung in einem übergeordneten Koordinatensystem festzulegen. Dies geschieht mit Hilfe von Passpunkten entweder durch Positionierung des Gerätes auf einem bekannten Punkt oder durch freie Stationierung. Passpunkte sind vordefinierte oder gemessene Punkte, deren Positionen im übergeordneten Koordinatensystem bekannt sind. Bei der Stationierung auf bekanntem Punkt wird die Ausrichtung des Gerätes durch Messung zu mindestens einem zweiten Passpunkt ermittelt. Bei der freien Stationierung kann der Gerätestandort über Messung von mindestens zwei Passpunkten bestimmt werden. Werden bei diesen Verfahren mehr Passpunkte als notwendig gemessen, ist eine Fehlerkorrektur möglich.

Der Nachteil der Tachymetrie liegt einerseits in den nicht unerheblichen Anschaffungskosten der Instrumente und andererseits in den notwendigen Fachkenntnissen zur Bedienung. Aus diesem Grund wird der Vorgang der Bauaufnahme oft an Experten delegiert, denen meist das nötige Hintergrundwissen über Zweck und Weiterverwendung der Bestandsaufnahme fehlt. Dadurch und durch den – aus dem Verfahren resultierenden – nicht vorhandenen direkten Kontakt zum Objekt können wichtige Sachdaten über Konstruktion oder Schäden unberücksichtigt bleiben. [Weferling03]

### 2.4.3. Laser – Scanning

Das Laser – Scanning kann man als ein Spezialverfahren der reflektorlosen Tachymetrie betrachten. Dabei wird das Bauaufnahmeobjekt mit hoher Auflösung gescannt. Als Ergebnis erhält man eine Beschreibung der Bauteiloberfläche als Punktwolke. Für eine Weiterverarbeitung muss diese anschließend mit geeigneten Verfahren, je nach Zweckbestimmung beispielsweise in ein Flächenmodell umgewandelt werden. Da dieses Verfahren sich noch im Entwicklungsstadium befindet, ist eine Verwendung in der Bauaufnahme bisher nur auf wenige Teilbereiche (z.B. Bauforschung) begrenzt.

## Photogrammetrie

Der Begriff *Photogrammetrie* stellt einen Sammelbegriff verschiedener Techniken dar und ist ein weitestgehend eigenständiges Fachgebiet. Generell beschreibt sie Verfahren, mit Hilfe derer die Geometrie und Lage räumlicher Objekte aus Fotografien ermittelt werden kann. Die Messung erfolgt dabei nicht am Objekt selbst, sondern an dessen fotografischem Abbild.[Petzold01]

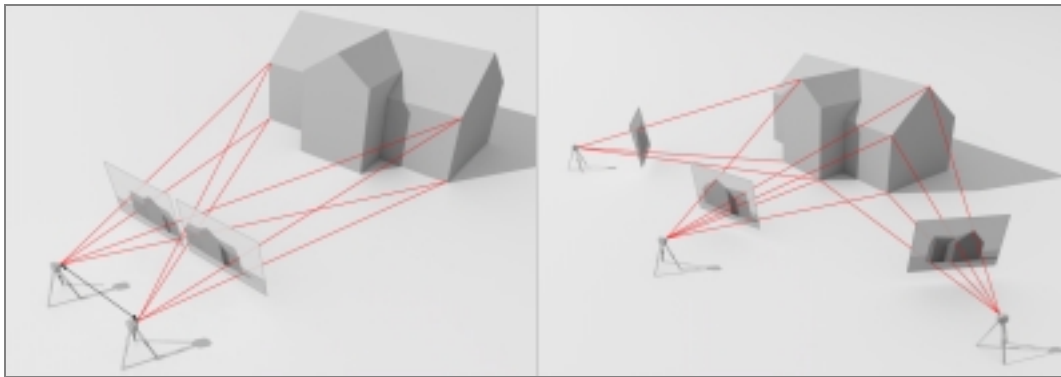


Abb. 2-7 Prinzip der Stereoskopischen (links) und Mehrbildphotogrammetrie (rechts)

Für die Auswertung der Bildinformationen unterscheidet man bei der Nahbereichsphotogrammetrie die Einbildauswertung, die Stereoskopische Auswertung und die Mehrbildauswertung. Für die Auswertung der Stereoskopischen- und der Mehrbildphotogrammetrie sind spezielles Fachwissen und Instrumente erforderlich, welche bei einer planungsrelevanten Bauaufnahme meist nicht zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund sollen beide Methoden nicht weiter erörtert werden.

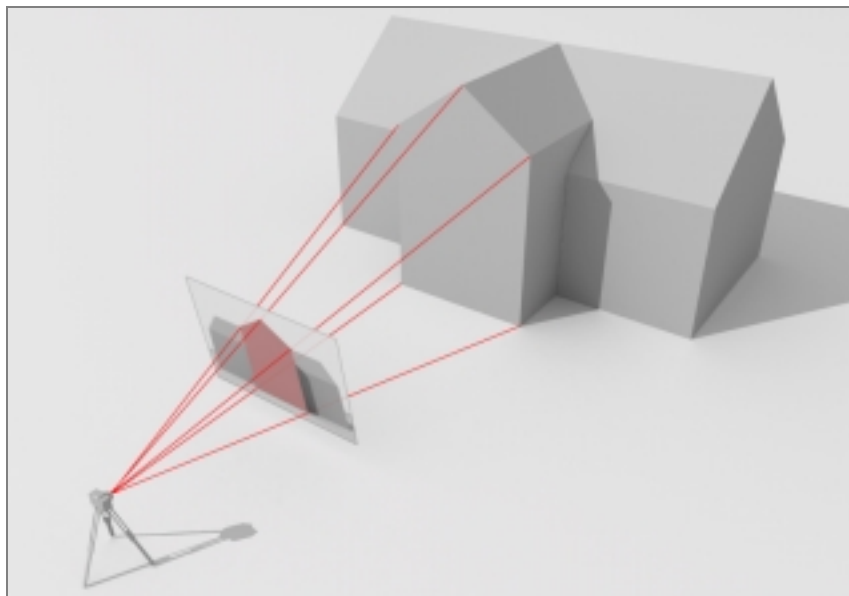


Abb. 2-8 Prinzip der Einbildphotogrammetrie

Die Einbildphotogrammetrie allerdings ist durch Computerunterstützung zu einem effizienten, zeit- und kostengünstigen Mittel bei der Bauaufnahme geworden. Bei dieser Methode wird die perspektivische Verzerrung des aufgenommenen Objektes mit Hilfe von tachymetrisch gemessenen Passpunkten oder mit zwei rechtwinklig zueinanderliegenden bekannten Strecken zurückgerechnet. Man erhält ein entzerrtes Foto des Objektes. Durch die bekannten Maße der Passpunkte oder Strecken kann das entzerrte Foto maßlich korrekt nachgezeichnet werden. Allerdings ist die Entzerrung nur für ebene Oberflächen des aufgenommenen Objektes möglich, da aus einem einzelnen Foto keine Tiefeninformation gewonnen werden kann. Für den praktischen Einsatz der Einbildauswertung eignet sich daher beispielsweise die Entzerrung von Fassadenaufnahmen zur Erstellung von Ansichten.

Zwar gibt es für die Erstellung der Bilder für die Photogrammetrie spezielle hochwertige Messkameras, für die Einbildauswertung sind mittlerweile aber auch einfache, handelsübliche analoge oder digitale Kameras geeignet. Allerdings können bei geringeren Auflösungen Objektinformationen im Bild verloren gehen. [Weferling03, CCES04]

## 3. Computerunterstützung in der Bauaufnahme

### 3.1. CAD und CAAD – Begriffsbestimmung

Die Verwendung von Computern in Architekturbüros ist heute längst eine Selbstverständlichkeit. Auf der einen Seite sind es Office-Lösungen für Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Datenbanken für die organisatorischen und rechnerischen Aufgaben, und auf der anderen Seite Programme zum Zeichnen und Darstellen von Plänen. Wenn man Softwareapplikationen für die Visualisierung und Präsentation außen vor lässt, kann man bei den Zeichenprogrammen prinzipiell zwei Kategorien unterscheiden:

- *CAD – computer aided design*  
Übersetzt man diese Abkürzung ins Deutsche bedeutet CAD soviel wie "computerunterstütztes Entwerfen oder Gestalten". Allerdings wäre die Bezeichnung „computer aided drafting“ – also „computerunterstütztes Zeichnen“ – richtiger, da CAD-Systeme in der Regel komfortable Zeichenwerkzeuge darstellen. Die Vorteile gegenüber dem Zeichnen am Reißbrett liegen vor allem in der mathematischen Exaktheit, durch die vektororientierte Darstellung und durch das Zeichnen im Maßstab 1:1, der Reproduzierbarkeit, der Möglichkeit von schnell eingearbeiteten Änderungen und damit in der Zeitersparnis.  
CAD-Systeme sind nicht vorrangig für die Anwendung in der Architektur konzipiert. Vielmehr sind es anwenderneutrale Programme, welche ursprünglich aus anderen Fachgebieten (z.B. Maschinenbau) stammen, jedoch im Bereich der Architektur genutzt werden.
- *CAAD – computer aided architectural design*  
CAAD-Systeme besitzen die Funktionalität von CAD-Systemen und erweitern diese durch anwenderspezifische Funktionen für die Verwendung im Bereich der Architektur. Dies können beispielsweise Funktionen zum Konstruieren von Wänden, Türen, Fenstern, Treppen etc. sein. Neben der Verwendung architekturbezogener geometrischer Daten können in CAAD-Systemen auch nicht-geometrische Daten, wie z.B. Materialien, Massen oder Mengen verwaltet werden. [Petzold01]

Bei CAAD-Systemen kann man zwei unterschiedliche Konzepte unterscheiden. Zum ersten grafisch orientierte Systeme, bei denen die architekturenspezifischen Elemente (Wände, Öffnungen etc.) lediglich über ihre zeichnerische Darstellung repräsentiert werden. Diese Systemen unterstützen die Architekturspezifik rein zeichnerisch. Zum zweiten modellorientierte Systeme, bei denen die architekturenspezifischen Elemente als Bauteile in einem internen Datenmodell verwaltet werden. Diese Bauteile besitzen neben ihrer dreidimensionalen Geometrie auch Regeln zur

Verknüpfung mit anderen Bauteilen. So kann beispielsweise ein Fenster nur innerhalb einer Wand gezeichnet werden und nicht losgelöst von dieser. Des Weiteren besitzen diese Bauteile neben ihren geometrischen Attributen – bei einer Wand z.B. Start- und Endpunkt, Höhe und Dicke – auch nicht-geometrische Attribute wie Material, Aufbau oder Beschreibungen.[Petzold01]

Solche modellorientierten CAAD-Systeme werden im Folgenden als bauteilorientierte CAAD-Systeme bezeichnet.

Sowohl mit CAD- als auch mit CAAD-Systemen ist die dreidimensionale Abbildung eines Bauwerkes möglich. Allerdings bieten bauteilorientierte CAAD-Systeme durch ihre architekturenspezifischen Funktionen in diesem Bereich einige Vorteile. Die Verwendung dieser Funktionen ist vorrangig auf die Planung von Neubauten ausgelegt. So werden die spezifischen Attribute von Bauteilen, beispielsweise die Breite und Schichtaufbau von Wänden, bereits vor dem Zeichnen definiert. Für eine Verwendung dieser Bauteile im Prozess der Bauaufnahme muss eine Anpassung der Vorgehensweise beim Konstruieren erfolgen.

### 3.2. Bauaufnahme als Modellbildung

Der Prozess der Bauaufnahme stellt auch immer einen Prozess der Modellbildung dar. So auch im Falle einer computergestützten Bauaufnahme. Das Original wird als digitales Bestandsmodell im Computer abgebildet.

Unter dem Begriff *Modell* versteht man dabei im Allgemeinen ein vereinfachtes Abbild der Realität, welches sich durch folgende drei Merkmale kennzeichnet (aus [Wikipedia05]):

- *Abbildung*  
Ein Modell ist immer ein Abbild von etwas, eine Repräsentation natürlicher oder künstlicher Originale, die selbst wieder Modell sein können.
- *Verkürzung*  
Ein Modell erfasst nicht alle Attribute des Originals, sondern nur diejenigen, die dem Modellschaffer bzw. Modellnutzer relevant erscheinen.
- *Pragmatismus*  
Pragmatismus bedeutet soviel wie Orientierung am Nützlichen. Ein Modell ist einem Original nicht von sich aus zugeordnet. Die Zuordnung wird durch die Fragen *Für Wen?*, *Warum?* und *Wozu?* relativiert.  
Ein Modell wird vom Modellschaffer bzw. Modellnutzer innerhalb einer

bestimmten Zeitspanne und zu einem bestimmten Zweck für ein Original eingesetzt. Das Modell wird somit interpretiert.

Kennzeichnend für ein Modell ist somit die Abstraktion. Für den Modellzweck wesentliche Merkmale werden hervorgehoben, wohingegen andere bei der Abbildung bewusst vernachlässigt werden. [Wikipedia05]

So ist auch die computergestützte Aufnahme eines Gebäudebestandes immer mit einer Generalisierung verbunden, selbst wenn die Abbildung als Computermodell innerhalb eines CAD-Systems im Maßstab 1:1 erfolgt. Dabei werden exakt vermessene Bauwerkspunkte als Stützpunkte geometrischer Zeichnungselemente wie Linien oder Flächen aufgenommen. Diese Zeichnungselemente bilden das eigentliche Bestandsmodell. In Abhängigkeit des Bauaufnahmezweckes können offensichtlich beabsichtigte Geometrien, wie Parallelität, Geradlinigkeit oder Rechtwinkligkeit, innerhalb des Bestandsmodells auch als solche dargestellt werden. Um eine höhere Darstellungsgenauigkeit zu erreichen muss der Grad der Abstraktion reduziert werden. Dies geschieht durch eine deutlich erhöhte Dichte der tatsächlich aufgemessenen Bauwerkspunkte. So werden Grundrisslinien nicht nur in ihren Eckpunkten erfasst, sondern kontinuierlich über deren gesamten Verlauf. Auf diese Weise werden auch Verformungen und Abweichungen von Rechtwinkligkeit oder Parallelität mit abgebildet [Heiliger94].

### 3.3. Softwarelösungen für die Bauaufnahme

Zur Unterstützung des Bauaufnahmeprozesses sind mittlerweile verschiedene Softwarelösungen auf dem Markt erhältlich. Die Programme sind dabei entweder als autonome Produkte ausgelegt, oder als Zusatzapplikationen gängiger CAD- bzw. CAAD-Programme erhältlich. Dabei werden die gängigen Methoden des Bauaufmaßes – Handaufmaß, Tachymetrie und Photogrammetrie – auf die Arbeit mit dem Computer übertragen.

Im Folgenden sollen verschiedene kommerzielle Programme vorgestellt und bezüglich ihrer Eignung in einer planungsgerechten Bestandsaufnahme untersucht werden. Als Kriterium für die Beurteilung dienen einerseits die in Kapitel 2 dargestellten Anforderungen an die Bestandserfassung und andererseits die Integration bzw. Weiterverarbeitbarkeit der Daten innerhalb gängiger CAD- bzw. CAAD-Planungswerkzeuge. Die Auswahl der hier vorgestellten Produkte stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll lediglich das Spektrum der erhältlichen Softwarelösungen und ihr Potential in einem computergestützten Bauaufnahmeprozess im Kontext des Planens im Bestand aufzeigen.

Software für Photogrammetrie wird im Folgenden nicht weiter besprochen, da

Sie bei einer Bestandsaufnahme lediglich ergänzend zu anderen Verfahren und nicht ausschließlich eingesetzt werden kann.

### 3.3.1. Maxmess / Allplan Metric

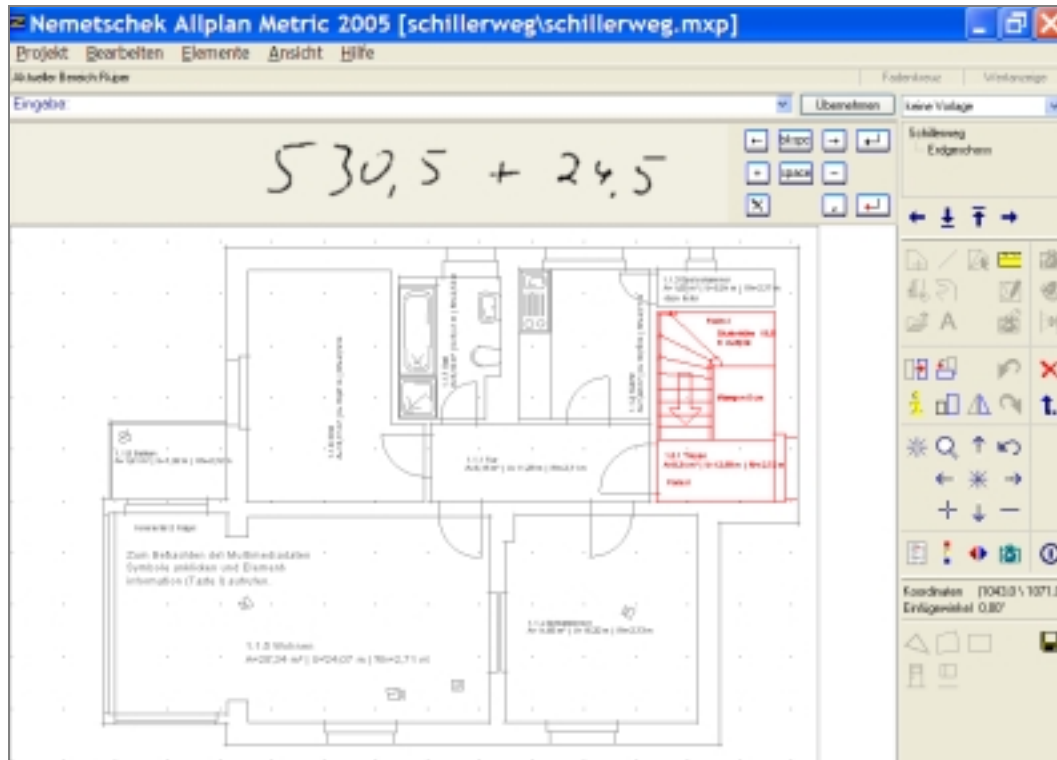


Abb. 3-1 Allplan Metric – computergestütztes Handaufmaß mit Verwaltung externer Bestandsdaten

Maxmess ist ein Produkt der Firma Braasch und Jäschke Computertechnik für das computergestützte Handaufmaß. Das gleiche Produkt wird, mit einer angepassten Benutzeroberfläche, von der Nemetschek AG als Allplan Metric vertrieben.

Maxmess dient der zweidimensionalen Erfassung und Strukturierung von Gebäudegrundrissen. Es verfügt über eine Schnittstelle zur Einbindung eines Laserdistanzmessers, welche die gemessenen Werte direkt im Programm zur Verfügung stellt. Bei Verwendung eines Tablet-PCs und eines kabellosen Bluetooth-Laserdistanzmessers gestaltet sich die Arbeit mit dem Programm sehr komfortabel, da die Eingabe per Handschrifterkennung mit anschließender Ansage des Wertes erfolgen kann.

#### *Vorgehensweise beim Aufmaß*

Alle grafischen Elemente des Gebäudegrundrisses werden in einer Projektstruktur abgelegt. Diese gliedert sich in Projekt, (Geschoss-) Ebene, Bereich und Raum. Eine Raumfläche setzt sich aus einem oder mehreren Flächenobjekten – beispielsweise Rechteck, Dreieck oder Vieleck – zusammen. Die

Eingabe kann skizzenbasiert erfolgen. Nach Abfrage der Distanzen für Länge, Breite und Diagonale wird die Fläche automatisch an die gemessenen Werte angepasst. Das Programm unterstützt dabei auch die Eingabe von Werteketten zur Erzeugung von Konstruktionspunkten, an denen anschließend neue Raumelemente gefangen werden können. Als Raumelemente stellt Maxmess Fenster, Türen, Öffnungen und Heizkörper zur Verfügung. Mit Bibliothekselementen können DXF- oder O2C-Symbole zur Darstellung von Sanitäreinrichtungen oder Möbeln eingefügt werden.

Neben ihrer Grundrissausprägung besitzen die Zeichnungselemente auch Attribute ihrer Höhen, wie beispielsweise die Raumhöhe bei Flächenobjekten und Sturz- und Brüstungshöhe bei Fenster und Türen. Diese tauchen jedoch nur in der Beschriftung bzw. bei der Auswertung der Bestandsdaten auf. Neben den Standardattributen ist es möglich, für Räume weitere benutzerspezifische Attribute zu definieren. Dies können entweder Systemvariablen wie Flächeninhalt, Umfang oder Fensteranzahl sein, sowie komplett frei definierte Eigenschaften wie beispielsweise Zustand, Bodenbelag oder Ausstattung.

Für weiterführende Informationen können jedem Raum Freihandskizzen, Bilder, Videos oder Audiodaten zugeordnet werden. Dies geschieht über Verweise auf externe Dateien, welche als Symbol in der Zeichnung auftauchen.

#### *Weiterverarbeitung der Daten*

Zur Weiterverwendung der aufgenommenen Bestandsdaten stellt Maxmess eine Reihe von Auswertungs- und Exportfunktionen zur Verfügung. Für eine Auswertung können die Daten als Raumbuch in Listenform oder als Raumdokumentation mit Beschreibung, Raumgrundriss und Fotos in einer HTML-Datei ausgegeben werden. Als Exportfunktion stehen, neben 2D-Datenformaten wie DXF oder DWG, auch Befehle zum Datenaustausch mit den CAAD-Systemen ArCon und Allplan zur Verfügung.

Der Export nach ArCon erfolgt über den integrierten Wanddesigner. Mit dessen Hilfe können automatisch generierte Wände und Raumelemente angepasst werden. Der Umgang mit dem Wanddesigner gestaltet sich bei komplexen Gebäudegrundrissen relativ schwierig, da ein hohes Maß an manueller Nachbearbeitung erforderlich ist. Als Ergebnis erhält man jedoch ein komplexes dreidimensionales Bauteilmodell zur Weiterbearbeitung in ArCon (Abb. 3-2). Als CAAD-System eignet sich dieses vor allem für die Vor- und Entwurfsplanung sowie für Gebäudevisualisierungen. Für eine Genehmigungs- und Ausführungsplanung – vor allem bei komplexen Gebäuden – ist die Software jedoch nur bedingt einsetzbar.



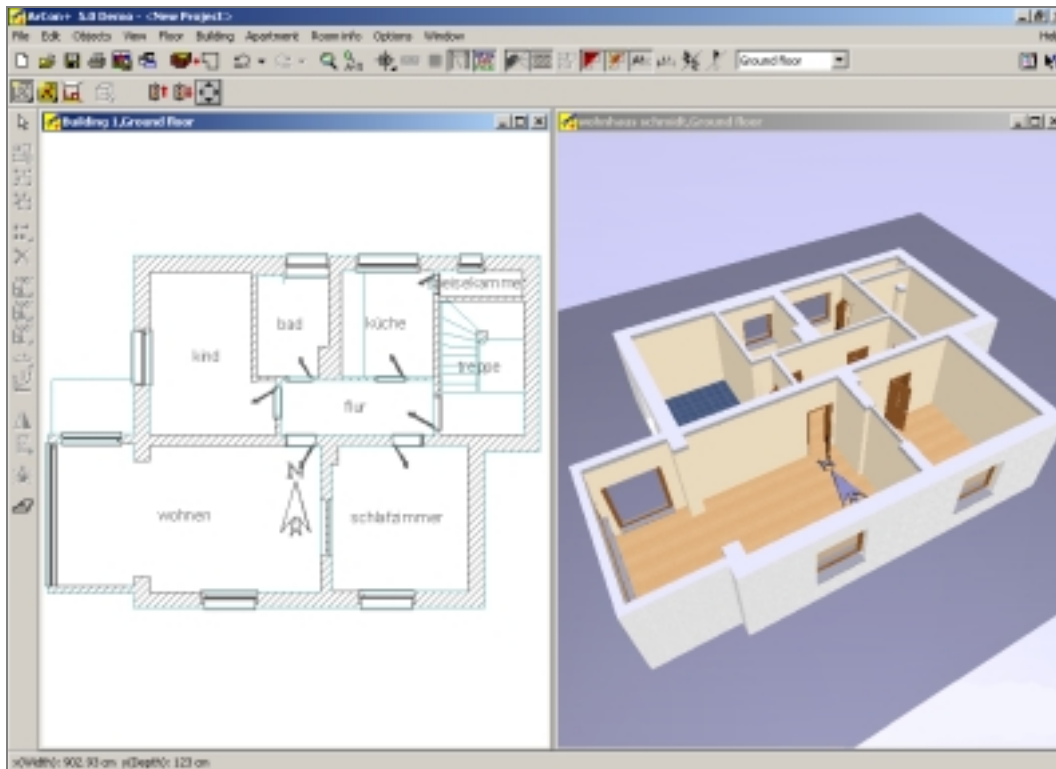


Abb. 3-2 ArCon – aus Maxmess exportiertes Gebäudemodell

Beim Datenaustausch mit Allplan exportiert Maxmess die Geometriedaten als 3D-Liniengrafik und Allplan-Raumobjekte. Wand- und Öffnungsbauteile werden nicht erzeugt. Mit der Funktionalität von Allplan ist es allerdings möglich, anhand der Räume Flächenberechnungen – beispielsweise die Grundflächenberechnung nach DIN 277 – durchzuführen oder Ausbauten für Seiten-, Boden- und Deckenbeläge zuzuweisen (Abb. 3-3). Bei der Mengenermittlung für Ausbaufächen ist allerdings nur die Bruttofläche abrufbar, da keine Fensterobjekte für einen Flächenabzug vorhanden sind.

Anhand der Räume lassen sich über den Befehl *Raum-Autowand* automatisch Wände entlang und zwischen den Räumen erzeugen. Dabei werden vom Nutzer eine Außenwand und beliebig viele Innenwände in ihrer Stärke, Höhe, Darstellung und Materialität definiert. Allplan erstellt anschließend automatisch Wände zwischen den Räumen. Dabei wird jeweils der Innenwandtyp verwendet, der annähernd am besten den Zwischenraum ausfüllt.

Die vordefinierten Wandstärken werden automatisch – innerhalb eines Toleranzbereiches – an die tatsächlichen Raumzwischenräume angepasst. Bei Abweichung von Parallelität oder Verformungen erstellt Allplan automatisch eine Wand mit polygonalem Grundriss. Zwar ist der Befehl *Raum-Autowand* eine schnelle und komfortable Möglichkeit zur Erzeugung von Wandbauteilen, eine Überarbeitung des Ergebnisses ist aber fast immer notwendig (Abb. 3-4).

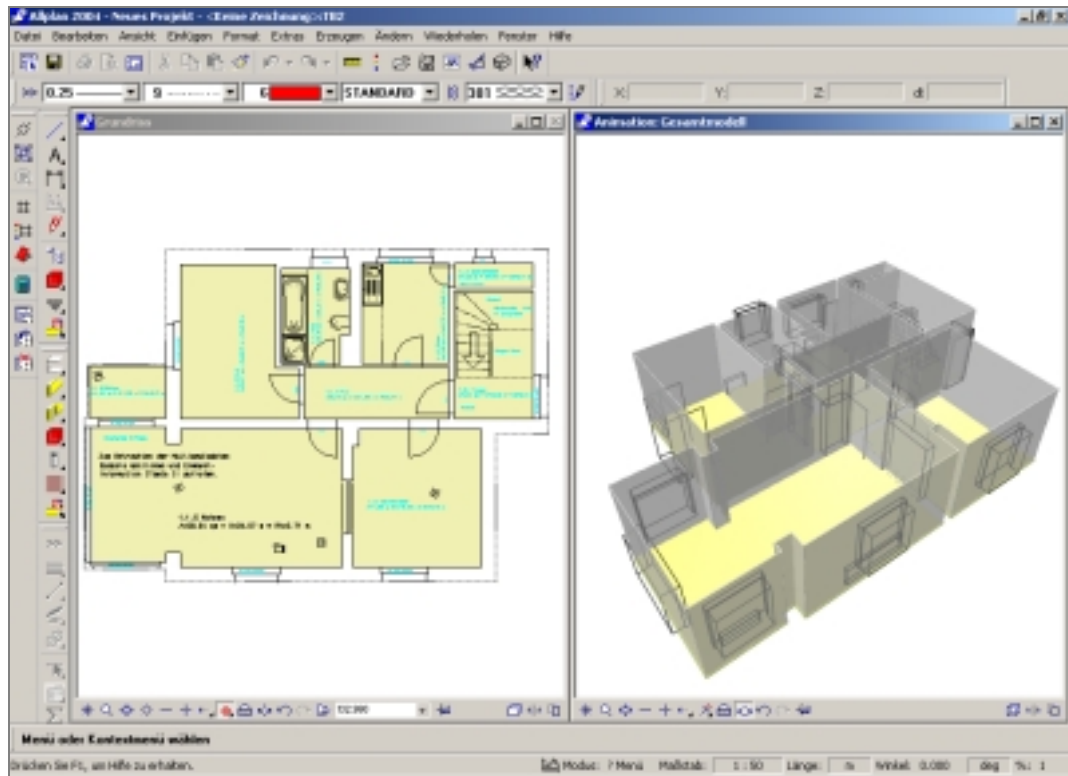


Abb. 3-3 Allplan – aus Maxmess exportierte 3d-Liniengrafik und mit Ausbaufächen versehene Raumobjekte

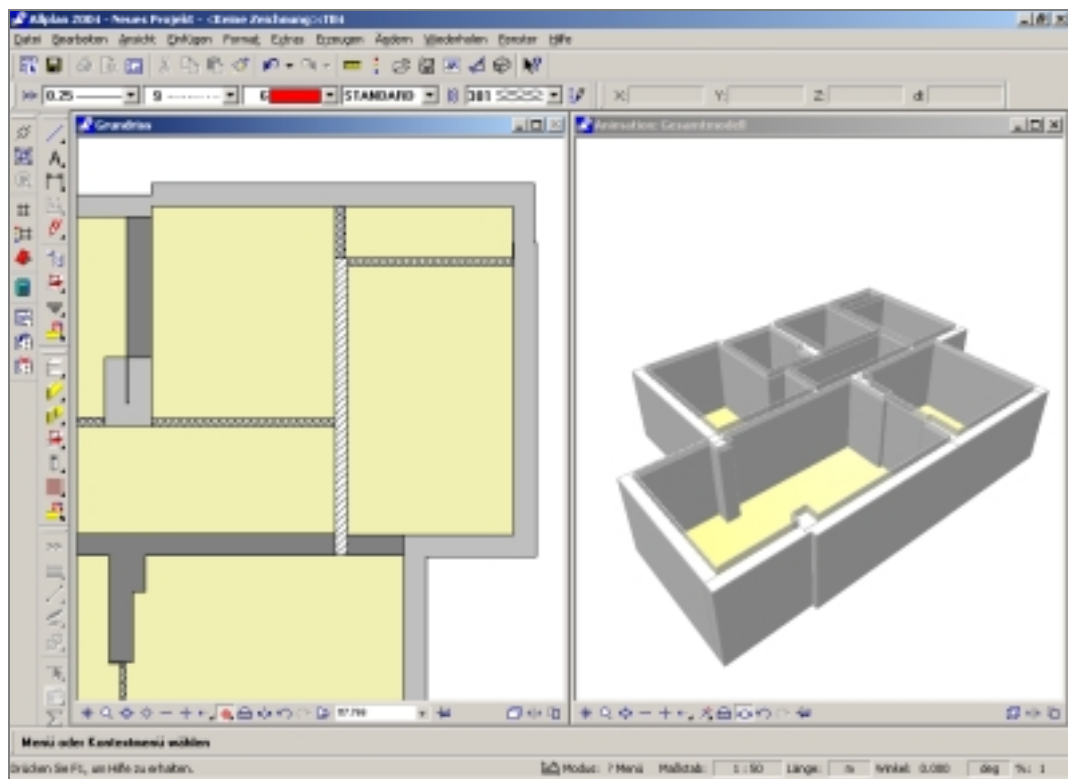


Abb. 3-4 Allplan – Mit dem Befehl Raum-Autowand automatisch erstellte Wände anhand von Raumobjekten

### *Zusammenfassung*

Für das computergestützte Handaufmaß bietet Maxmess eine gute Lösung. Vor allem durch die hierarchische Gliederung der Gebäudestruktur und die Einbindung externer Daten und zusätzlicher Attribute sind die Ergebnisse einer Bestandsaufnahme flexibel einsetzbar. Die zu erreichende Darstellungsgenauigkeit entspricht der Genauigkeitsstufe II (nach [Eckstein99]), da Abstraktionen wie Orthogonalität, Parallelität und Linearität sowie vereinfachte Darstellungen bei Raumelementen angenommen werden. Eine für diese Darstellungsgenauigkeit entsprechende Messgenauigkeit ist durch die Anbindung des Laserdistanzmessers gegeben, wobei diese auch stark abhängig von der Vorgehensweise beim Aufmaß ist. Deshalb sollte darauf geachtet werden, bei der Werteingabe von Kettenmaßen Gebrauch zu machen, anstatt additive Maße zu verwenden. Ebenso sollten Kontrollmessungen über längere Strecken durchgeführt werden.

Ein Nachteil der Software ist die Beschränkung des Aufmaßes auf den Grundriss. Die Aufnahme von Schnitten und Ansichten ist nicht möglich, ebenso ist die Orientierung der einzelnen Geschosse übereinander nicht gegeben. Positiv sind die Möglichkeiten der Auswertung in Form eines Raumbuches oder einer Raumdokumentation. Bei den Exportfunktionen sind besonders der Datenaustausch mit ArCon und Allplan positiv zu bewerten, wobei der Allplan-Export – nach Aussage von Herrn Uwe Braasch, Entwickler von Maxmess – mit der kommenden Programmversion insofern verbessert werden soll, dass auch Wände und Raumobjekte als Allplan-Bauteile übertragen werden. Allerdings gehen beim Export in die verschiedenen CAD- bzw. CAAD-Datenformate die hierarchische Gliederung der Geometrieelemente und die Verweise auf externe Daten komplett verloren.

### 3.3.2. Vitruvius

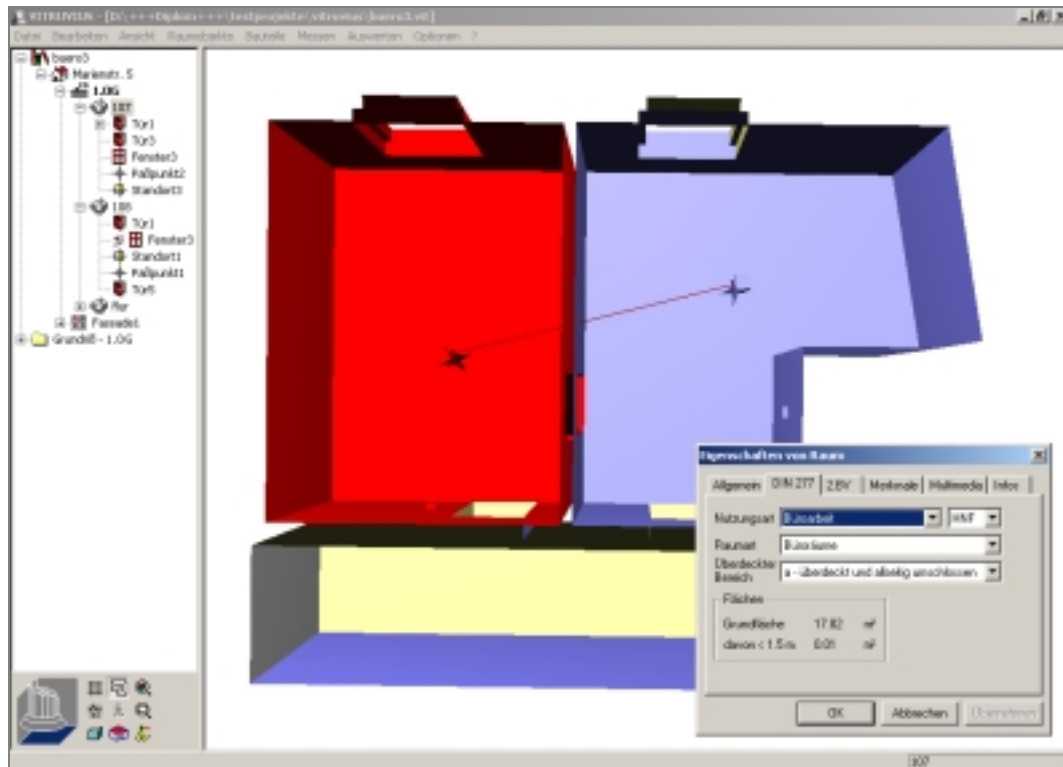


Abb. 3-5 Vitruvius – bauteilorientiertes tachymetrisches Bauaufmaß

Die Software Vitruvius ist ein bauteilorientiertes System zur dreidimensionalen tachymetrischen Bauaufnahme der Vitruvius GmbH. Das Programm unterstützt die direkte Datenübertragung sowohl von einem Tachymeter als auch von einem Laserdistanzmesser.

#### *Vorgehensweise beim Aufmaß*

Vitruvius verwaltet alle grafischen Elemente innerhalb einer hierarchischen Projektstruktur. Diese gliedert sich in Projekt, Liegenschaft, Gebäude, Geschoss und Raum, wobei die ersten vier Gliederungselemente lediglich Gruppierungen ohne geometrische Repräsentation darstellen. Das Element Raum wird als Geometrie durch seine umschließenden Oberflächen – Wandoberflächen, Boden und Decke – dargestellt. Dem Raum werden alle weiteren Bauteile, wie beispielsweise Fenster, Tür und Öffnung zugeordnet. Ein Bauteil Wand existiert nicht, da diese durch die raumumschließenden Oberflächen repräsentiert werden. Für die Darstellung von baulichen Details oder Verformungen – welche nicht über das Bauteilmodell realisiert werden können – stellt Vitruvius Polylinien zur Verfügung, die als Verkettung einzelner tachymetrisch gemessener Punkte erfasst werden.

Die Eingabe der Bauteile erfolgt skizzenbasiert in der Draufsicht oder in einer

Perspektivansicht. Sobald das Gebäude skizziert wurde, erfolgt das eigentliche Aufmaß. Hierfür ist es notwendig, dass bereits sämtliche Bauteiloberflächen im Skizzenmodell vorhanden sind, da eine spätere Bearbeitung nur bedingt möglich ist.

Zum Einmessen der Bauteile können Handmessungen und tachymetrische Messungen beliebig kombiniert werden. Bei der Tachymetrie werden die Verfahren des polaren Anhängens und des Flächenschnittes reflektorlos und mit Reflektor unterstützt. Tachymeterstandorte und Passpunkte sind in der Projektstruktur jeweils den Räumen zugeordnet. Bauteiloberflächen werden über mehrere Punkte gemessen, welche beliebig auf der Oberfläche verteilt sein können. Da zur Definition einer Ebene drei Punkte notwendig sind, wird bei der Messung von nur zwei Punkten automatisch eine senkrechte Oberfläche und bei der Messung von nur einem Punkt eine horizontale Boden- oder Deckenfläche angenommen. Werden mehr als drei Punkte auf einer Fläche gemessen, ermittelt die Software, ob eine Abweichung von der Ebene vorliegt. Ist dies der Fall, wird ein entsprechender Hinweis ausgegeben. Der Grad der Abweichung kann allerdings weder abgelesen noch grafisch dargestellt werden.

Zur Ergänzung der Tachymetrie können Abstände zwischen Oberflächen als Handmaß eingegeben oder mittels Laserdistanzmesser aufgenommen werden. In welcher Form die Bauteiloberflächen gemessen wurden, ist grafisch über unterschiedliche Farben ablesbar.

Ist die Messung des skizzierten Bauteilmodells abgeschlossen, kann eine Geometrieanpassung vorgenommen werden. Dabei wird die Geometrie des Modells Neuberechnet und so verformt, dass die gemessenen Werte mit denen des Modells übereinstimmen. Aus diesem Modell lassen sich anschließend Grundrisse und Schnitt generieren, welche als 2D-Liniengrafik mit entsprechenden Bauteilstempeln oder als 3D-Schnittmodell abgelegt werden (Abb. 3-6).

Jedes Element der Projektstruktur enthält eine Anzahl von Merkmalen, welche sowohl geometrischen Eigenschaften wie Fläche, Umfang oder Höhe, aber auch nicht-geometrische Attribute wie Nutzungsart oder Türart enthalten können. Neben diesen vordefinierten Eigenschaften kann der Nutzer zusätzliche Merkmale – beispielsweise für Bodenbeläge, Zustand oder Ausstattung – frei definieren. Die Merkmale können anschließend als CSV-Textdatei exportiert werden, um sie beispielsweise in einer Tabellenkalkulation weiterzubearbeiten.

Zusätzlich zu den Merkmalen können jedem Element mehrere Verweise auf externe Dateien – beispielsweise Texte, Bilder oder Audiodateien – zugewiesen werden. Diese sind allerdings nur über das Eigenschaftsfenster der Bauteile abrufbar und werden weder in der Zeichnung mit einem Symbol dargestellt, noch können sie als Merkmale der Bauteile exportiert werden.

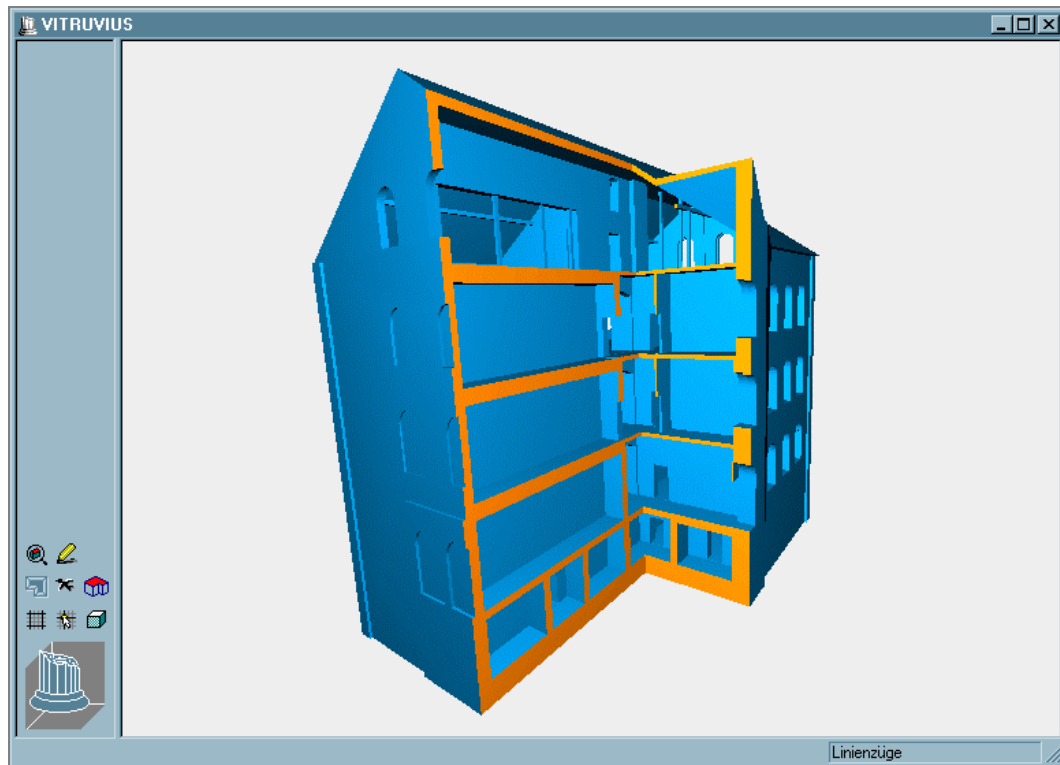


Abb. 3-6 Vitruvius – 3D Schnittdarstellung eines Gebäudemodells

### Zusammenfassung

Die Methoden, welche Vitruvius für eine strukturierte bauteilorientierte Bestandsaufnahme verwendet, erscheinen sinnvoll und gut anwendbar. Allerdings ist die Funktionalität der Modellierung oftmals nicht ausreichend und schwer zu handhaben. Durch die Verwendung der Tachymetrie und der partiellen Ergänzung durch Handmaße ergibt sich eine hohe Messgenauigkeit. Die Abbildung von Verformungen und Details ist nur bedingt über Polylinien möglich, wodurch die Darstellungsgenauigkeit eingeschränkt wird.

Negativ zu bemerken sind die eingeschränkten Export-Funktionen zu CAAD-Programmen. Hier steht nur der Austausch mittels DXF als 2D-Schnittdarstellung oder als 3D-Flächenmodell zur Verfügung. Die Gebäudestruktur und die zusätzlichen Sachdaten gehen dabei komplett verloren.

Im Vergleich zum Raumbuch und zur Raumdokumentation, die aus Maxmess heraus erstellt werden können, bleibt die Qualität des Merkmalexportes von Vitruvius ebenfalls zurück.

Die Software stellt zwar ein geeignetes Werkzeug zur bauteilorientierten Erfassung von Geometrie und zusätzlicher Sachdaten dar, die Weiterverwendung im Kontext einer Planung im Bestand ist allerdings nur sehr bedingt möglich.

### 3.3.3. TachyCAD

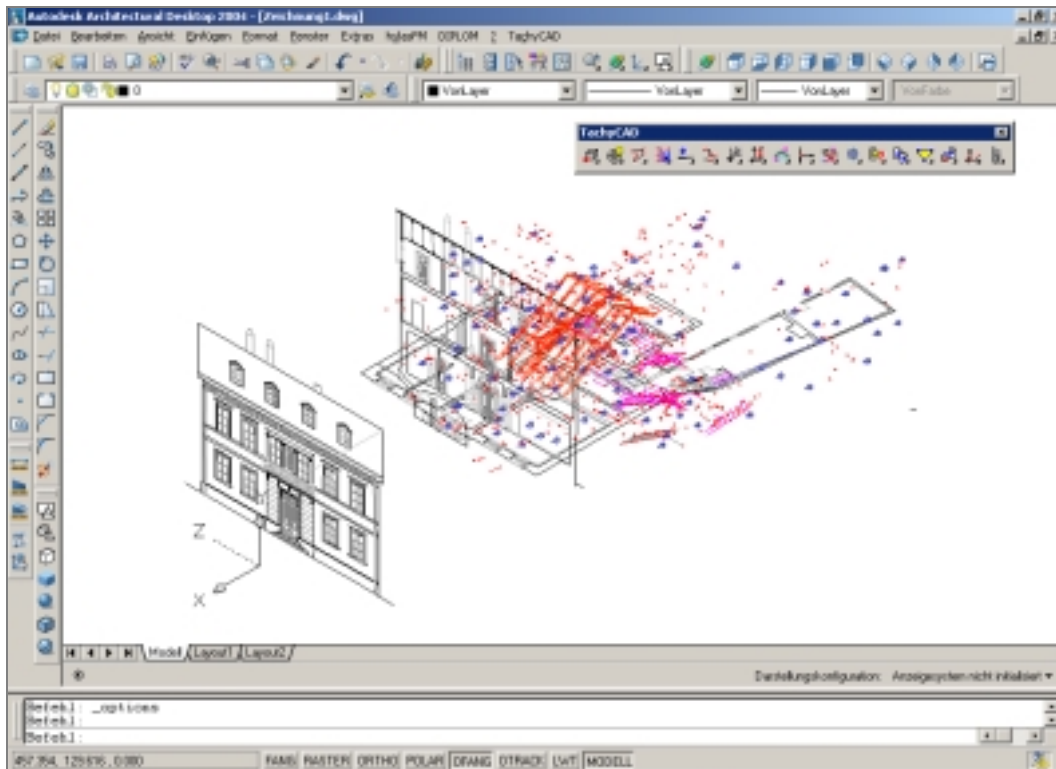


Abb. 3-7 TachyCAD - zweidimensionale Grundriss-, Schnitt- und Ansichtsebene innerhalb einer tachymetrisch gemessenen dreidimensionalen Punktmenge

Die Software TachyCAD der Firma Kubit ist eine Zusatzapplikation für AutoCAD zur tachymetrischen Bestandsaufnahme. Das Grundprinzip von TachyCAD besteht darin, das Tachymeter als dreidimensionales Eingabegerät in AutoCAD einzubinden. Jeglicher AutoCAD Befehl, der eine Punkteingabe erfordert, wird auf diese Weise mit dem Tachymeter nutzbar.

#### *Aufmaßfunktionen*

Die Grundfunktionalität von TachyCAD bietet Befehle zur Gerätestationierung, Passpunktbestimmung und Punktmessung. Dabei werden alle bekannten Verfahren der Tachymetrie – polares Anhängen, räumlicher Vorwärtsschnitt und Flächenschnitt – reflektorlos oder mit Reflektor unterstützt.

Neben dem Grundmodul stellt TachyCAD mehrere Erweiterungsmodule für Gebäudeaufmaß, Archäologie und Anlagenvermessung zur Verfügung. Im Kontext der planungsrelevanten Bestandsaufnahme ist dabei natürlich das Modul Gebäudeaufmaß von Bedeutung. Dieses Modul stellt zusätzliche Zeichenfunktionen für ein schnittorientiertes Bauaufmaß – Horizontal- und Vertikalschnitt für Grundrisse und Gebäudeschnitte – zur Verfügung. Neben dem Tachymeter als Eingabegerät besitzt die Software auch eine Schnittstelle

zur Anbindung eines Bluetooth-Laserdistanzmessers. Die Messungen mit dem Distanzmesser dienen dabei der Ergänzung des tachymetrischen Aufmaßes. TachyCAD stellt auch hierfür spezielle Funktionen, wie beispielsweise die Konstruktion eines Bogenschnittpunktes, bereit.

### *Datenauswertung*

Neben Befehlen zur Erstellung von Aufmaßzeichnungen bietet TachyCAD auch eine Auswertungsfunktion für Flächen. In einer Flächenliste werden nichtgrafische Daten in einer Baumstruktur abgebildet und verwaltet (Abb. 3-8).

Aus den gemessenen Plänen können über die Flächenliste Flächenobjekte halbautomatisch oder manuell angelegt werden, welche die Grundfläche eines Raumes repräsentieren. Flächen sind mit einer oder mehreren Teilflächen verbunden und diese wiederum sind mit der Geometrie der Zeichnung verknüpft. Eine Raumfläche setzt sich somit aus mehreren Teilflächen zusammen, deren Flächeninhalte entweder positiv, negativ oder nur zum Teil in die Gesamtraumfläche einfließen. Flächen- und Teilflächenobjekte basieren auf Klassendefinitionen in denen die jeweiligen Attribute der Klassen festgelegt sind. Für Teilflächen sind dies beispielsweise Flächeninhalt, Umfang und Anrechnungsfaktor und für die Klasse *Fläche* Bezeichnung und Gesamtflächeninhalt. Diese Attributdefinitionen können dabei vom Nutzer frei konfiguriert und erweitert werden. Ändern sich die Attribute einer Klasse, so ändern sich diese auch in allen Objekten, die auf dieser Klasse basieren.

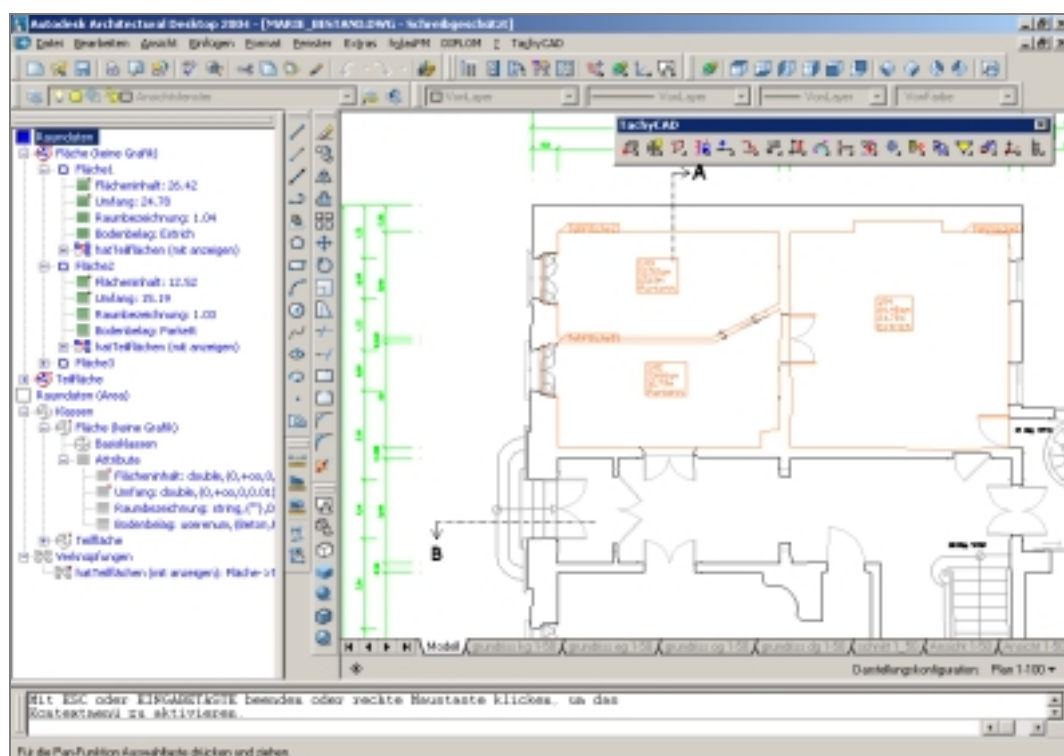


Abb. 3-8 TachyCAD – aus 2D-Liniengrafik erstellte Flächenliste zur Verwaltung nichtgrafischer Daten



Durch die Möglichkeit eigene Attribute zu definieren ergeben sich vielfältige Anwendungsmöglichkeiten der Flächenauswertung. So ist es beispielsweise möglich einer Fläche das Attribut Dateianhang zuzuweisen, um externe Daten an einen Raum zu binden.

Als Repräsentation der angelegten Flächenobjekte in der Zeichnung erhalten diese ein Label (bzw. Bauteil- oder Raumstempel) mit dem jeweiligen Objektnamen und einer frei konfigurierbaren Auswahl an Objektattributen. Die Daten der Flächenliste können anschließend als HTML- oder Textdatei exportiert werden.

### Zusammenfassung

TachyCAD stellt ein sehr flexibles Bauaufnahmewerkzeug dar, da es als Zusatzapplikation in ein bestehendes CAD-System integriert ist. Durch die Verwendung der Tachymetrie mit ergänzendem Handaufmaß ergibt sich eine hohe Messgenauigkeit. Die Nutzbarkeit sämtlicher AutoCAD-Befehle gewährleistet gleichzeitig eine hohe Darstellungsgenauigkeit, falls dies erforderlich ist. Zwar sind die Zeichenfunktionen, welche TachyCAD zur Verfügung stellt, auf ein schnittorientiertes zweidimensionales Aufmaß ausgelegt, eine dreidimensionale Geometrieabbildung ist allerdings ebenfalls möglich. Die Verknüpfung der Bestandspläne mit erweiterten externen Daten ist nur bedingt über die Attribute der Flächenauswertung möglich. Allerdings stellt dies keine echte Datenverknüpfung mit Bauteilen dar, da die Aufmaßdaten nur in Form von unstrukturierten Liniengrafiken vorliegen.

Die nahtlose Einbindung von TachyCAD in AutoCAD gewährleistet allerdings auch die Verwendung des Tachymeters in anderen AutoCAD-Applikationen, wie beispielsweise den Autodesk Architectural Desktop, und die Integration der Photogrammetrie als ergänzendes Aufmassverfahren mittels der Zusatzapplikation PhoToPlan von Kubit. Für die Verwendung von TachyCAD mit dem ADT hat Kubit ein Plugin – TachyADT – entwickelt, mit dessen Hilfe Wandbauteile mit Verformungen aufgemessen werden können.

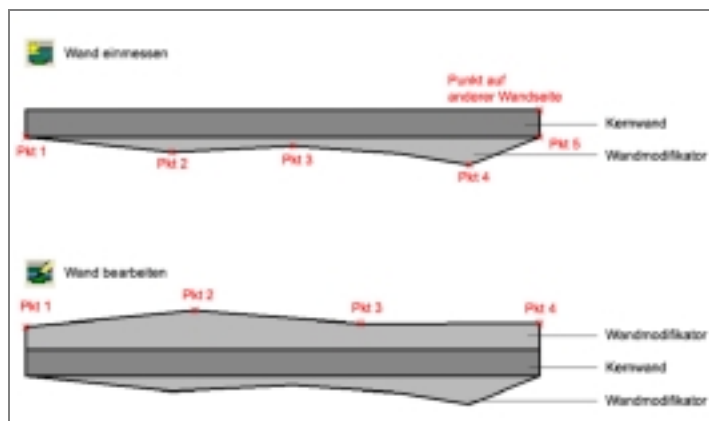


Abb. 3-9 TachyADT – beide Wandseiten können nacheinander tachymetrisch eingemessen werden

Dabei wird zuerst eine Seite der Wand mit beliebig vielen Punkten entlang eines gedachten Wandschnittes vermessen. Die Abweichung des Wandschnittes von einer Geraden wird mit Hilfe eines 2D-Wandmodifikators abgebildet. Ein Punkt auf der gegenüberliegenden Wandseite definiert die vorläufige Breite. Nach dem Umstellen des Tachymeters kann die zweite Wandseite vermessen werden. Dabei wird wiederum ein Modifikator angelegt, der die Wandbreite auf die gemessenen Werte anpasst (Abb. 3-9).

Zwar ist es möglich viele ADT-Befehle auch in Verbindung mit dem Tachymeter zu nutzen, für ein komplexes bauteilorientiertes Aufmaß sind die Funktionen von TachyCAD jedoch nicht ausreichend.

### 3.3.4. Hylas FM

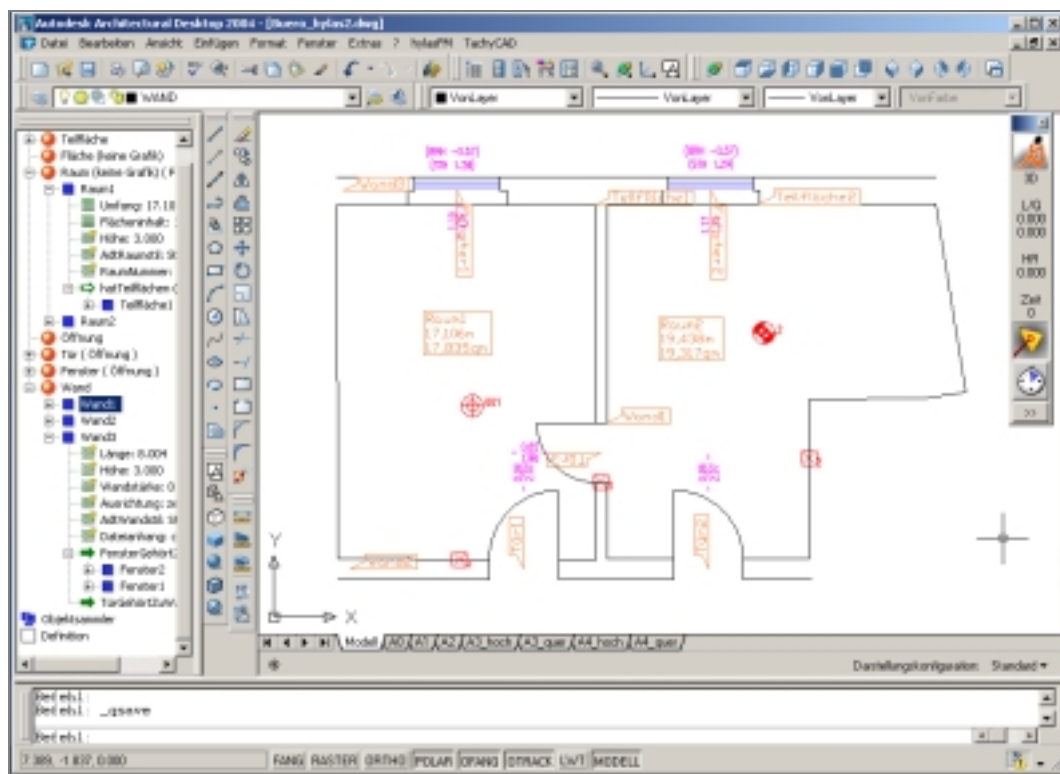


Abb. 3-10 Hylas FM – strukturierte Abbildung grafischer, und nichtgrafischer Daten zweidimensionaler Gebäudegrundrisse

Hylas FM ist ebenfalls ein Produkt der Firma Kubit und als Zusatzapplikation für AutoCAD konzipiert. Bei dem Programm handelt es sich nicht um eine Software zur Bauaufnahme, sondern für das Facility Management. In Verbindung mit zweidimensionalen Aufmaßplänen eignet es sich jedoch gut zur Strukturierung und Auswertung von Bestandsdaten.

### Datenverarbeitung

Die bereits vorgestellte Flächenauswertung von TachyCAD basiert auf Hylas FM, wobei dessen Funktionalität jedoch viel flexibler und umfangreicher ist. So ermöglicht Hylas neue Klassen für geometrische Elemente, wie beispielsweise Fenster, Türen, Räume und Ausstattung, zu definieren, Verknüpfungen zwischen diesen zuzuweisen und Attribute einer Basisklasse auf eine neue Klasse zu vererben. Die Klassen und deren Objektinstanzen werden in einer Strukturansicht verwaltet. Auf diese Weise ist es möglich, geometrische Daten zweidimensionaler Bestandspläne strukturiert abzubilden und zusätzlich Informationen, beispielsweise externe Dateien, diesen Elementen zuzuordnen. Zur Weiterverwendung der erfassten Daten bietet Hylas FM, neben dem Export als HTML- oder Textdatei, die Möglichkeit aus den Objekten der Strukturansicht Autodesk Architectural Desktop Elemente zu erzeugen (Abb. 3-11). Hylas stellt dafür dem Nutzer die Klassen *Raum*, *Wand*, *Fenster*, *Tür* und *Öffnung* bereit. Diese Klassendefinitionen enthalten sämtliche Attribute, welche für die Erzeugung der ADT-Objekte notwendig sind. Auf diese Weise ist es möglich, aus zweidimensionalen Liniengrafiken ein einfaches dreidimensionales Bauteilmodell zu erzeugen. Allerdings sind die neu erstellten Bauteile nicht mehr mit den Objekten der Strukturansicht verknüpft und die Informationen zusätzlich definierter Attribute werden nicht auf die ADT-Elemente übertragen.

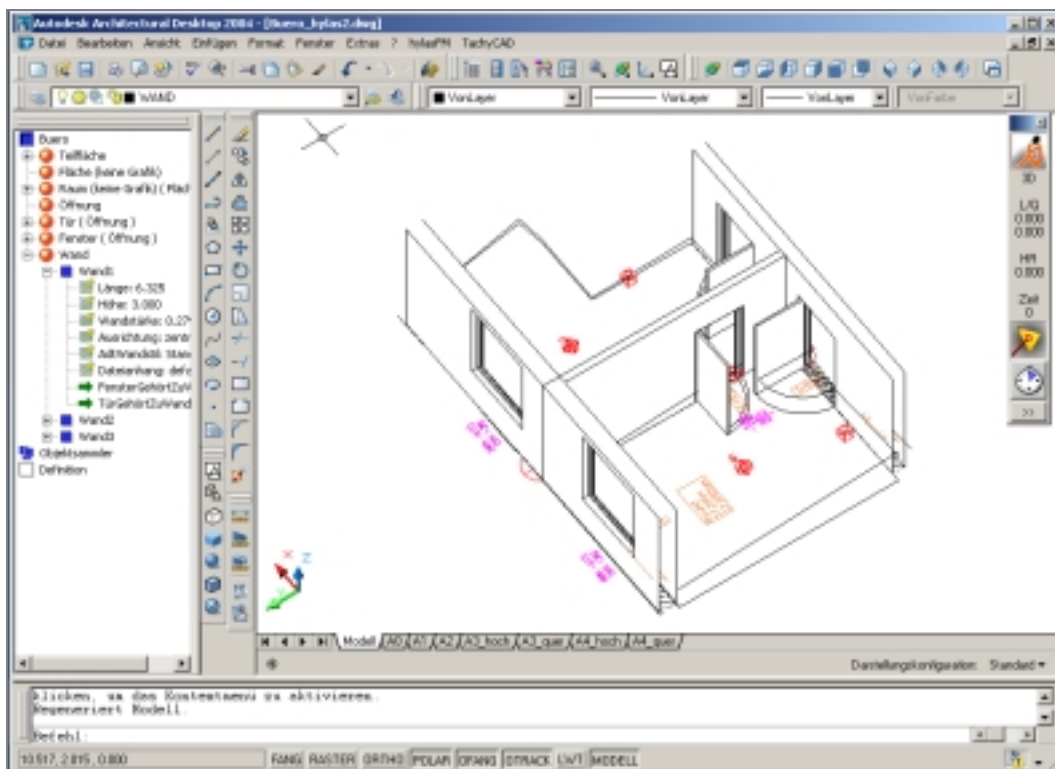


Abb. 3-11 Hylas FM – aus der Strukturansicht erzeugtes Bauteilmodell

### Zusammenfassung

Die Funktionalität von Hylas FM bietet dem Anwender die Möglichkeit, mit einem hohen Grad an Flexibilität, Daten zweidimensionaler Bestandspläne strukturiert abzubilden und durch externe Informationen zu erweitern. Der Informationsgehalt einer Zeichnung kann auf diese Weise erweitert werden, um sie als Grundlage für die Planung im Bestand besser nutzen zu können. Die Erzeugung von ADT-Bauteilen bietet eine einfache Möglichkeit den Bestand dreidimensional zu präsentieren. Ein bauteilorientiertes Bestandsmodell zur Weiterverwendung in der Planung kann mit der Software allerdings nur bedingt erzeugt werden.

#### 3.3.5. ElcoTheo

ElcoTheo ist ein Produkt der Firma PMS Photo Mess System AG und stellt verschiedenen CAD-Systemen – darunter auch AutoCAD – das Tachymeter als dreidimensionales Eingabegerät zur Verfügung. Ähnlich wie TachyCAD verfügt ElcoTheo über Funktionen zur Gerätestationierung, Passpunktbestimmung und Punktmessung. Unterstützt werden die bekannten Verfahren der Tachymetrie – polares Anhängen, räumlicher Vorwärtsschnitt und Flächenschnitt.

#### Aufmaßfunktionen

Im Gegensatz zu TachyCAD verfügt ElcoTheo jedoch nicht über so umfangreiche Zeichenwerkzeuge zur schnittorientierten Bestandserfassung. Allerdings stehen mit den ElcoTheo ADT-Tools eine Reihe zusätzlicher Funktionen zur tachymetrischen Aufnahme von Autodesk Architectural Desktop Elementen zur Verfügung (Abb. 3-12).

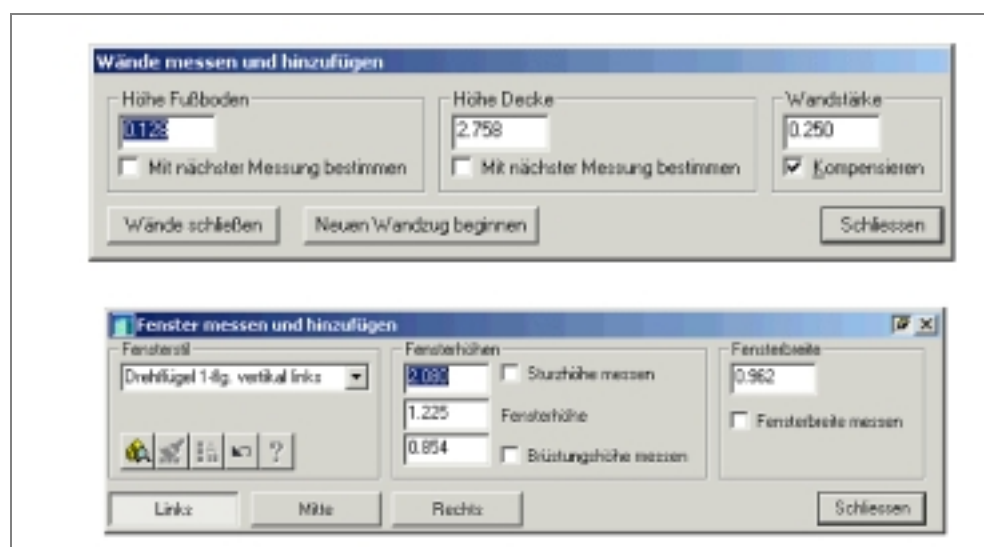


Abb. 3-12 ElcoTheo ADT-Tools – Beispieldialogboxen zur Messung von Wänden und Fenstern

Die ADT-Tools unterstützen das Einmessen von Wänden, Fenstern, Türen, Öffnungen und Tragwerkselementen wie Stütze, Unterzug oder Träger. Beim Messen von Wänden wird jeweils ein Wandzug gemessen, also alle raumumschließenden Wände nacheinander. Beim Messen des gegenüberliegenden Raumes wird die Wandbreite automatisch an die neue Messung angepasst. Über weitere Befehle können Verformungen als 2D-Modifikatoren aufgenommen oder die Ober- und Unterkante der Wand bestimmt werden. Die Messung wird jeweils mit einer roten Linie protokolliert. Auf diese Weise bleibt in der Zeichnung erkennbar, welche Bauteilprägung auf einer Messung beruht oder aber auf einer Standardeinstellung.

Für einfache Gebäude bietet ElcoTheo mit den ADT-Tools eine gute Funktionalität zur Aufnahme eines bauteilorientierten 3D-Gebäudemodells. Allerdings gibt es keine Unterstützung zur Strukturierung der Bauteildaten oder zur Ergänzung mit externen Bestandsinformationen.

### 3.3.6. Fazit

Die hier vorgestellten Softwarelösungen zeigen, dass die bekannten Verfahren des Bauaufmaßes gut auf die Arbeit mit dem Computer übertragen werden können. Der Vorteil bei der Verwendung solcher Programme ist in erster Linie die sofortige visuelle Kontrolle der aufgenommenen Daten in Form von digitalen Aufmaßplänen.

Bei den autonomen Produkten Maxmess und Vitruvius können neben den geometrischen Daten auch Sachinformationen und externe Dateien aufgenommen werden. Auf diese Weise ist es möglich, sämtliche Bestandsdaten innerhalb einer Programmoberfläche zu verwalten. Für diese Verwaltung bedienen sich die Programme der Strukturierung nach Vorbild des Raumbuches. Sämtliche Daten, sowohl geometrische als auch nicht-geometrisch, werden den Räumen zugeordnet. Diese wiederum werden in Gruppen zu Bereichen, Geschossen und schließlich zu Gebäuden zusammengefasst.

Bei den vorgestellten Zusatzapplikationen zu AutoCAD liegt der Fokus in der Aufnahme der Gebäudegeometrie in Form von Bestandszeichnungen. Zwar bietet TachyCAD mit der Flächenliste eine einfache Form der Auswertung und Strukturierung von nicht-geometrischen Daten an, doch erst in Verbindung mit Hylas FM ist diese Ordnungsstruktur so flexibel, dass sämtliche Sachdaten erfasst werden können. Allerdings stellt diese Ordnungsstruktur keine echte Datenverknüpfung dar, da sie nur auf unstrukturierte 2D-Liniengrafiken angewandt werden kann. Die Abbildung von Bauteilen in der Gebäudestruktur wird nicht unterstützt.

Gegenüber autonomen Programmen haben Zusatzapplikationen den Vorteil, dass die Bauaufnahme dort stattfindet, wo anschließend die Planung im Bestand erfolgt. Zeichnungsstandards wie Layer, Text- und Linienstile können so schon während der Bestandserfassung beachtet werden, um eine spätere

Nachbearbeitung vermeiden zu können. Bei den autonomen Programmen ist die Weiterverwendung der Daten nur über einen Export möglich, wobei vorhandene Strukturierungen und Datenverknüpfungen fast immer verloren gehen.

	Maxmess/ AllplanMetric	Vitruvius	TachyCAD	Hylas FM	ElcoTheo
<b>Art der Software</b>	autonom	autonom	Zusatz zu AutoCAD	Zusatz zu AutoCAD	Zusatz zu AutoCAD (u.a.)
<b>unterstützte Messmethoden</b>	Handaufmaß	Handaufmaß Tachymetrie	Handaufmaß Tachymetrie (Photogrammetrie in Verbindung mit PhoToPlan)	-	Tachymetrie
<b>modell- / schnittorientiert</b>	Schnitt	Modell	Schnitt (Modell bedingt möglich)	Schnitt	Schnitt, Modell
<b>Ordnungsstruktur</b>	ja	ja	nur Flächen	ja (keine echte Bauteilstruktur)	nein
<b>Erweiterung durch Sachdaten</b>	ja	ja	bedingt möglich	ja	nein
<b>Export</b>	HTML, DXF, DWG, ArCon, Allplan	DXF	wie AutoCAD, Flächendaten als HTML und TXT	wie AutoCAD, Sachdaten als HTML, TXT und teilweise als ADT-Bauteile	wie AutoCAD

Abb. 3-13 Gegenüberstellung der getesteten Programme

### 3.4. Defizite bisheriger Computerunterstützung

Die bisher gebräuchliche Vorgehensweise bei der Planung im Bestand besteht darin, zuerst den Prozess der Bauaufnahme mit der Erstellung von Planunterlagen und dem Sammeln von Sachinformationen durchzuführen und abzuschließen, und anschließend auf Basis der so gewonnenen Unterlagen die Planung vorzunehmen. Als Ergebnis liegen meist digitale Planunterlagen und zusätzliche Sachinformationen in Form von Texten und Fotodokumentationen vor.

Bei der Planung im Bestand kann die Bauaufnahme allerdings nicht als vorangestellter und damit abgeschlossener Prozess betrachtet werden. Sie ist vielmehr ein integrierter Bestandteil der Planung, in dem die Bestandsdaten mit dem Voranschreiten der Planung weiter detailliert werden. So ist es auch nicht ausreichend, die Geometriedaten über eine – mehr oder weniger gut

funktionierende – Exportfunktion an ein Planungssystem weiterzugeben, während alle nicht-geometrischen Daten getrennt davon im Bauaufnahmesystem verbleiben bzw. an eine dritte Software weitergereicht werden.

Erst das Zusammenspiel zwischen der Geometrie und den dazugehörigen Sachinformationen gewährleistet Sicherheit in der Planung im Bestand. Um dies zu erreichen ist eine Ordnungsstruktur nötig, welche alle Daten – sowohl geometrische als auch nicht-geometrische – sinnvoll strukturiert. Eine solche Ordnungsstruktur ist in vielen autonomen Bauaufnahmeprogrammen bereits vorhanden. Als Grundlage dient dabei meist das Raumbuch, bei dem das Gebäude in Geschosse und Räume gegliedert wird, denen Bauteile und Sachdaten zugeordnet werden. Innerhalb des Bauaufnahmesystems mag diese Strukturierung noch gut funktionieren, aber nach dem Export in ein Planungssystem ist sie verloren.

An dieser Stelle soll noch einmal die Software TachyCAD in Verbindung mit Hylas FM erwähnt werden. Hier ist eine strukturierte Datenverwaltung von Geometrie und Sachdaten innerhalb eines Planungssystems möglich. Allerdings kann diese nur auf 2D-Zeichnungselemente angewandt werden und stellt damit keine echte Verknüpfung von Sachdaten mit Gebäudeteilen dar.

Ein weiteres Defizit der bisherigen Computerunterstützung ist die teilweise mangelhafte Flexibilität bei der Geometrieerstellung. Dies gilt in erster Linie für autonome Bauaufnahmesoftware. Während in CAD- und CAAD-Planungssystemen der Anwender durch vielfältige Zeichnungs- und Bearbeitungsfunktionen die Kontrolle über das Gebäudemodell – unabhängig davon ob es zwei- oder dreidimensional vorliegt – behält, ist die Geometrieerstellung in den Bauaufnahmesystemen stark reglementiert. Nachträgliche Bearbeitung der Geometrie ist teilweise kaum oder gar nicht möglich. Doch gerade Altbauten weisen in ihrer Geometrie oft komplexe Formen auf, deren Abbildung innerhalb eines Bauaufnahmesystems zumindest zweidimensional gewährleistet sein muss.

Des Weiteren werden die Messmethoden durch die Software vorgegeben. Eine Kombination mehrerer Verfahren ist nur dann möglich, wenn diese auch unterstützt werden. So konnte beispielsweise die Photogrammetrie in den getesteten Systemen Maxmess und Vitruvius in keiner Weise eingesetzt werden.

Hier zeigen sich die Vorteile von Zusatzapplikationen für Planungssysteme. Zum einen ist der komplette Funktionsumfang der Originalsoftware nutzbar und wird lediglich um spezifische Bauaufnahmebefehle ergänzt, und zum anderen können andere Messverfahren durch weitere Zusatzapplikationen integriert werden. So bietet die Firma Kubit beispielsweise die Software PhoToPlan als Photogrammetrieerweiterung zu AutoCAD an, welche problemlos mit TachyCAD zusammenarbeitet.

## 4. Konzept einer bauteilorientierten Bestandserfassung

Im Folgenden soll ein Konzept zur computergestützten Bestandserfassung innerhalb eines bauteilorientierten CAAD-Systemes – in Form eines integrierenden Bauaufnahmемoduls – vorgestellt werden. Grundlage hierfür bilden die dargelegten Vorgehensweisen und Anforderungen an eine planungsrelevante Bauaufnahme und die Ergebnisse der Analyse kommerzieller Softwareprodukte.

Als Beispiel für ein CAAD-System wurde der Autodesk Architectural Desktop 2004 gewählt. Bei diesem Programm handelt es sich um ein Produkt zur bauteilorientierten Gebäudeplanung. Ausschlaggebend für diese Wahl war zum ersten die Tatsache, dass bereits Softwareapplikationen für die Bauaufnahme – TachyCAD, Hylas FM oder ElcoTheo – erhältlich sind, auf deren Funktionalität zurückgegriffen werden konnte, und zum zweiten die umfangreichen Möglichkeiten der Funktionserweiterung durch die einfach zu handhabenden Programmierschnittstellen *Visual Basic for Applications* und *AutoLisp*, mit deren Hilfe der Prototyp CiBA entwickelt wurde. Auch wenn für die Ausarbeitung des Softwarekonzeptes ein bestimmtes CAAD-System gewählt wurde, so bleiben die Anforderungen daran jedoch allgemeingültig, und sind somit auf jedes andere System übertragbar.

Ziel der Konzeption bilden Funktionalitäten, welche die Bestandsaufnahme innerhalb des ADT 2004 ermöglichen bzw. vereinfachen, um ein bauteilorientiertes Gebäudemodell zu erhalten, das als Grundlage für die Planung im Bestand dienen kann. Anwender für diese Konzeption wären vor allem Architekten und Ingenieure, die mit der Funktionalität des ADT gut vertraut sind, und denen die Bauaufnahme nicht fremd ist.

### 4.1. Allgemeine Anforderungen

Um die Ergebnisse der Bauaufnahme effektiv weiterverwenden zu können, sollten sämtliche Bestandsdaten innerhalb eines digitalen Gebäudemodells verwaltet werden. Nur so ist der Abruf relevanter Informationen jederzeit gewährleistet.

Dabei liegt es nahe, dass ein Bestandsmodell zum einen dreidimensional aufgenommen wird, und dass zum anderen architekturenspezifische Bauteile verwendet werden. Aus dem dreidimensionalen Bauteilmodell lassen sich nach Bedarf Grundrisse, Ansichten und Schnitte generieren, und der Informationsgehalt der Bauteile kann durch zusätzliche Daten erweitert werden. Dort wo die Modellierbarkeit des Bestandes als CAAD-Bauteil an ihre Grenzen stößt, ergänzen 2D- oder 3D Liniengrafiken, Flächen- und Volumenobjekte oder auch photogrammetrisch entzerrte Bilder das Bestandsmodell.



Zur Verwaltung dieses Gebäudemodells ist eine Ordnungsstruktur nötig, welche die Daten – sowohl geometrische als auch nicht-geometrische – sinnvoll strukturiert. Als Grundlage hierfür dient das Raumbuch, welches das Gebäude in Geschosse und Räume gliedert. Dem Raum wiederum können Wände, Decken, Öffnungen etc. als CAAD-Bauteile zugeordnet werden. Die Bauteile enthalten dabei aber nicht nur Daten über ihre geometrische Ausprägung, sondern auch die ihnen zugeordneten Sachdaten. Das verwendete Ordnungssystem muss dabei so flexibel sein, dass es für alle möglichen Gebäudestrukturen anpassbar ist. [Donath03, Petzold03] Des Weiteren ist dieses Ordnungssystem in eine Projektverwaltung zu integrieren, welche neben den bereits erwähnten Bestandsdaten auch ein Projektdatenblatt mit Angaben zu Grundstück, Gebäude, Eigentümer, Auftraggeber und Verfasser der Bestandsaufnahme beinhaltet.

Um die kontinuierliche Weiterbearbeitung der Bestandsdaten zu gewährleisten, müssen die verwendeten Bauteile und Ordnungsstrukturen nahtlos in das bestehende CAAD-System einzubinden sein. Das bedeutet, dass ein Bauaufnahmemodul nur die im System bestehenden Bauteile verwenden darf, bzw. dass neu definierte Bauteile auf bestehende zurückzuführen sind. Das Bauaufnahmemodul erweitert die vorhandenen Funktionen lediglich um spezielle Befehle zur Bestandsaufnahme. Die Benutzung dieser Befehle sollte sich an den Standardbefehlen orientieren, um die Verwendung des Zusatzmoduls für den Anwender so einfach wie möglich zu gestalten.

Wie bereits erwähnt, ist die Bauaufnahme als integrierter Teil der Planung im Bestand zu betrachten. Neue Informationen können jederzeit der angelegten Ordnungsstruktur hinzugefügt werden, und die Detaillierungstiefe aufgenommener Bauteile wird durch ergänzende Messungen erhöht. Auf diese Weise kann die Informationsdichte partiell erweitert werden, sofern es der aktuelle Planungsstand erfordert.

Mit einer Erhöhung der Darstellungstiefe steigt auch die Anforderung an die Messgenauigkeit. Daher muss gewährleistet sein, dass unterschiedliche Messmethoden – computergestütztes Handaufmaß, Tachymetrie und Photogrammetrie – parallel im Bauaufnahmesystem verwendet werden können.

Zur Abgrenzung der Informationsdichten untereinander, soll für die planungsrelevante Bauaufnahme eine dreistufige Untergliederung festgelegt werden:

- *Skizze*  
Räume und Bauteile werden in ihrer ungefähren Form, Größe und Lage eingezeichnet. Eine Abfrage von Messwerten erfolgt nicht.  
Da die Geometrie innerhalb des CAAD gezeichnet ist, liegen zwar „skizzierte“ Maße vor, diese werden jedoch bei Auswertungen und Raumstempeln nicht angezeigt. Die Skizze dient der einfachen Dokumentation und als Grundlage für weiterführende Messungen. Da bereits alle relevanten Bauteile im Plan vorliegen, können diesen schon zusätzliche Daten – beispielsweise Bauschäden, Fotos oder Beschreibungen – zugewiesen werden.
  
- *Genauigkeitsstufe I*  
Maßstäbliche Darstellung der Geometrie mit hoher Genauigkeit in den Flächenangaben von Räumen, aber keine absolute Genauigkeit über den kompletten Grundriss bzw. das Gebäude. Die Aufnahme erfolgt in erster Linie als Handaufmaß. Durch dieses einfach zu handhabende Verfahren können die Maße der einzelnen Räume mit hoher Genauigkeit aufgenommen werden. Die exakte Anordnung der Räume im Grundriss wäre allerdings mit einem erhöhten Messaufwand verbunden.
  
- *Genauigkeitsstufe II*  
Maßstäbliche Geometrieabbildung mit hoher absoluter Genauigkeit. Das Aufmaß erfolgt in erster Linie tachymetrisch mit ergänzenden Handmessungen. Die Geometrie fügt sich in ein übergeordnetes Koordinatensystem ein, so dass alle Gebäudeteile maßlich exakt zueinander abgebildet werden können.

Räume und Bauteile können in allen drei Genauigkeitsstufen nebeneinander im CAAD-System vorliegen. Die Auswahl der jeweiligen Stufe ist dabei nicht von der verwendeten Methode der Bauaufnahme – Handaufmaß oder Tachymetrie – abhängig, sondern vom Anwender selbst. Nur der Anwender kann anhand seiner Vorgehensweise beim Aufmaß entscheiden, in welcher Genauigkeit ein Raum oder Bauteil abgebildet wurde.

Wenn unterschiedliche Genauigkeitsstufen in einem Modell vorliegen, so müssen diese auch eindeutig ablesbar und zu unterscheiden sein. Aus diesem Grund erhalten die einzelnen Stufen unterschiedliche grafische Ausprägungen, die sie voneinander eindeutig unterscheiden.

## 4.2. Funktionsumfang des Bauaufnahmемoduls

Wie bereits erwähnt, ist das Bauaufnahmемodul als Zusatzapplikation für den ADT 2004 konzipiert. Bestehende Funktionen werden für den Prozess der Bauaufnahme übernommen und falls erforderlich erweitert bzw. durch neue Funktionen ergänzt. Zur praktischen Anwendung liegt es nahe, ein handelsübliches Notebook, sowie Tachymeter und Laserdistanzmesser zu verwenden. Um eine etwas komfortablere, weil unabhängige, Arbeitsumgebung zu schaffen, kann natürlich auch auf einen Tablet-PC und einen Laserdistanzmesser mit Bluetooth-Schnittstelle zurückgegriffen werden.



Abb. 4-1 Arbeitsmittel für das Bauaufnahmемodul – Tachymeter, Notebook und Laserdistanzmesser (v. li. n. re.)

Für die Einbindung des Tachymeters als dreidimensionales Eingabegerät in das Bauaufnahmемodul wird die Grundfunktionalität von TachyCAD 4.1 – Verbindung zum Tachymeter sowie Stand- und Passpunktbestimmung – verwendet. Als Schnittstelle zu einem Laserdistanzmesser dient DISTO online 2.2, ein Programm der PMS Photo Mess System AG entwickelt für die Leica Geosystems AG. DISTO online stellt eine universelle Schnittstelle für alle Laserdistanzmesser der Firma Leica bereit, welche eine Messung in jedes beliebige Windows-Programm übertragen kann.

### 4.2.1. Projektorganisation

Zur Organisation von Gebäudeprojekten stellt der ADT seit der Version 2004 den Projektbrowser und den Projektnavigator zur Verfügung. Im Projektbrowser werden die einzelnen Projekte verwaltet und deren Eigenschaften definiert. Die Projekteigenschaften beinhalten neben Verweisen auf Vorlage-

dateien für das Gebäudemodell, Ansichten und Pläne auch Projektdetails zur Aufnahme von Hintergrundinformationen. In Anlehnung an die [DIN1356-6] wird innerhalb des Bauaufnahmемoduls an dieser Stelle ein Projektdatenblatt angelegt, in dem Daten zum Grundstück – beispielsweise Adresse, Grundbuchnummer, Gemarkung, Flur und Flurstück – zu Objektkennwerten – Gebäudetyp, Alter, Netto-Grundrissfläche, Bruttorauminhalt etc. – sowie zu Eigentümer und Bearbeiter eingetragen werden (Abb. 4-2).



Abb. 4-2 Bauaufnahmемodul - Projektdatenblatt

Die Strukturierung der einzelnen Projektdateien erfolgt im Projektnavigator (Abb. 4-3). Hier werden Gebäudeteile in Geschossen und Bauabschnitten organisiert, sowie Ansichten, Schnitte und Pläne verwaltet. Die Projektstruktur wird in einer separaten XML-Datei abgelegt.

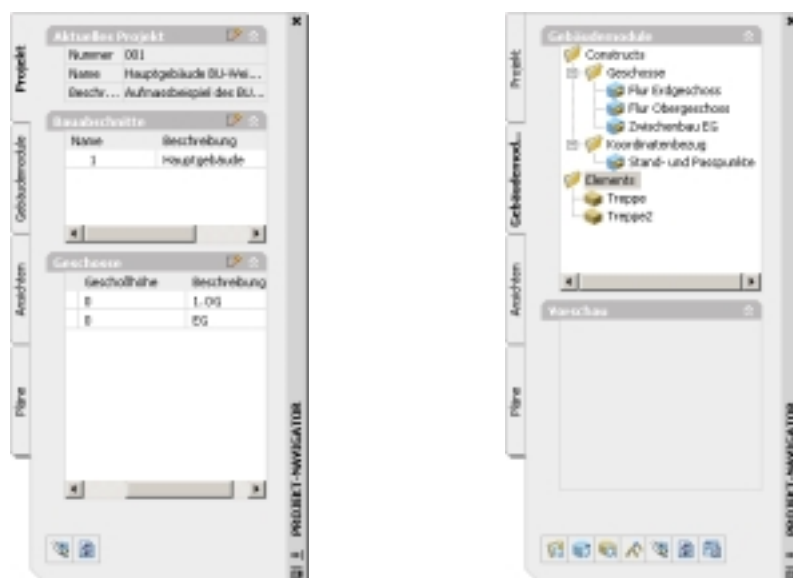


Abb. 4-3 Bauaufnahmемodul – Einstellungen für Bauabschnitte und Geschosse (links), sowie Gebäudemodule und Elemente (rechts)

Grundbaustein eines Gebäudemodells bildet das Gebäudemodul. Dieses besteht aus einer DWG-Datei, in welcher jeweils ein bestimmter Teil des Gebäudes – beispielsweise die Bauteile eines kompletten Geschosses – abgelegt und mindestens einem Bauabschnitt und einer definierten Geschossebene zugeordnet werden. Um ein komplettes Gebäudemodell mit allen Modulen zu erhalten, wird im Projektnavigator eine Ansichtsdatei erstellt, in der alle Gebäudemodule als externe Referenz (XRef) eingefügt werden. Ein XRef ist ein Verweis auf eine externe Zeichnungsdatei, deren Inhalt in einer Zieldatei, mit Angabe von Einfügepunkt, Skalierfaktor und Drehwinkel, angezeigt werden kann. Wird die Quelldatei geändert, erfolgt die Aktualisierung des XRefs in der Zieldatei.

Für das Bauaufnahmemodul wird neben den Gebäudemodulen für die Geometrielemente ein weiteres Modul zur Aufnahme von tachymetrischen Stand- und Passpunkten angelegt. Wird mit TachyCAD ein neuer Standpunkt ermittelt, werden dessen Koordinaten unabhängig von der aktiven Zeichnungsdatei im Programm verwendet. Auf diese Weise ist es möglich, Stand- und Passpunkte in einer separaten Datei zu speichern und die Messung mit den korrekten Standpunktkoordinaten in einer anderen Datei durchzuführen. Der Zugriff auf die Stand- und Passpunkte ist somit in jedem Gebäudemodul gewährleistet. Zur visuellen Kontrolle bei der Messung kann das Passpunktmodul als XRef in das aktive Gebäudemodul eingefügt werden.

Problematisch bei dieser Vorgehensweise ist allerdings die Orientierung von Gebäudemodulen auf verschiedenen Geschossebenen. Standardmäßig werden die Baueile eines Moduls, unabhängig von dem zugeordneten Geschossniveau, im Weltkoordinatensystem auf Höhe  $z = 0,00$  gezeichnet. Erst beim Einfügen des Moduls als XRef in einer Ansicht orientiert sich die Höhe des Einfügepunktes der Referenz anhand des Niveaus des zugewiesenen Geschosses. Da die Standpunktkoordinaten absolut am Weltkoordinatensystem orientiert sind, würde ein neuer Stand- oder Passpunkt in seiner Höhe relativ zu einem Gebäudemodul, dessen zugewiesenes Geschossniveau nicht null ist, verschoben sein. Tachymetrische Messungen über mehrere Geschosse könnten sich somit nicht an einem übergeordneten Koordinatensystem orientieren (Abb. 4-4).

Eine Möglichkeit dieses Problem zu umgehen, wäre beim Wechsel von der Stand- und Passpunktdatei in das Gebäudemodul, die Standpunktkoordinaten der Höhe des aktuellen Geschossniveaus anzupassen. Ebenso müsste sich beim Einfügen der Stand- und Passpunkte als XRef in ein Gebäudemodul der Einfügepunkt am aktuellen Geschossniveau orientieren. Diese Lösung wäre vom Anwender nicht direkt wahrnehmbar, erscheint aber in ihrer Umsetzung innerhalb eines Zusatzprogramms problematisch.

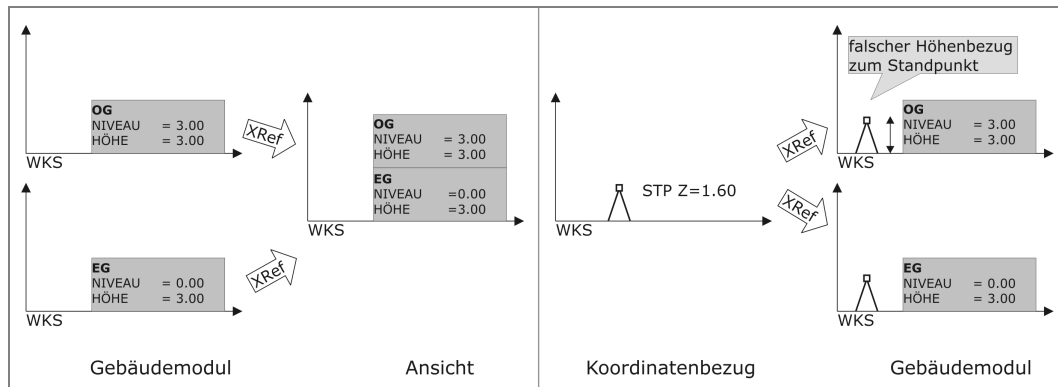


Abb. 4-4 Bei der Steuerung der Geschossebenen über den Projektnavigator geht der übergeordnete Koordinatenbezug verloren

Eine zweite Möglichkeit wäre die Steuerung des Höhenbezuges nicht über den Projektnavigator zu regeln, sondern über ein Benutzerkoordinatensystem (BKS) innerhalb der Gebäudemoduldatei. Die Geschossniveaus im Projektnavigator müssten alle auf null gesetzt sein. Ein BKS in der Moduldatei auf der tatsächlichen Höhe des Geschossniveaus würde den Höhenbezug innerhalb des Weltkoordinatensystems wieder herstellen. Zwar würde diese Vorgehensweise für den Anwender ein Abweichen von der herkömmlichen Arbeit mit dem Projektnavigator bedeuten, allerdings erscheint sie dennoch praktikabler. Zum Ersten ist sie programmiertechnisch leicht umzusetzen, und zum Zweiten erlaubt sie die Ermittlung des Geschossniveaus – wenn dieses mit der Fußbodenoberkante gleichgesetzt wird – anhand einer einfachen tachymetrischen Messung auf dem Boden.

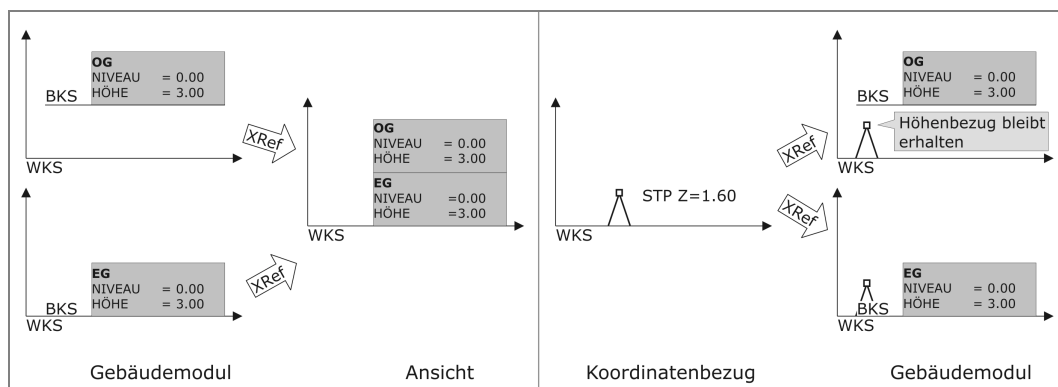


Abb. 4-5 Bei der Steuerung der Geschossebenen innerhalb der Gebäudemodule mittels BKS ist der übergeordnete Koordinatenbezug gewährleistet

### 4.2.2. Bauteilstrukturierung

Die integrierte Projektorganisation des ADT erlaubt die Strukturierung eines Gebäudes nach Bauabschnitten und Geschossen in Gebäudemodulen. Eine weiterführende Strukturierung von Bauteilen innerhalb eines Gebäudemoduls wird jedoch nicht unterstützt. Um für die Bauaufnahme eine Ordnungsstruktur nach dem Raumbuchprinzip aufbauen zu können, sind daher neue Funktionen nötig. Hierfür wird die Strukturansicht eingeführt, in der alle Bauteile hierarchisch in Form einer Baumstruktur abgebildet werden.

#### Strukturansicht

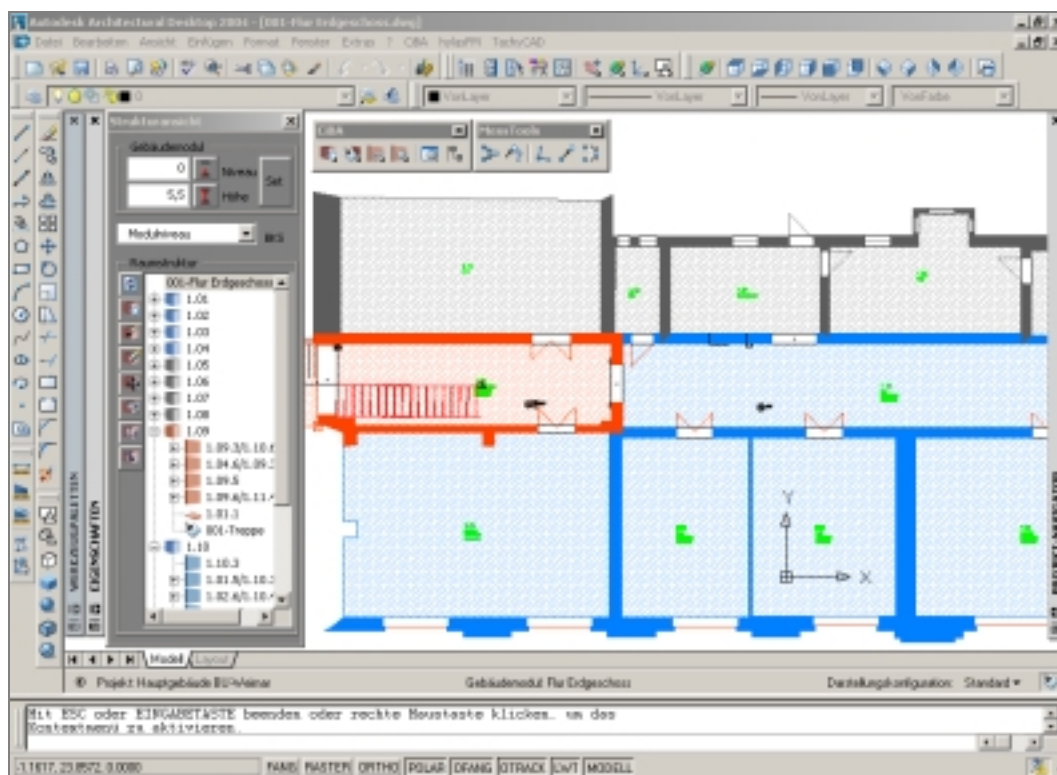


Abb. 4-6 Bauaufnahmemodul – Abbildung der Objekte der aktuellen Zeichnung in der Strukturansicht

Oberstes Gliederungselement der Strukturansicht bildet das Gebäudemodul. Nach dem Raumbuchprinzip werden dem Modul Raumgruppen bzw. Räume untergeordnet. Diese wiederum beinhalten ihre raumumschließenden Flächen – Wandoberflächen vertikal, Boden und Decke horizontal – denen Türen, Fenster und Öffnungen etc. zugeordnet werden. Nach diesem Prinzip besitzen nur die Elemente eine geometrische Ausprägung, die dem Raum zugeordnet sind. Der Raum selbst stellt lediglich eine Gruppierung von Geometrie-elementen dar.

Im ADT steht dem Anwender ein Raumobjekt zur Verfügung. Dieses ist allerdings für die beschriebene Ordnungsstruktur ungeeignet, da es sich um

ein Objekt zur konzeptionellen Erstellung von Gebäudeentwürfen – bestehend aus einem Volumen, einer Bodenplatte und einer Deckenplatte – handelt. Zur Darstellung von Wänden in einem Entwurfskonzept werden ADT-Umgrenzungen in Verbindung mit ADT-Räumen verwendet.

Für die Bestandsaufnahme ist der Raum als Element einer Ordnungsstruktur jedoch anders definiert. Deshalb wird der Raum im Bauaufnahmemodul als Gruppe von mehreren ADT-Objekten abgebildet. Im einfachsten Fall besteht diese aus einem ADT-Flächenobjekt – welches den Fußboden repräsentiert – und einem Beschriftungsblock als Raumstempel. Sind raumumschließende Flächen vorhanden, so beinhaltet die Objektgruppe außerdem Wandbauteile und ein Deckenbauteil. Öffnungen, Fenster oder Türen werden in der Strukturansicht ihrer zugehörigen Wand hierarchisch untergeordnet dargestellt. Nach dem Prinzip des Raumbuches würden nur die Oberflächen von Wänden einem Raum zugeordnet werden, und nicht das komplette Wandvolumen. Eine einzelne Wandoberfläche ist allerdings innerhalb des ADT nicht darstellbar. Deshalb wird zwischen zwei Wandoberflächen benachbarter Räume ein Wandbauteil abgebildet und beiden Räumen gleichzeitig zugeordnet. Neben der Abbildung der Bauteilstruktur ist in der Strukturansicht auch die jeweilige Genauigkeitsstufe, in der die Zeichnungselemente vorliegen, anhand unterschiedlicher Symbolfarben – Grau für *Skizze*, Blau für *Stufe I* und Rot für *Stufe II* – ablesbar.

#### *Geschosseinrichtungen innerhalb des Gebäudemoduls*

Wie bereits erwähnt ist die Steuerung des Geschossniveaus über den Projektnavigator im Bauaufnahmemodul nicht anwendbar. Deshalb werden diese Einstellungen ebenfalls über die Strukturansicht realisiert. Auf Z-Höhe des aktuellen Geschossniveaus wird das BKS *Modulniveau* erstellt, und im Abstand der Geschosshöhe zu seinem Niveau das BKS *Modulhoehe*. Die Geschosshöhe definiert sich dabei als Abstand vom aktuellen Geschossniveau zum darüberliegenden Niveau. Als aktuelles BKS wird *Modulniveau* definiert, so dass neue Zeichnungselemente auf diesem eingefügt werden. Das BKS *Modulhoehe* dient in erster Linie der Speicherung der Geschosshöhe in der Zeichnungsdatei, kann aber auch als aktuelles BKS gesetzt werden, falls das Zeichnen auf der Geschosshöhe erforderlich ist.

Die Eingabe der Werte für Niveau und Höhe erfolgt entweder per Hand oder mittels Tachymeter. Da während der Bauaufnahme die tatsächlichen Niveaus und Höhen der Geschosse meist nicht von Anfang an ermittelt werden können, müssen beide Werte jederzeit bearbeitbar bleiben. Bereits gezeichnete Bauteile müssen sich dann den neuen Werten automatisch anpassen.



### 4.2.3. Messwerkzeuge

Bei der Eingabe und Bearbeitung von Zeichnungselementen werden dem Anwender durch das Bauaufnahmemodul verschiedene Befehle zur Verfügung gestellt, welche den praktischen Anforderungen eines Aufmaßes entsprechen. Werden Maße in Dialogboxen abgefragt, so können diese – mittels der DISTO online Schnittstelle – per Laserdistanzmesser am Objekt abgenommen und direkt in das Eingabefeld übertragen werden. Bei den Dialogboxen des Bauaufnahmemoduls hat der Anwender außerdem immer die Option Distanzen oder Höhen durch eine tachymetrische Messung aufzunehmen.

Zur Punktbestimmung mittels Handaufmaß werden eine Reihe von Messwerkzeugen zur Verfügung gestellt. Zum Ersten wäre dies die Eingabe von Distanzpunkten. Von einem gewählten Basispunkt aus kann der Anwender in orthogonaler Richtung beliebig viele Distanzen entweder als Maßkette oder als additive Maße angeben. Die gemessenen Punkte werden als Symbol in die Zeichnung eingetragen. Ein zweites Werkzeug ermittelt einen Punkt durch Bogenschnitt. Der Anwender misst die Distanzen von zwei gewählten Basispunkten. Es ergeben sich zwei Schnittpunkte, von denen einer gewählt und anschließend mit einem Symbol markiert wird.

Eine weitere Funktion ermöglicht das Drehen des aktuellen BKS *Modulniveau* durch Auswahl einer neuen x-Richtung über zwei Punkte in der Zeichnung. Dies ist hilfreich, wenn ein aufzunehmender Gebäudeteil in einem bestimm- baren Winkel zum bisher verwendeten Koordinatenbezug verdreht ist. Durch das Drehen des BKS kann die Ortho-Funktion von AutoCAD – und damit auch das Werkzeug für die Eingabe von Distanzpunkten – für diesen Gebäudeteil angewandt werden. Das gedrehte BKS wird als benanntes BKS abgespeichert, so dass jederzeit zwischen verschiedenen Ausrichtungen gewechselt werden kann.

Bei der tachymetrischen Punktbestimmung kann der aufzunehmende Punkt normalerweise direkt mit dem Tachymeter – entweder reflektorlos oder mit Reflektor – anvisiert und gemessen werden. Es kann aber auch vorkommen, dass der aufzunehmende Punkt nicht einsehbar oder schlecht anzuvisieren ist. Hierfür wird eine Funktion zur Ermittlung des Punktes durch Geradenschnitt bereitgestellt. Dabei werden auf zwei Flächen oder Kanten jeweils zwei beliebige Punkte gemessen, die wiederum jeweils eine Gerade definieren. Der aufzunehmende Punkt ergibt sich anschließend aus dem Schnittpunkt bzw. aus dem Mittelpunkt des kürzesten Abstandes beider windschief zueinander verlaufenden Geraden. Auch hier wird wieder ein Punktsymbol in die Zeichnung eingefügt.

Die Symbole der gemessenen Punkte werden auf einem separaten Layer abgelegt. Durch unterschiedliche Farben der Punktsymbole kann die Vorge-

hensweise bei der Punktermittlung nach der Messung weiterhin nachvollzogen werden.

Die verschiedenen Messwerkzeuge sind so konzipiert, dass sie mit allen AutoCAD- bzw. ADT-Befehlen verwendet werden können. Die Integration des Bauaufmaßes in das CAAD-System gestaltet sich somit sehr flexibel, und ist nicht ausschließlich auf die Zusatzfunktionen zur Bauteilerstellung des Bauaufnahmемoduls beschränkt.

#### 4.2.4. Bauteilerstellung

Mit der Integration der Bauaufnahme in das CAAD-System ergeben sich neue Anforderungen an die Vorgehensweise bei der Bauteilerstellung. Diese resultieren zum einen aus der gewünschten Strukturierung der Bauteile, und zum anderen aus der Einbindung von Tachymeter und Laserdistanzmesser. Allen voran sind es die Räume, deren Erstellung neue Funktionen notwendig machen, da diese als Gruppe von mehreren Zeichnungselementen abgebildet werden, welche alle gleichzeitig in die Zeichnung einzufügen sind.

##### *Erstellen von Räumen*

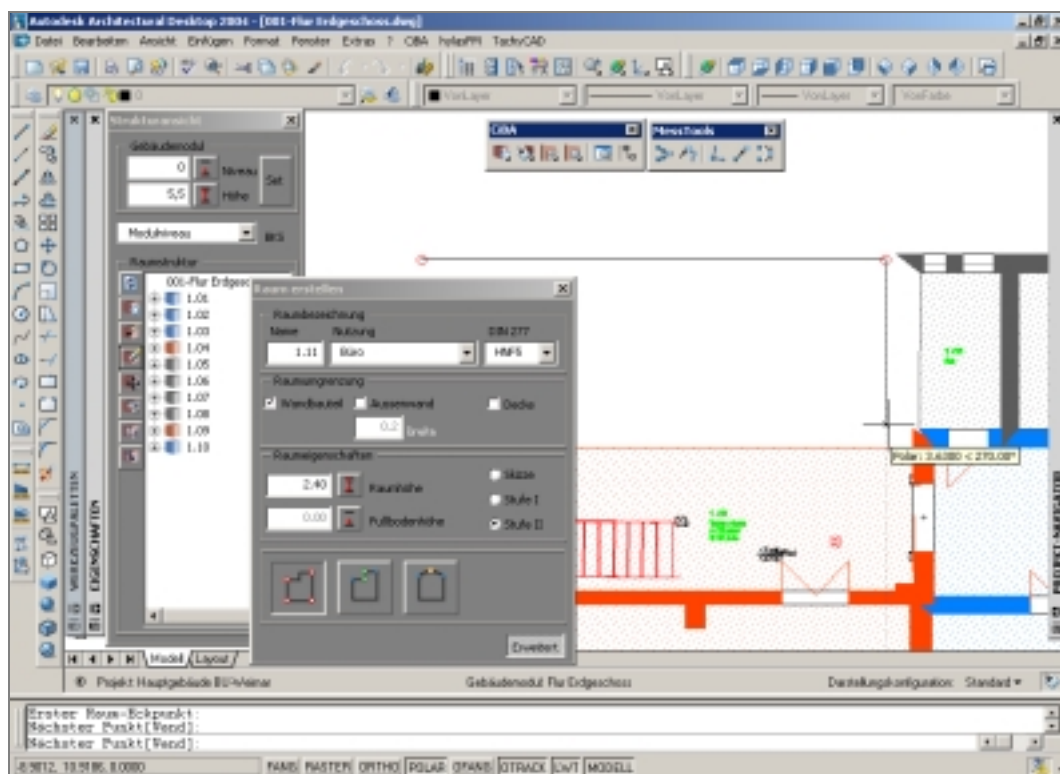


Abb. 4-7 Bauaufnahmемodul – Erweiterte Dialogbox zur Erstellung von Räumen

Das Aufmaß eines Gebäudes unterscheidet sich von der üblichen Konstruktion eines Neubaus im CAAD in so fern, dass nicht Wände mit definierter Breite, Länge und Höhe gezeichnet werden, welche durch Eingrenzung und Ver-

schneidung Räume bilden, sondern man nimmt die raumabgrenzenden Oberflächen auf, die in Verbindung mit benachbarten Räumen als Wandvolumen interpretiert werden können.

Nach diesem Prinzip gestaltet sich auch die Funktion zur Raumerzeugung im Bauaufnahmemodul. Gezeichnet wird der Raumumriss an einem gedachten Horizontalschnitt. Anhand des Umrisses wird ein ADT-Flächenobjekt angelegt, welches den Fußboden repräsentiert, und einen Raumstempel erhält. Zwischen den Raumecken erstellt die Funktion Wandbauteile, welche allerdings noch nicht sichtbar sind. Die Wände tauchen lediglich als raumabgrenzendes Element in der Strukturansicht auf. Wird ein zweiter Raum gezeichnet, kann bei der Umriss eingabe eine Wandlinie des angrenzenden Raumes ausgewählt werden. Erst jetzt wird das entsprechende Wandbauteil sichtbar, da es durch die zwei Räume in seinen beiden sichtbaren Oberflächen geometrisch definiert ist. Das Wandbauteil wird beiden Raumgruppen als gemeinsames Element zugeordnet. Dabei wird die Wand zwischen den Räumen so angelegt, dass jeweils drei Eckpunkte der Wand mit den Eckpunkten der Räume übereinstimmen. Liegen die Raumgrenzen nicht parallel zueinander, wird die Restfläche der Wand mit einem 2D-Planmodifikator ausgeglichen (Abb. 4-8). Als Generalisierung sollte allerdings ein voreinstellbarer Grenzwert zu berücksichtigen sein, der bei geringen Abweichungen – beispielsweise zwei Zentimeter auf vier Meter Länge – die Wandoberflächen als parallel ansieht und die Geometrie dementsprechend anpasst.

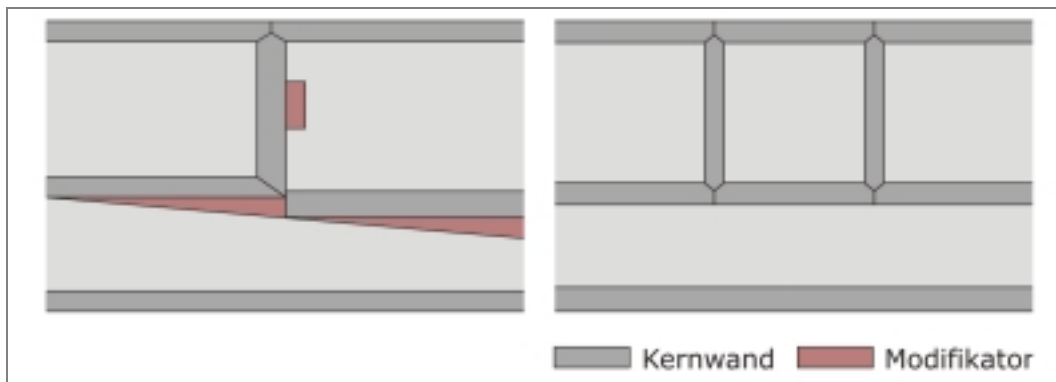


Abb. 4-8 Schema – Ausgleich nichtparalleler Wandoberflächen und Verformungen durch Modifikatoren (links); Segmentierung von Wänden bei mehreren angrenzenden Räumen (rechts)

Bei der automatischen Wandaufbau werden die Bauteile so angelegt, dass ein Wandbauteil immer nur an maximal zwei Räumen angrenzt. Bei Räumen deren Wandoberfläche an mehrere benachbarte Räume angrenzt – beispielsweise ein langer Flur – wird das entsprechende Wandbauteil automatisch in mehrere Segmente aufgeteilt (Abb. 4-8). Grund hierfür ist die bessere Modellierbarkeit automatisch erzeugter Wände bei der Raumerstellung. In der

Grundrissdarstellung ist die Aufteilung einer Wand in mehrere Wandsegmente nicht sichtbar, da der ADT die Wände innerhalb eines voreingestellten Bereiches automatisch miteinander verschneidet. Sollte diese Verschneidung dennoch einmal nicht korrekt ausgeführt werden, so kann der Anwender dies über die ADT-Standardbefehle manuell korrigieren.

Beim Aufruf der Funktion zur Raumerzeugung erscheint eine einfache Dialogbox, in dem Raumname, Nutzung und Nutzungsart nach [DIN277] bestimmt werden können. Die Eingabe des Raumes erfolgt skizzenbasiert durch Eingabe aller Eckpunkte. Während der Eingabe kann in der Dialogbox gewählt werden, ob zwischen den Raumeckpunkten ein Wandbauteil erzeugt wird, ob es sich um eine Außenwand handelt, ob der Raum an einen anderen angrenzt und ob ein Deckenbauteil angelegt werden soll. Wird eine Außenwand gezeichnet, so erscheint diese sofort als sichtbares Element. Bei Eingabe von nur zwei Eckpunkten des Raumes werden diese als diagonal gegenüberliegende Eckpunkte eines rechteckigen Raumes angesehen. In diesem Fall erscheint eine zweite Dialogbox, in der Länge und Breite des rechteckigen Raumes eingetragen werden können, falls dies gewünscht ist.

Neben der skizzenbasierten Eingabe von Räumen ist es aber auch möglich, den Raum sofort über gemessene Werte zu konstruieren. Hierfür kann der Raumdialog erweitert werden. Jetzt ist es möglich, eine Raumhöhe, Fußbodenhöhe und Außenwandbreite anzugeben, sowie die Genauigkeitsstufe des Raumes zu bestimmen. Je nach eingestellter Stufe wird den Elementen des Raumes ein anderer Stil zugeordnet. Der ADT verwendet Stildefinitionen, um das Erscheinungsbild eines Objekttyps zu steuern. Alle Objekte eines Stiles besitzen die selben im Stil definierten Eigenschaften. Ändert sich die Stildefinition, so ändern sich auch alle Objekte, denen dieser Stil zugeordnet ist. Im Bauaufnahmemodul sind für verschiedene Bauteile jeweils Stildefinitionen für die einzelnen Genauigkeitsstufen vorbereitet.

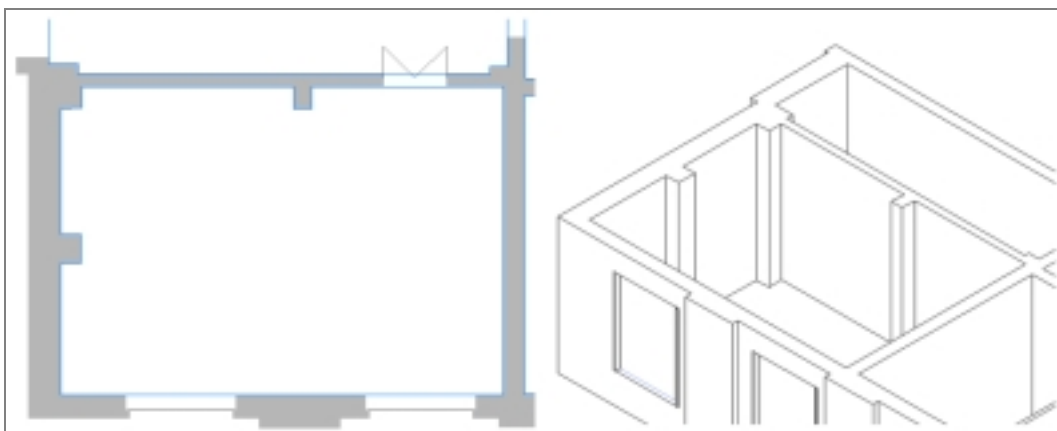


Abb. 4-9 Bauaufnahmemodul – Vor- und Rücksprünge im Wandverlauf als 2D-Planmodifikator in Grundriss (links) und Isometrie (rechts)

In der erweiterten Dialogbox kann der Anwender neben den Raumeckpunkten auch Wandpunkte und Bogenpunkte des Raumes eingeben. Standardmäßig wird eine Wandoberfläche als senkrechte Fläche zwischen zwei Raumecken abgebildet. Weicht die Wand in der Realität davon ab – beispielsweise durch Verformungen, Vor- oder Rücksprünge – so kann dies über beliebig viele Wandpunkte entlang des gedachten Horizontalschnittes abgebildet werden. Diese Abweichung wird der Wand als 2D-Planmodifikator zugewiesen (Abb. 4-9). 2D-Planmodifikatoren können Verformungen allerdings nur zweidimensional in der Grundrissform darstellen.

Mit Hilfe von Bogenpunkten können gekrümmte Wandoberflächen aufgenommen werden. Der Bogenpunkt gibt dabei einen beliebigen Punkt auf einer gekrümmten Wand zwischen zwei Raumecken an (Abb. 4-10).

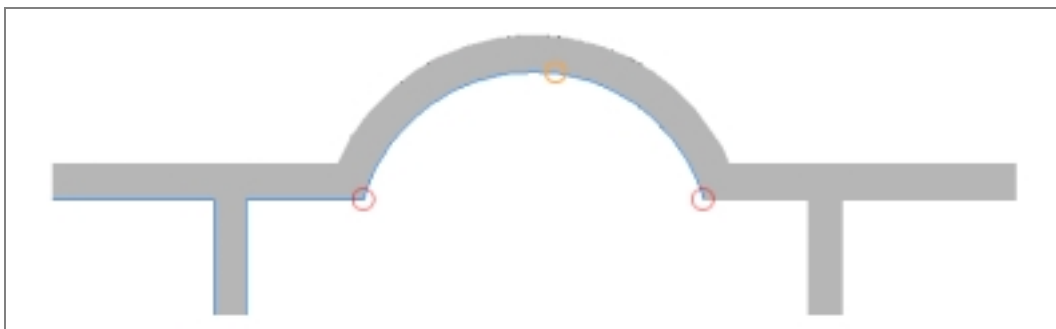


Abb. 4-10 Bauaufnahmемодуль – gekrümmtes Wandbauteil zwischen zwei Raumeckpunkten definiert über einen Bogenpunkt

Wird bei der Eingabe von Räumen gleichzeitig ein Deckenbauteil generiert, so orientiert sich dieses in seiner Form am Umriss des zugehörigen Raumes. Die Unterkante der Decke ist durch die Raumhöhe festgelegt und die Oberkante durch die in der Strukturansicht eingestellte Geschosshöhe.

	einfache Dialogbox	erweiterte Dialogbox
<b>Raumbezeichnung</b>	Name, Nutzung, Nutzungsart nach DIN 277	Name, Nutzung, Nutzungsart nach DIN 277
<b>Raumumgrenzung</b>	Eingabe von Raumecken Optionen für Wandbauteil, Außenwand, Decke	Eingabe von Raumecken, Wandpunkten, Bogenpunkten Optionen für Wandbauteil, Außenwand (inkl. Breitenangabe), Decke
<b>Raumhöhen</b>	-	Raumhöhe, Fußbodenhöhe
<b>Genauigkeitsstufe</b>	Skizze	Skizze, Stufe I, Stufe II

Abb. 4-11 definierbare Parameter bei der Erstellung von Räumen über die einfache und erweiterte Dialogbox

Ist die Fußbodenhöhe mit null angegeben, wird kein entsprechendes Bauteil generiert. In diesem Fall entspricht die Fußbodenoberkante dem Geschossniveau, und die Bodenoberfläche wird durch das ADT-Flächenobjekt repräsen-

tiert. Die Deckenbauteile des darunter liegenden Geschosses bilden gleichzeitig den Fußboden des aktuellen Gebäudemoduls. Ist der Fußboden eines Raumes zum Geschossniveau erhöht, wird nach Eingabe der Höhe ein entsprechendes ADT-Bauteil als Fußbodenplatte angelegt.

Der jedem Raum zugehörige Raumstempel enthält die Raumnummer, die Funktion – falls näher bestimmt – und bei den Genauigkeitsstufen I u. II auch Fläche und Umfang.

### *Erstellen von Öffnungen*

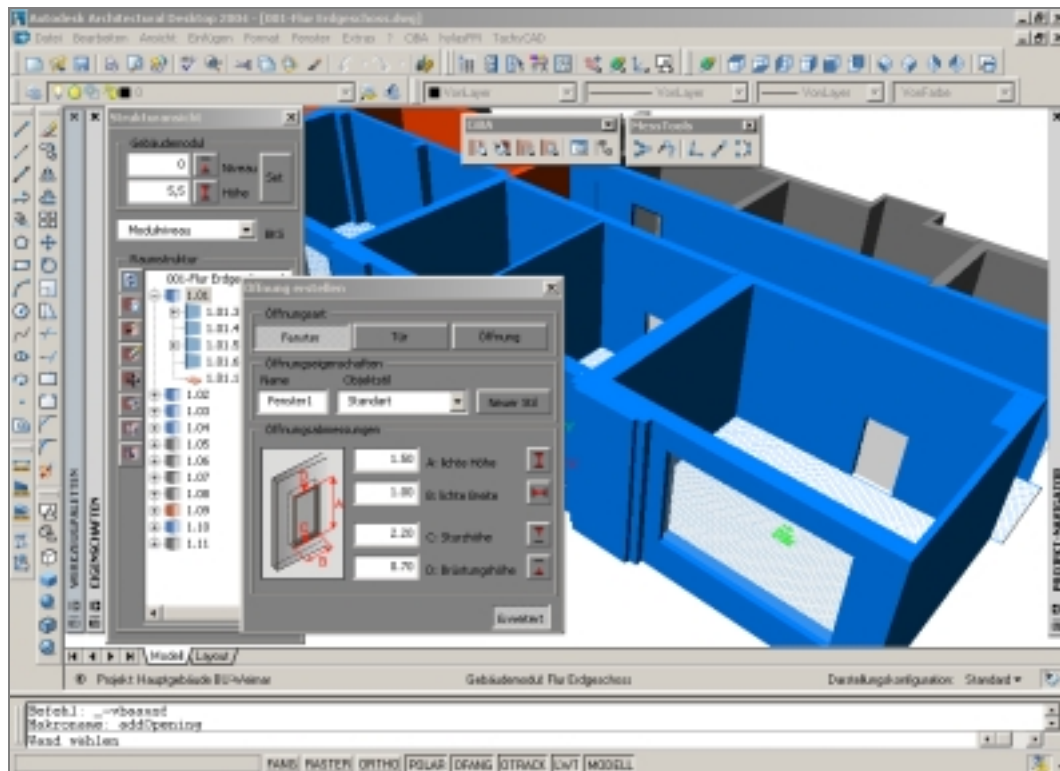


Abb. 4-12 Bauaufnahmeprogramm – Raum mit hinzugefügter Tür und Fenster

Für die Eingabe von Fenster, Türen und Öffnungen wird vom Bauaufnahmeprogramm eine gemeinsame Funktion bereitgestellt. Über eine einfache Dialogbox erfolgt die Auswahl nach Art der Öffnung. Das Absetzen des jeweiligen Bauteiles erfolgt über einen Mausklick auf die entsprechende Wand, in welche die Öffnung eingesetzt werden soll. Fenster und Türen erhalten automatisch den Stil *Skizze* zugewiesen, um sie als skizzenhaft erfasst darzustellen. Da bei ADT-Öffnungen keine Stile bereitgestellt werden, kann bei diesem Bauteil keine Unterscheidung der Genauigkeitsstufen erfolgen.

Soll eine Öffnung bei ihrer Erstellung bereits mit Maßen aufgenommen werden, so lässt sich die Dialogbox wiederum erweitern. Jetzt können Maße für lichte Höhe, lichte Breite, Sturzhöhe und Brüstungs- bzw. Schwellenhöhe eingegeben werden. Des Weiteren kann für das Fenster oder die Tür ein vorhandener Stil ausgewählt bzw. ein neuer Stil angelegt werden. Sobald der

zugewiesene Stil nicht mehr *Skizze* ist, wird das Bauteil in der Strukturansicht als Genauigkeitsstufe II dargestellt.

Für Fenster und Türen erfolgt hier nur eine zweistufige Unterscheidung – *Skizze* und *Stufe II*. Nach der vorangestellten Definition der *Stufe I* besitzt diese eine hohe Genauigkeit bei Flächenangaben aber keine absolute Genauigkeit. Diese Unterscheidung ist bei Räumen sinnvoll. Bei Öffnungen kann man aber davon ausgehen, dass diese – sobald aufgemessen – in einer hohen Genauigkeit vorliegen und keiner weiteren Unterscheidung bedürfen. Der Anwender kann allerdings die Detaillierung des Bauteils weiter erhöhen – beispielsweise durch das Hinzufügen von Rahmen, Flügeln und Sprossen – indem die zugewiesene Stildefinition modifiziert wird. Mittels eigener Stildefinitionen können mehrere Fenster oder Türen mit gleichen Erscheinungsbild erstellt werden. Wenn beispielsweise den gleichartigen Fenstern einer Außenwand immer derselbe Stil zugewiesen wird, kann dieser im weiteren Verlauf der Bauaufnahme angepasst werden – zum Beispiel durch das Hinzufügen der Fensterflügel und Unterteilungen – und die Modifikation wird automatisch auf alle Fenster übertragen.

	einfache Dialogbox	erweiterte Dialogbox
Öffnungsart	Fenster, Tür, Öffnung	Fenster, Tür, Öffnung
Öffnungseigenschaften	-	Name, Objektstil (oder neuer Stil)
Öffnungsmaße	Absetzpunkt	Absetzpunkt, lichte Höhe, lichte Breite, Sturzhöhe, Brüstungs- bzw. Schwellenhöhe
Genauigkeitsstufe	Skizze	Stufe II

Abb. 4-13 definierbare Parameter bei der Erstellung von Öffnungen über die einfache und erweiterte Dialogbox

Zur Abbildung von Öffnungsleibungen mit Anschlag oder spezieller Ausprägung verwendet der ADT Leibungsstile und Abschlussstile. Innerhalb des Abschlussstils wird die geometrische Ausprägung der Leibung definiert, während der Leibungsstil die Seiten einer Öffnung – Brüstung, Sturz, rechts und links – bestimmt, auf die der Abschlussstil angewandt werden soll. Standardmäßig werden die Leibungen innerhalb von Wandstilen definiert, so dass jede Öffnung einer Wand mit gleicher Leibung dargestellt wird. Allerdings ist es auch möglich Wandabschlüsse für jede Öffnung einzeln zu überschreiben, um unterschiedliche Leibungen innerhalb einer Wand abbilden zu können. Hierfür kann entweder aus der Liste bereits vorhandener Abschlussstile gewählt werden, oder Leibungs- und Abschlussstil werden anhand einer Polylinie neu erstellt. Im Prozess der Bauaufnahme kann somit der Anschlag bzw. die Leibung einer Öffnung als Polylinie aufgemessen werden, um aus dieser Anschließend den entsprechenden Stil zu erzeugen.

### Erstellen von Tragwerkselementen

Innerhalb des ADT dienen Tragwerkselemente zur Abbildung von Stützen, Unterzügen und Trägern. Definiert werden diese Elemente durch den Tragwerksstil, welcher u.a. den jeweiligen Querschnitt bestimmt. Für ein neues Tragwerkselement jeglicher Art mit neuen Querschnittsabmessungen ist daher immer die Definition eines neuen Stiles notwendig.

Für das Aufmaß eines Tragwerkselementes wird auch hier wieder eine Funktion durch das Bauaufnahmemodul bereitgestellt. Nach Auswahl des dazugehörigen Raumes erscheint eine einfache Dialogbox zur Auswahl des Tragwerkstyps – Stütze, Unterzug oder Träger. Nach Angabe des Absatzpunktes bei Stützen bzw. des Anfangs- und Endpunktes bei Unterzügen und Trägern wird das jeweilige Element in der Genauigkeitsstufe *Skizze* zum Bestandsmodell hinzugefügt. Handelt es sich um eine Stütze, so wird anhand des Stützenquerschnittes eine ADT-Fläche erzeugt, welche automatisch von der Raumfläche subtrahiert wird.

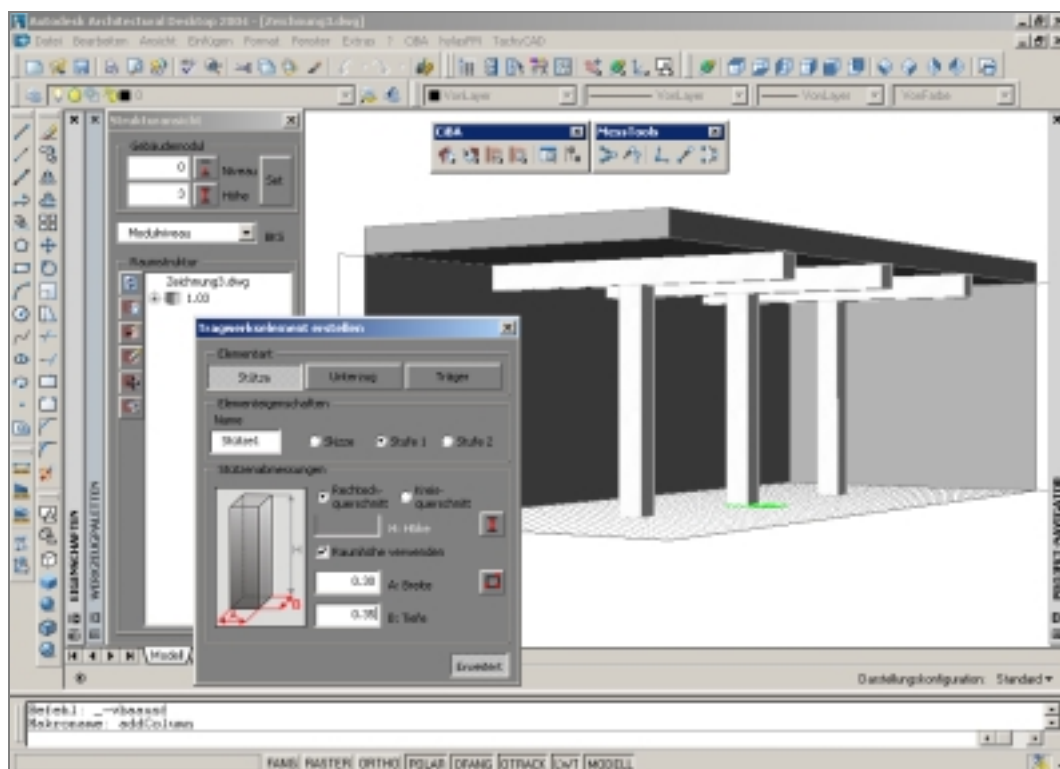


Abb. 4-14 Bauaufnahmemodul – Raum mit hinzugefügten Stützen und Unterzügen

Soll das Tragwerkselement bereits bei der Erstellung aufgemessen werden, lässt sich die Dialogbox wieder erweitern. Jetzt ist sowohl die Auswahl aller weiterer Genauigkeitsstufen möglich, als auch die Eingabe der Maße für Breite, Tiefe, Höhe bzw. Höhe der Unterkante. Auch hier steht neben der Handmaßeingabe die Option des tachymetrischen Aufmaßes über drei Punkte entlang des Querschnittes zur Verfügung. Bei der Eingabe der Maße per Hand



ist abschließend noch die Eingabe des Absetzpunktes nötig, während bei der tachymetrischen Maßeingabe dieser bereits bestimmt ist. Nach Abschluss dieses Vorganges wird das neue Tragwerkselement in die Zeichnung mit neuem Stil eingefügt. Der neue Stilname setzt sich dabei aus den Maßen und der Genauigkeitsstufe des Elementes – beispielsweise *Stütze 0.30\*0.35 Stufe 1* – zusammen.

Beim Erstellen eines weiteren Tragwerkselementes wird zunächst überprüft, ob bereits ein Stil mit den entsprechenden Querschnittsmaßen – unter Berücksichtigung einer vordefinierbaren Toleranz von beispielsweise 2 cm – in der Zeichnung vorhanden ist. Ist dies der Fall, so erscheint eine weitere Dialogbox, indem der Anwender wählen kann, ob dieser Stil verwendet werden soll, oder ob ein neuer Stil angelegt wird.

	einfache Dialogbox	erweiterte Dialogbox
<b>Tragwerkssart</b>	Stütze, Unterzug, Träger	Stütze, Unterzug, Träger
<b>Tragwerks-eigenschaften</b>	-	Name, Stil (automatisch vergeben)
<b>Tragwerksmaße</b>	Absetzpunkt (Stütze) Anfangs- und Endpunkt (Unterzug, Träger)	Absetzpunkt (Stütze) Anfangs- und Endpunkt (Unterzug, Träger) Querschnittsmaße (Stütze) Unterkante, Breite (Unterzug, Träger) Höhe (Träger)
<b>Genauigkeitsstufe</b>	Skizze	Stufe II

Abb. 4-15 definierbare Parameter bei der Erstellung von Tragwerkselementen über die einfache und erweiterte Dialogbox

### Erstellen von Gewölbedecken

Die Erstellung von Tonnen- oder Kreuzgewölbedecken ist mit den Standardbefehlen des ADT nicht möglich. Allerdings kann ein Deckenbauteil durch Verschneidung mit einem Massenelement so verformt werden, dass eine Gewölbedecke entsteht. Massenelemente sind parametrische ADT-Objekte wie Quader, Zylinder, Pyramide, Kuppel oder Kugel etc. Sie werden normalerweise zur Erstellung konzeptioneller Modelle genutzt.

Allerdings ist es möglich, frei geformte Volumen- oder Flächenmodelle, welche mit Hilfe der AutoCAD-Standardwerkzeuge erstellt wurden, in ein Massenelement umzuwandeln, um dieses anschließend zu einem Deckenbauteil zu addieren oder davon abzuziehen. Auf diese Weise lassen sich beliebig geformte Decken generieren.

Um diese Vorgehensweise zu vereinfachen, stellt das Bauaufnahmemodul eine Funktion zur Erzeugung von Gewölben bereit. Nach Auswahl eines Raumes erscheint eine Dialogbox, in der Basis- und Stichhöhe beider Kappen entweder per Laserdistanzmesser oder durch tachymetrische Messung von drei beliebigen Punkten entlang der Wölbung ermittelt werden. Anschließend wählt der Nutzer entweder zwei Seiten des Raumes oder zweimal zwei Punkte, an

denen die Gewölbekappen erstellt werden sollen. Anhand dieser Angaben wird ein Massenelement als Negativ der gewölbten Decke erzeugt und mit dem Deckenbauteil verschnitten. Besitzt der Raum noch keine Decke, wird automatisch ein entsprechendes Bauteil erzeugt. Anschließend werden die Gewölbekappen in die Grundrissebene geklappt und als Kreissegment abgebildet.

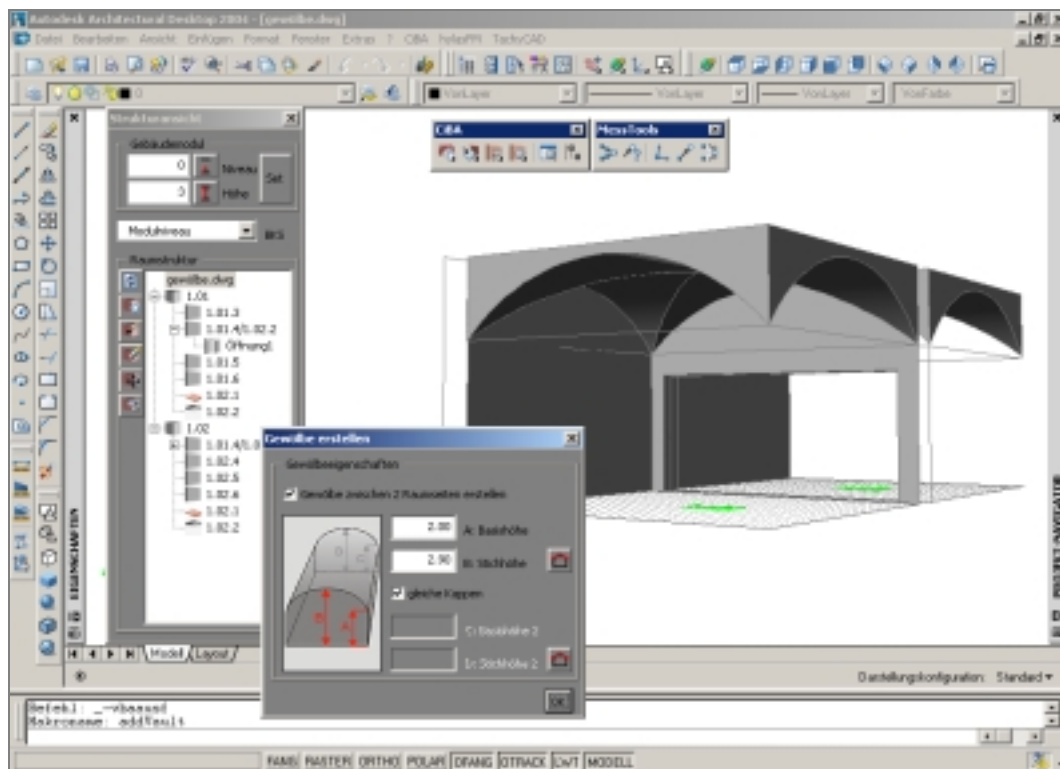


Abb. 4-16 Bauaufnahmemodul – Deckenbauteil als Kreuzgewölbe ausmodelliert

Das Massenelement wird auf einem separaten Layer abgelegt und bleibt mit dem Deckenbauteil verknüpft. Alle Änderungen am Massenelement übertragen sich somit auch auf das Deckenbauteil, solange die Verknüpfung besteht. Bestehende Decken können beliebig oft mit Massenelementen verformt werden. Auf diese Weise lassen sich auch miteinander verschnittene Tonnengewölbe oder Kreuzgewölbe erstellen (Abb. 4-16).

#### *Erstellen von ADT-Profilen*

Zur Definition von beliebig geformten Bauteilen verwendet der Architectural Desktop sogenannte ADT-Profile. Bei Profilen handelt es sich um zwei-dimensionale geschlossene Linienzüge, wobei ein Profil auch aus mehreren Linienzügen bestehen kann. Die Erstellung der Profile erfolgt anhand von 2D-Polylinien.

Die Erstellung von 2D-Polylinien ist mit den herkömmlichen Befehlen von AutoCAD immer auf das aktuelle BKS beschränkt. Soll nun eine beliebige

Form als Profil eingemessen werden, wäre als erstes die Erstellung eines BKS auf Ebene der zu messenden Form notwendig, um diese anschließend tachymetrisch aufnehmen zu können. Hierfür bietet TachyCAD die Möglichkeit die gemessenen 3D-Koordinaten automatisch als zweidimensionale Koordinaten auf das aktuelle BKS zu übertragen.

Das Bauaufnahmemodul erleichtert diese Vorgehensweise, indem es eine Funktion bereitstellt, die es erlaubt beliebige Formen dreidimensional zu erfassen, um daraus automatisch ein ADT-Profil zu erstellen. Dazu werden die gemessenen 3D-Koordinaten auf eine mittlere Ausgleichungsebene projiziert, auf der solch ein zweidimensionaler Linienzug entsteht. Dieser wird nach Eingabe eines Namens als ADT-Profil abgespeichert.

Mit Hilfe dieses Profils ist es anschließend möglich beliebig geformte Bauteile – beispielsweise Fenster, Türen oder Tragwerkselemente – anhand gemessener Werte zu modellieren.

#### *Erstellen von Massenelementen*

Wie bereits erwähnt, dienen ADT-Massenelemente zur Darstellung von konzeptionellen Modellen. Hierfür wird eine Reihe vordefinierter Körper – beispielsweise Quader, Bogen, Tonne, Freiform etc. – vom ADT bereitgestellt. Innerhalb der Bauaufnahme können Massenelemente zur Darstellung nicht näher definierter Bauteile verwendet werden. So kann beispielsweise für einen Schornstein anstatt eines Wandmodifikators oder einer Stütze ein Massenelement eingefügt werden. Das Massenelement dient dabei als Platzhalter und kann für eine spätere Ausmodellierung eines entsprechenden Bauteils genutzt werden.

Das Bauaufnahmemodul stellt hierfür eine Funktion bereit, die es erlaubt ein beliebiges Massenelement einem Raum zuzuordnen, so dass dieses auch in der Strukturansicht abgebildet wird. Darüber hinaus können mit Hilfe dieser Funktion auch andere Bauteile, beispielsweise einzeln erzeugte Decken, ausgewählten Räumen – und damit auch der Bauteilstruktur – zugeordnet werden.

#### 4.2.5. Bauteilbearbeitung

Die Bearbeitung von Bauteilen gestaltet sich innerhalb des ADT durch die Verwendung von Griffen und dem Eigenschaftsfenster als sehr komfortabel. Über verschiedene Griffe lassen sich die Maße von Bauteilen schnell und genau anpassen. Dabei stellt die Verwendung des Laserdistanzmessers zur Eingabe neuer Maße kein Problem dar. Neue Koordinaten für Griffpunkte können allerdings stellenweise nicht über eine tachymetrische Messung bestimmt werden, da der ADT die Eingabe eines 3D-Punktes – wie sie das Tachymeter übermittelt – nicht akzeptiert. In diesem Fall erwartet der ADT die Eingabe einer Distanz, wie es beispielsweise bei der Anpassung einer

Öffnungshöhe der Fall ist. Hier wäre eine Anpassung der Tachymeterschnittstelle sinnvoll, die es ermöglicht, gemessene Werte als Abstand zur Ausgangsposition eines Griffes zu übermitteln.

Als zweite Möglichkeit der Bauteilbearbeitung steht dem Anwender das Eigenschaftsfenster zur Verfügung, wo alle Bauteilmaße angepasst werden können. Auch hier ist die Übertragung von Messwerten des Laserdistanzmessers gegeben. Des Weiteren können die Maße im Eigenschaftsfenster auch durch das Abgreifen zweier Punkte in der Zeichnung bestimmt werden. In diesem Fall wäre die Eingabe beider Punkte auch mittels Tachymeter möglich, sodass die tachymetrische Bauteilanpassung ebenfalls gegeben ist.

Trotz dieser Bearbeitungsmöglichkeiten werden durch die Anforderungen an die Bauaufnahme auch zusätzliche Befehle zur Bauteilbearbeitung nötig. Vor allem die Möglichkeit Bauteile zunächst skizzenhaft zu erfassen erfordert Funktionen, um diese im späteren Verlauf der Bauaufnahme maßlich korrekt abzubilden.

#### *Bearbeitung von Räumen*

Da es sich bei Räumen um Objektgruppen handelt, sind zur Bearbeitung Funktionen nötig, welche alle integrierten Objekte gleichzeitig modifizieren. Alle Funktionen zur Bearbeitung von Räumen stehen dem Anwender nur über die Strukturansicht zur Verfügung. Grund hierfür ist, dass die Objektgruppe Raum – im Gegensatz zu einzelnen Bauteilen – nur über die Bauteilstruktur ausgewählt werden kann. Die Bearbeitungsfunktionen von Räumen umfassen dabei die Befehle Raum modifizieren, Räume löschen, Räume verschieben, Räume kopieren, Räume verbinden und Raum teilen.

Beim Modifizieren eines Raumes erscheint eine Dialogbox, in der die spezifischen Eigenschaften – Name, Nutzung, Raum- und Fußbodenhöhe sowie Genauigkeitsstufe – eines Raumes bearbeitet werden können. Darüber hinaus ist es möglich, die Position aller bestehenden Raumpunkte zu ändern bzw. neue Raumpunkte einzufügen. Durch Änderung bestehender Raumpunkte kann beispielsweise ein skizzierter Raum durch Messung der Raumecken – entweder mittels Laserdistanzmesser oder Tachymeter – aufgenommen und damit in eine höhere Genauigkeitsstufe übertragen werden. Die Wahl der Genauigkeitsstufe bleibt dabei jedoch in der Hand des Anwenders, da nur er entscheiden kann, in welcher Genauigkeit der Raum nach der Modifizierung vorliegt. Werden Raumecken geändert, deren zugehörige Wand zwei Räumen angehört, wird die Wandstärke automatisch so angepasst, dass die Raumecken des Nachbarraumes beibehalten werden. Liegt der Nachbarraum jedoch als *Skizze* vor, bleibt die Wandstärke erhalten und die Eckpunkte des Nachbarraumes werden modifiziert. Auf diese Weise können Überschneidungen von Räumen vermieden werden.

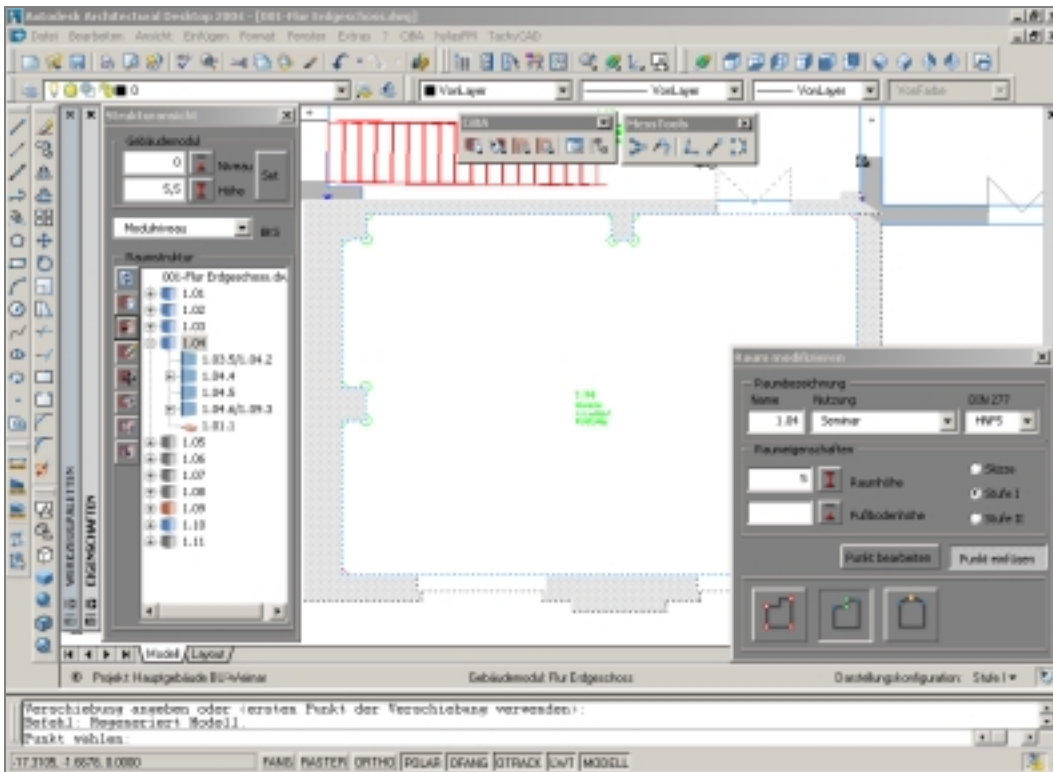


Abb. 4-17 Bauaufnahmemodul – Dialogbox zur Bearbeitung eines Raumes

Entstehen bei der Punktanpassung nichtparallele Wandseiten oder werden Wandpunkte – zur Darstellung von Verformungen, Vor- oder Rücksprüngen – eingefügt, wird dies über einen 2D-Planmodifikator ausgeglichen.

Beim Kopieren und Teilen von Räumen werden automatisch neue Objektgruppen angelegt und die Bauteile entsprechend zugeordnet. Gleichzeitig erfolgt eine automatische Fortführung der Raumnummern. Werden beim Teilen von Räumen Wände geschnitten, so erfolgt eine Einordnung beider Wandabschnitte als einzelnes Bauteil zum jeweiligen Raum. Beim Verbinden von Räumen werden die Objekte zweier Raumgruppen zu einem Raum zusammengefügt. Die entsprechenden ADT-Flächen werden automatisch verbunden. Dabei ist es nicht notwendig, dass die beiden Raumflächen direkt aneinander angrenzen müssen.

#### *Bearbeiten von Tragwerken*

Da bei Tragwerkselementen die Querschnittsmaße innerhalb des Stiles definiert sind, ist deren Bearbeitung nicht über Griffe oder das Eigenschaftsfenster möglich. Änderungen können nur innerhalb des Stilmanagers vorgenommen werden. Aus diesem Grund wird für die Bearbeitung von Tragwerken eine Funktion durch das Bauaufnahmemodul bereitgestellt.

Nach Auswahl des entsprechenden Tragwerkselementes öffnet sich eine Dialogbox, in der alle Querschnittsmaße bearbeitet werden können. Die

Dialogbox entspricht dabei weitestgehend dem erweiterten Dialog zur Erstellung von Tragwerken. Nach Eingabe der neuen Maße wird dem Tragwerkselement ein entsprechender Stil zugeordnet. Ist ein solcher Stil in der Zeichnung noch nicht vorhanden, wird dieser automatisch angelegt.

#### *Werkzeuge zur Bearbeitung von Wänden*

Neben den Bearbeitungsfunktionen von Räumen stellt das Bauaufnahmemodul noch eine Reihe von Werkzeugen zur direkten Bearbeitung von Wänden bereit.

Bei der Eingabe von Räumen besteht die Möglichkeit Außenwände zu definieren, welche sofort sichtbar dargestellt werden. Geschieht dies nicht, so kann jede zu einem Raum zugeordnete Wand nachträglich über einen separaten Befehl ein- und auch wieder ausgeblendet werden.

Ein weiteres Wandwerkzeug dient der nachträglichen Verbindung zweier Räume mit gemeinsamer Trennwand. Dabei wird jeweils eine raumbegrenzende Seite von beiden Räumen gewählt. Das erste Wandbauteil erhält eine neue Breite, sodass es den Abstand zwischen beiden Räumen ausfüllt, und wird dem zweiten Raum als Bauteil zugeordnet. Gleichzeitig wird diese Wand in der Zeichnung als sichtbar dargestellt und das zweite Wandbauteil gelöscht. Unterscheiden sich die Längen beider Wandseiten in größerem Maße, erfolgt automatisch eine Trennung des längeren Wandbauteils und nur die gemeinsame Wand wird in der Zeichnung sichtbar dargestellt.

Um verschieden geformte Ober- und Unterkanten von Wänden aufnehmen zu können, stellt das Bauaufnahmemodul zwei weitere Befehle zur Verfügung. Nach Auswahl der entsprechenden Wand kann der Verlauf der Ober- bzw. Unterkante mittels Tachymeter aufgenommen werden. Das Modul erstellt daraufhin entlang des Verlaufes eine Polylinie, deren Form anschließend automatisch auf die Wand übertragen wird. Auf diese Weise lässt sich beispielsweise der Verlauf einer Wand entlang eines Daches oder eines geneigten Fußbodens abbilden.

Soll die Ober- bzw. Unterkante der Wand mittels Laserdistanzmesser aufgenommen werden, kann dies mittels der ADT-Standardfunktionen über das Eigenschaftsfenster geschehen. Bei Auswahl der Option Ober-/Unterkante erscheint eine Dialogbox, in der die Scheitelpunkte der Kanten bearbeitet, sowie neue Scheitelpunkte hinzugefügt werden können. Die Position eines Scheitelpunktes ist durch den vertikalen Abstand von der Basislinie bzw. der Basishöhe der Wand, sowie durch den horizontalen Abstand vom Wandanfangspunkt bestimmt. Diese Abstände können vor Ort mittels Laserdistanzmesser am Bestand abgenommen und direkt in die Dialogbox übertragen werden (Abb. 4-18).

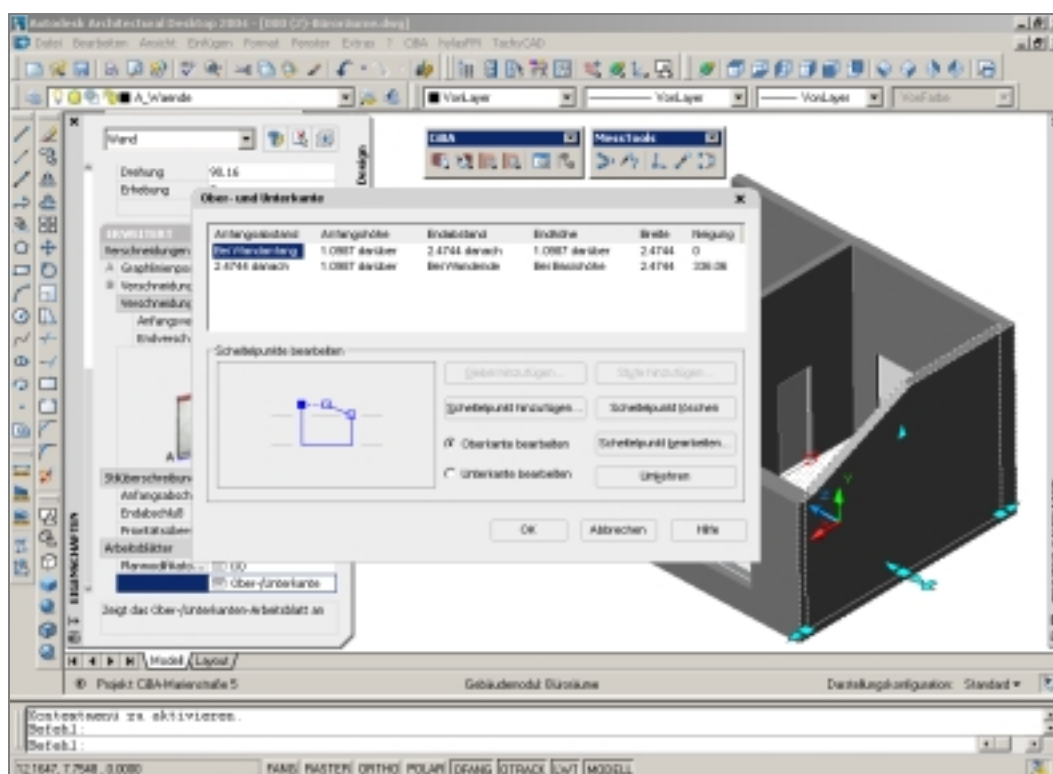


Abb. 4-18 ADT 2004 – Bearbeitung einer Wandoberkante über das Eigenschaftsfenster

Ein letztes Wandwerkzeug innerhalb des Bauaufnahmemoduls dient der Anpassung von Wandbauteilen an eine Polylinie, um beliebig geformte Wände abzubilden. Anfangs- und Endpunkt der Polylinie sollten dabei annähernd dem Anfangs- und Endpunkt der Wand entsprechen. Nach Auswahl der beiden Elemente erfolgt automatisch die Ausrichtung der Wand an die Polylinie und gleichzeitig die Anpassung der dazugehörigen Räume an den neuen Wandverlauf. Die Polylinie kann dabei über die AutoCAD-Standardbefehle oder über eine tachymetrische Messung erzeugt worden sein.

### Bauteilverformungen

Zur Abbildung von Verformungen an Wänden und Decken, können verschiedene ADT-Standardfunktionen verwendet werden. Bei Wänden sind dies zum einen die 2D-Planmodifikatoren, deren Verwendung bereits in Verbindung mit der Erzeugung und Bearbeitung von Räumen beschrieben wurde. Diese können aber Verformungen nur zweidimensional, bezogen auf die Grundrissform der Wand, abbilden. Eine weitere Möglichkeit zur Modellierung von Wänden bieten die Profilmodifikatoren, mit deren Hilfe die Geometrie einer Wand anhand der Form eines vertikalen Querschnittes bearbeitet werden kann. Dies stellt allerdings wiederum nur eine zweidimensionale Verformung dar. Die gleichzeitige Verwendung von Planmodifikatoren und Profilmodifikatoren ist im ADT 2004 nicht möglich.

Um Verformungen dreidimensional abbilden zu können, ist der Gebrauch von

Körpermodifikatoren notwendig. Körpermodifikatoren bestehen aus ADT-Massenelementen, die einer Wand entweder hinzuaddiert oder abgezogen werden können, oder diese komplett ersetzen. Zur Erzeugung eines solchen Massenelementes kann das 3D-Netz von AutoCAD verwendet werden. Dabei handelt es sich um ein Flächennetz mit einer vordefinierten Anzahl von Steuerpunkten in Längs- und Querrichtung. Die Umwandlung dieses Flächennetzes in einen Volumenkörper und anschließend in ein Massenelement kann mittels des freien Lisp-Programmes *net2vol* von Dipl.-Ing. Henning Jesse erfolgen. [Braunes04]

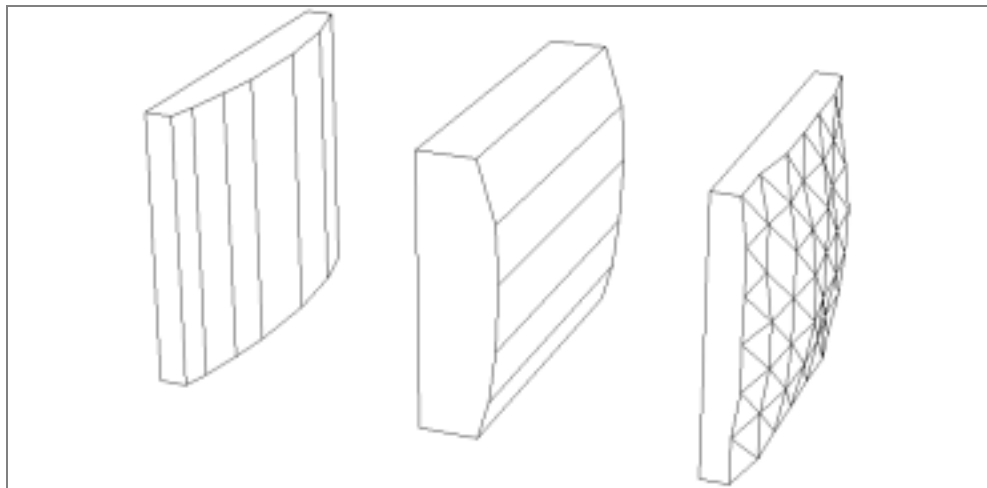


Abb. 4-19 Darstellung einer verformten Wand mit Hilfe eines 2D-Planmodifikators, eines Profilmodifikators und eines Körpermodifikators (v. li. n. re.)

Zur Darstellung von Verformungen an Decken können ebenfalls Massenelemente verwendet werden, welche der Decke hinzuaddiert oder abgezogen werden können. Plan- oder Profilmodifikatoren stehen für Deckenbauteile allerdings nicht zur Verfügung.

Innerhalb des Bauaufnahmемoduls wird diese Vorgehensweise allerdings nicht durch eine zusätzliche Funktion unterstützt, da die Modellierung von solch komplexen 3D-Bauteilen zu aufwendig erscheint, und damit im Rahmen einer planungsrelevanten Bauaufnahme als nicht praktikabel anzusehen ist. Um dennoch höchsten Genauigkeitsanforderungen zu entsprechen, können Verformungen mit Hilfe von 2D- und 3D-Zeichnungselementen aufgenommen werden, um diese anschließend als externe Referenz einem vorhandenem Bauteil zuzuweisen. Nähere Erläuterungen zu dieser Vorgehensweise erfolgen im Kapitel 4.2.7.



#### 4.2.6. Darstellungskonfiguration

Zur Unterscheidung der einzelnen Genauigkeitsstufen innerhalb der Zeichnung greift das Bauaufnahmemodul auf die Darstellungsverwaltung des Architectural Desktop zurück (Abb. 4-20). Dort kann für jedes ADT-Element definiert werden, wie es in einem Ansichtsfenster angezeigt werden soll. Die Darstellungsverwaltung verfügt dabei über drei Hauptelemente:

- *Objektdarstellung*  
Die Objektdarstellung steuert die Anzeige eines bestimmten ADT-Elementes, wie beispielsweise einer Tür oder einer Wand. Innerhalb der Objektdarstellung kann bestimmt werden, welche Komponenten des Elementes mit welcher Linienstärke, Linienfarbe oder Schraffur in der Zeichnung sichtbar sind. Neben einer Reihe vordefinierter Objektdarstellungen – beispielsweise für die Plandarstellung im Maßstab 1:200 bis 1:50 – kann der Anwender auch eigene Darstellungen, durch Kopieren einer vorhandenen, erstellen.  
Die Definitionen in der Objektdarstellung wirken sich auf jedes Objekt des gleichen Typs in der Zeichnung aus, d.h. die Objektdarstellung einer Tür steuert beispielsweise die Anzeige jeder Tür in der Zeichnung. Objektdarstellungen können allerdings von Objektstilen und sogar von einzelnen Elementen überschrieben werden. Somit kann für einen einzelnen Stil oder ein einzelnes Element eine völlig andere Objektdarstellung definiert werden.
- *Darstellungssatz*  
Darstellungssätze fassen Objektdarstellungen verschiedener ADT-Elemente in einer Gruppe zusammen. Dabei kann ein Darstellungssatz mehrere Objektdarstellungen eines bestimmten ADT-Elementes enthalten, oder auch gar keine.
- *Darstellungskonfiguration*  
Eine Darstellungskonfiguration ist eine Sammlung von Darstellungssätzen. Sie bestimmt, welcher Darstellungssatz in einer bestimmten Ansichtsrichtung – Oben, Unten, Rechts, Links, Modell etc. – im Ansichtsfenster angezeigt werden soll. Darüber hinaus kann für jede Darstellungskonfiguration eine Schnittebene definiert werden. Die Darstellung der ADT-Elemente ober- und unterhalb dieser Ebene wird durch den Darstellungssatz bzw. die Objektdarstellung bestimmt.  
Die jeweilige Darstellungskonfiguration kann direkt im Zeichnungsfenster ausgewählt werden.

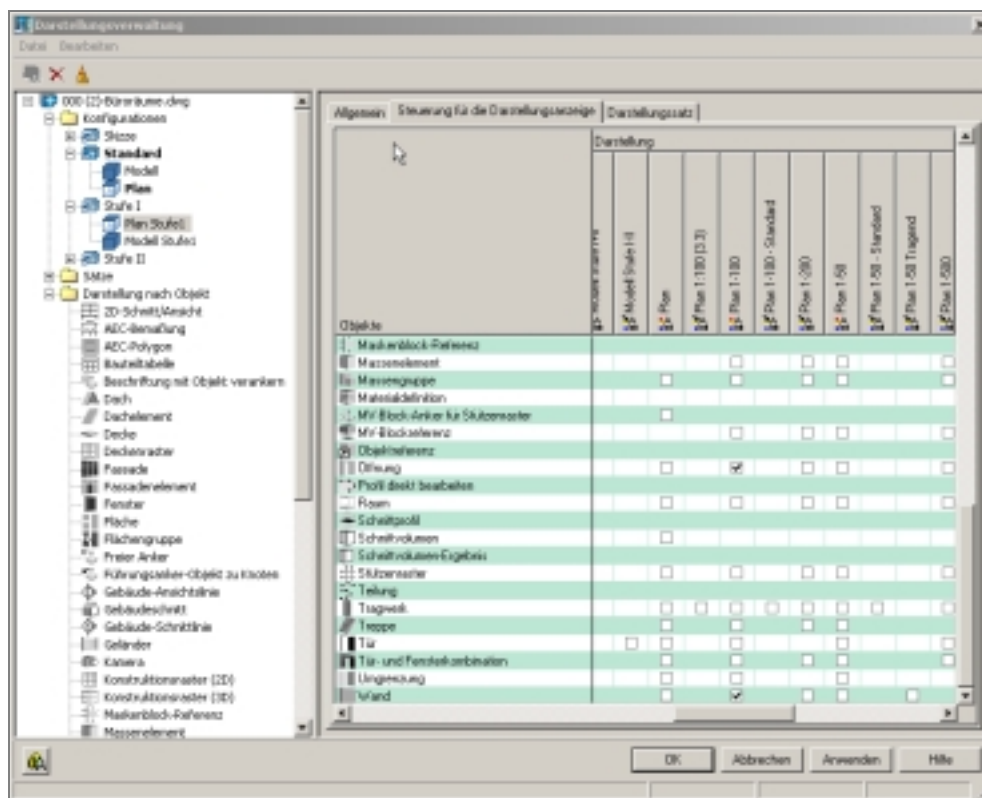


Abb. 4-20 ADT 2004 – Darstellungsverwaltung

Standardmäßig wird die Darstellungsverwaltung im ADT dazu verwendet, Darstellungskonfigurationen für verschiedene Aufgaben innerhalb einer Neubauplanung bereitzustellen. So gibt es beispielsweise die Darstellungskonfigurationen für eine Entwurfsplanung mit dem Bezugsmaßstab 1:100 oder für eine Ausführungsplanung mit dem Bezugsmaßstab von 1:50.

Innerhalb des Bauaufnahmемoduls wird die Darstellungsverwaltung so angepasst, dass Darstellungskonfigurationen für jede der drei Genauigkeitsstufen, sowie eine Konfiguration *Standard* für die Bauteileingabe vorliegen.

In der Konfiguration *Standard* sind alle gezeichneten ADT-Elemente sichtbar. Da die Genauigkeitsstufen über unterschiedliche Objektstile definiert sind, erfolgt für jeden Stil eine Darstellungsüberschreibung. Auf diese Weise werden in der Konfiguration *Standard* die Genauigkeiten durch unterschiedliche Farben – Grau für *Skizze*, Blau für *Stufe I* und Rot für *Stufe II* – ablesbar gemacht. Hierfür wurden bewusst bewusste intensive Farben gewählt, da diese bei einer Bauaufnahme mit Laptop und ungünstigen Beleuchtungsverhältnissen noch gut zu unterscheiden sind.

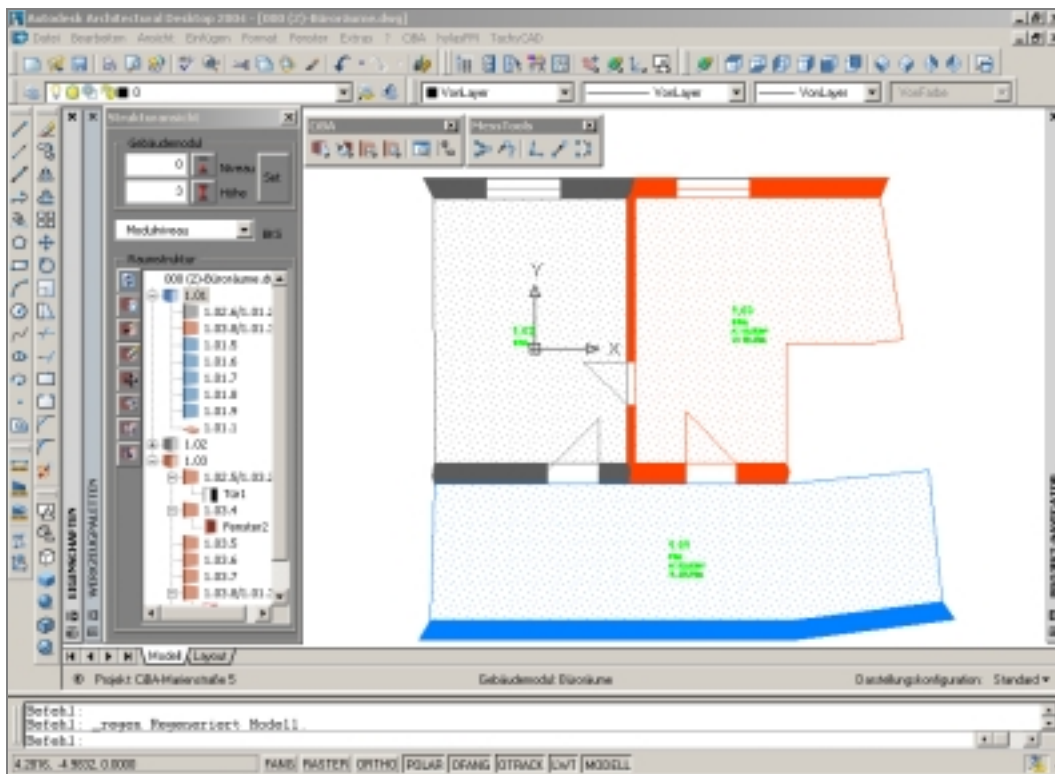


Abb. 4-21 Bauaufnahmeprogramm – In der Darstellungskonfiguration Standard sind die Genauigkeitsstufen der Räume durch unterschiedliche Farben ablesbar

Bei den Darstellungskonfigurationen der einzelnen Genauigkeitsstufen erfolgt keine visuelle Unterscheidung mehr. Die Darstellung der einzelnen Elemente aller Genauigkeitsstufen ist gleich. Allerdings werden die Objekte der jeweils geringeren Genauigkeitsstufe komplett ausgeblendet. So sind bei Anzeige der Konfiguration *Skizze* alle Objekte sichtbar, bei *Stufe I* werden die skizzierten Elemente ausgeblendet und bei *Stufe II* erscheinen nur noch die Objekte der Genauigkeitsstufe II (Abb. 4-22).



Abb. 4-22 Bauaufnahmeprogramm – Darstellung von ein und demselben Bestandsmodell in den Darstellungskonfigurationen Skizze, Stufe I und Stufe II (v. li. n. re.)

Die Art der Darstellung skizzierter Elemente sollte in den Konfigurationen *Standard* und *Skizze* eher schematisch, als geometrisch exakt erfolgen.

Denkbar wären beispielsweise „Freihandlinien“ und sich überschneidende Linien in Raumecken (Abb. 4-23). Um dies darstellen zu können, wäre eine neue Definition der Objektdarstellung innerhalb der Darstellungsverwaltung nötig. Ob dies programmieretechnisch in einer Zusatzapplikation umgesetzt werden kann, ist jedoch nicht sicher.

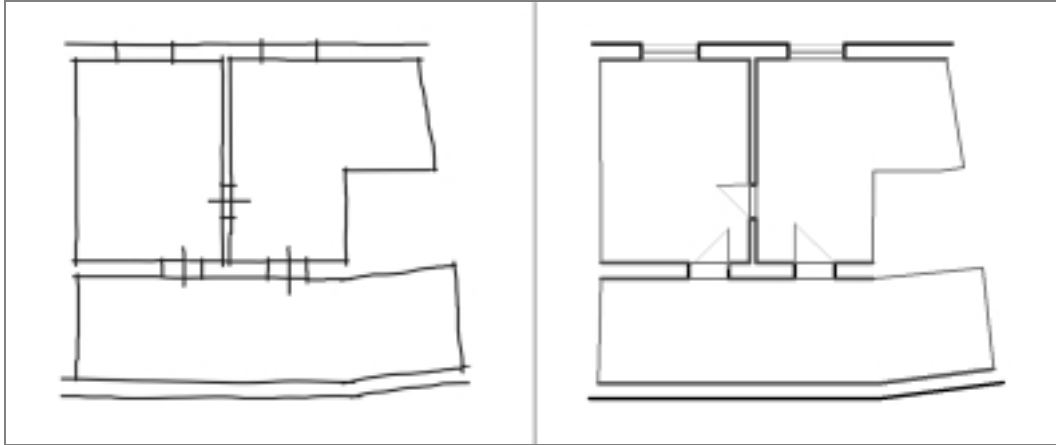


Abb. 4-23 Angestrebte schematische Darstellung der Genauigkeitsstufe Skizze (links) und die derzeitig mögliche Umsetzung im Bauaufnahmemodul (rechts)

Neben Geometrieelementen werden in der Zeichnung auch Beschriftungen und Symbole angezeigt. Um diese auch über die Darstellungskonfiguration in ihrer Sichtbarkeit steuern zu können, verwendet das Bauaufnahmemodul hierfür sogenannte MultiView-Blöcke (MV-Blöcke).

Jeder MV-Block basiert auf einer MV-Blockdefinitionen, welche die Darstellung des Blockes in jedem Ansichtsfenster steuert. Beim Erstellen einer MV-Blockdefinition kann für jede Ansichtsrichtung – Oben, Unten, Rechts, Links, Modell etc. – ein AutoCAD-Block angegeben werden, der in dieser Ansicht angezeigt werden soll. AutoCAD-Blöcke sind Gruppen von Zeichnungselementen, die zusammengefasst ein einziges Objekt bilden. Blöcke basieren auf Blockdefinitionen, welche Namen, Zeichnungselemente und Basispunkt eines Blockes definieren. Anhand der Blockdefinition können beliebig viele gleichartige Blöcke in eine Zeichnung eingefügt werden. Neben Zeichnungselementen können Blöcke auch Blockattribute enthalten. Diese dienen der Speicherung von alphanumerischen Daten. Attributwerte können entweder bei der Blockdefinition oder beim Einfügen des Blockes in eine Zeichnung angegeben werden.

Über die MV-Blockdefinition wird im Bauaufnahmemodul gewährleistet, dass Beschriftungen und Symbole in der aktuellen Ansicht immer lesbar angezeigt werden. Gleichzeitig erlauben die MV-Blöcke die Steuerung ihrer Sichtbarkeit über die Darstellungsverwaltung. Auf diese Weise können Beschriftungen von Räumen geringerer Genauigkeitsstufen in den Darstellungskonfigurationen *Stufe I* und *Stufe II* ausgeblendet werden.

#### 4.2.7. Nicht-geometrische Bestandsdaten

Eine der beschriebenen Hauptanforderungen an das Bauaufnahmemodul ist die Verwaltung aller Bestandsdaten, sowohl geometrisch als auch nicht-geometrisch, innerhalb einer einzigen Programmoberfläche. Das CAAD-Bauteilmodell bietet hierfür die Grundlage. Die ADT-Bauteile repräsentieren zum einen die Geometrie des abzubildenden Gebäudes, und zum anderen sind sie Träger der zusätzlichen, nicht-geometrischen Daten. Zur Verwaltung dieser Daten verwendet das Bauaufnahmemodul zwei unterschiedliche Methoden, die Eigenschaftssätze und die Anhangobjekte.

##### *Eigenschaftssätze*

Ein Eigenschaftssatz ist ein nicht-geometrisches ADT-Objekt, das auf einer Eigenschaftssatzdefinition basiert. Er enthält eine benutzerspezifische Gruppe von manuellen oder automatischen Objekteigenschaften. Manuelle Eigenschaften können vom Anwender frei definiert werden. Als Eigenschaftsformat kann zwischen *Text*, *Ganzzahl*, *Reeller Zahl* oder *Wahr/Falsch* gewählt werden. Automatische Eigenschaften verweisen auf tatsächlich im ADT implementierte Objektmerkmale, beispielsweise Breite, Höhe oder Beschreibung. Ihre Werte werden daher selbständig vom jeweiligen Objekt abgerufen. Eigenschaftssätze können entwerder stil- oder objektbezogen definiert werden. Stilbezogene Eigenschaftssätze werden automatisch jedem Objekt des selben Stils zugeordnet, während objektbezogene Eigenschaftssätze manuell dem entsprechenden Objekt zugewiesen werden müssen. Der Wert einer manuellen Eigenschaft innerhalb eines stilbezogenen Eigenschaftssatzes bezieht sich immer auf alle Objekte eines Stils, wohingegen die Werte automatischer Eigenschaften sich je nach Objekt ändern können. Die Definition einer manuellen Eigenschaft, welche ein bestimmtes Bauteilmerkmal aufnehmen soll, ist daher meist nur in Verbindung mit einem objektbezogenen Eigenschaftssatz sinnvoll.

Zur Auswertung von Eigenschaftssätzen stehen im ADT die Bauteiltabellen zur Verfügung, welche als Objekt in die Zeichnung eingefügt werden können (Abb. 4-24). Das Format einer Bauteiltabelle bezieht sich auf einen vorher definierten Bauteiltabellenstil. Dort wird u.a. definiert, welche Bauteildaten in der Tabelle abgebildet werden sollen. Dabei bezieht die Bauteiltabelle ihre Daten aus den Eigenschaftssätzen – sowohl stil- als auch objektbezogene – der einzelnen Bauteile. Neben der Darstellung der Bauteiltabelle in der Zeichnung, kann diese auch als Text- oder Microsoft Excel-Datei exportiert werden.

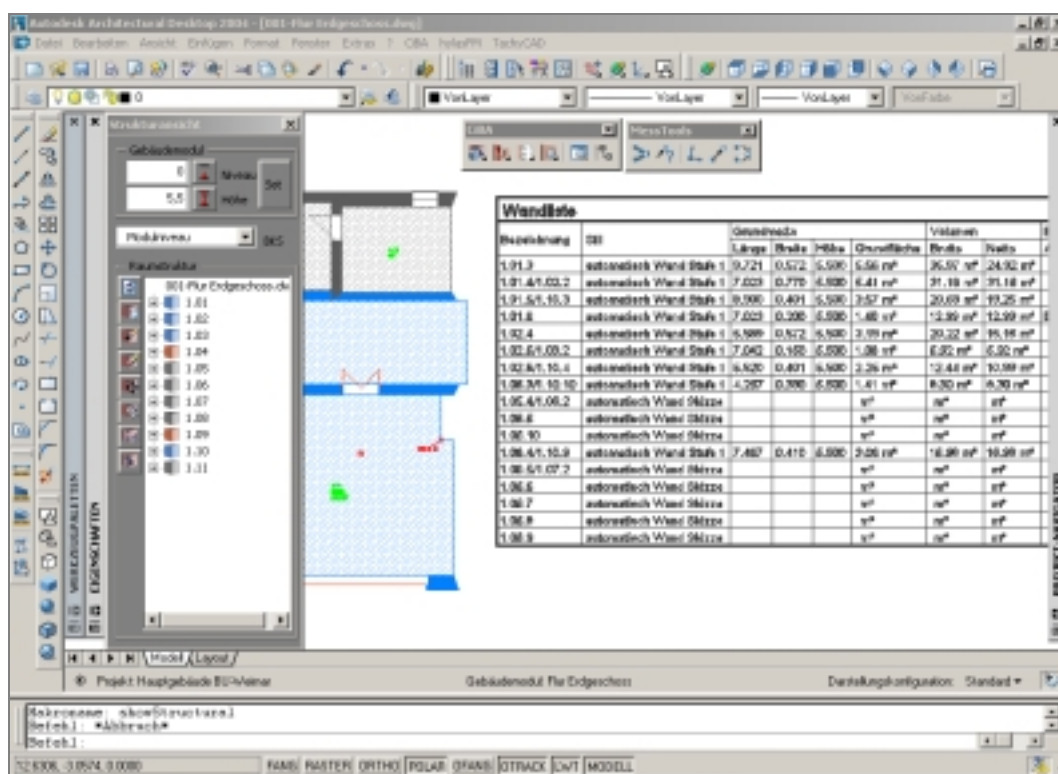


Abb. 4-24 Bauaufnahmemodul – in Zeichnung eingefügte Bauteiltabelle

Innerhalb des Bauaufnahmемoduls werden dem Anwender eine Reihe vordefinierter Eigenschaftssätze und Bauteiltabellen für Wände, Decken, Öffnungen und Tragwerkselemente zur Verfügung gestellt. Für jeden ADT-Bauteiltyp werden je zwei stilbezogene Eigenschaftssätze verwendet – *Bezeichnung* und *Daten*. Der Eigenschaftssatz *Bezeichnung* enthält die automatischen Objekteigenschaften *Beschreibung* und *Stil*, deren Inhalte bei der Objekterzeugung gesetzt werden, sowie *Anmerkungen* und *Dokumente*, denen der Anwender über das Eigenschaftsfenster Werte – beispielsweise eine Zustandsbeschreibung des Bauteils oder eine externe Datei – zuweisen kann. Dieser Eigenschaftssatz ist jedem Stil des entsprechenden ADT-Bauteiltyps zugeordnet. Der Eigenschaftssatz *Daten* enthält die spezifischen Maße eines Bauteils als automatische Objekteigenschaft und wird nur den Stilen der Genauigkeitsstufen I und II zugewiesen. Auf diese Weise werden in eine Bauteiltabelle die Abmessungen der Elemente mit Genauigkeitsstufe I und II eingetragen, nicht jedoch die – zwar im Modell vorhandenen aber nicht gemessenen – Werte der skizzierten Bauteile.

Neben den vordefinierten Eigenschaftssätzen und Bauteiltabellen, steht es dem Anwender natürlich frei, mit den ADT-Standardbefehlen eigene objekt- oder stilbezogene Sätze zu erzeugen, um alle relevanten Bestandsdaten den ADT-Bauteilen strukturiert zuordnen zu können.

### *Anhangobjekte*

Eigenschaftssätze haben, trotz ihrer Flexibilität durch die Definition von manuellen Objekteigenschaften, einen entscheidenden Nachteil. Sind in den Objekteigenschaften erweiterte Daten angegeben, ist dies im Modell nicht ersichtlich. Der Zugriff auf diese Daten kann nur über eine Bauteiltabelle oder das Eigenschaftsfenster erfolgen. Aus diesem Grund wird im Bauaufnahme-modul das Konzept der Anhangobjekte eingeführt. Anhangobjekte sind vordefinierte MV-Blöcke oder XRefs, die allen Elementen der Bauteilstruktur hierarchisch untergeordnet werden können. Dabei ist es egal, ob es sich bei dem übergeordneten Element um einen Raum, eine Wand oder ein Fenster handelt.

Als Anhangobjekte stehen dem Anwender drei verschiedene Arten zur Verfügung – Dateianhänge, Bauschadensschlüssel und externe Referenzen.

Dateianhänge verweisen auf eine externe Datei und werden mit einem entsprechenden Symbol in der Zeichnung abgebildet. Hierfür stehen dem Anwender Bildanhänge, Textanhänge und Mediaanhänge, für Audio- oder Videodateien, zur Verfügung. Die Vorgehensweise beim Einfügen eines Dateianhanges ist bei allen Arten gleich, lediglich das Symbol des Anhangobjektes variiert. Nach Auswahl des übergeordneten Objektes in der Strukturansicht, erscheint eine Dialogbox, in welcher der Name des Anhangobjektes eingetragen werden kann. Anschließend wird der Absatzpunkt des Objektsymbols in der Zeichnung abgefragt und es erfolgt die Auswahl der anzuhängenden Datei in einer weiteren Dialogbox. Handelt es sich um Bild- oder Mediaanhänge, kann außerdem das Symbol zur Angabe der Blickrichtung gedreht werden.

Bei dem Anhangobjekt handelt es sich um einen AutoCAD-Block, welcher neben dem Symbol noch Attribute für den Name, das übergeordnete Objekt und den Dateipfad enthält. Die Attribute werden zwar in der Zeichnung nicht angezeigt, können aber über das Eigenschaftsfenster abgerufen und bearbeitet werden. Des Weiteren wird dem Block ein Hyperlink zugewiesen, welcher sich auf die angehängte Datei bezieht. AutoCAD verwendet Hyperlinks um grafische Elemente mit zugehörigen Dokumenten zu verbinden. Beim Selektieren des mit einem Hyperlink versehenen Elements, kann die dazugehörige Datei über das Kontextmenü geöffnet werden.

Zur Dokumentation von Bauschäden können Bauschadensschlüssel nach [DIN1356-6] verwendet werden. Diese werden in der Zeichnung mit einem Symbol, einer laufenden Nummer und einer Schadensschlüsselnummer eingetragen. Nach Auswahl des übergeordneten Objektes erscheint eine Dialogbox, in der die Schadensnummer, die Schadensbeschreibung und die Ausprägung des Schadens – punktförmig, linienförmig oder flächig – eingetragen werden. Des Weiteren besteht die Option, dem Bauschadensschlüssel

eine Datei als Anhang zuzuweisen und mehrere Schäden als eine Schadensgruppe einzufügen. Anschließend wird der Bereich des Schadens in der Zeichnung abgefragt. Handelt es sich um einen punktförmigen Schaden geschieht dies durch Eingabe eines Punktes. Bei linienförmigem und flächigem Schaden, kann dieser durch Eingabe einer Polylinie als Schadenssymbol abgebildet werden. Ist das übergeordnete Element ein eindeutig definiertes Bauteil mit geometrischer Ausprägung, beispielsweise eine Wand oder Decke, so wird automatisch ein neues BKS an diesem Bauteil ausgerichtet, auf welches die Schadensausprägung als Polylinie aufgebracht werden kann.

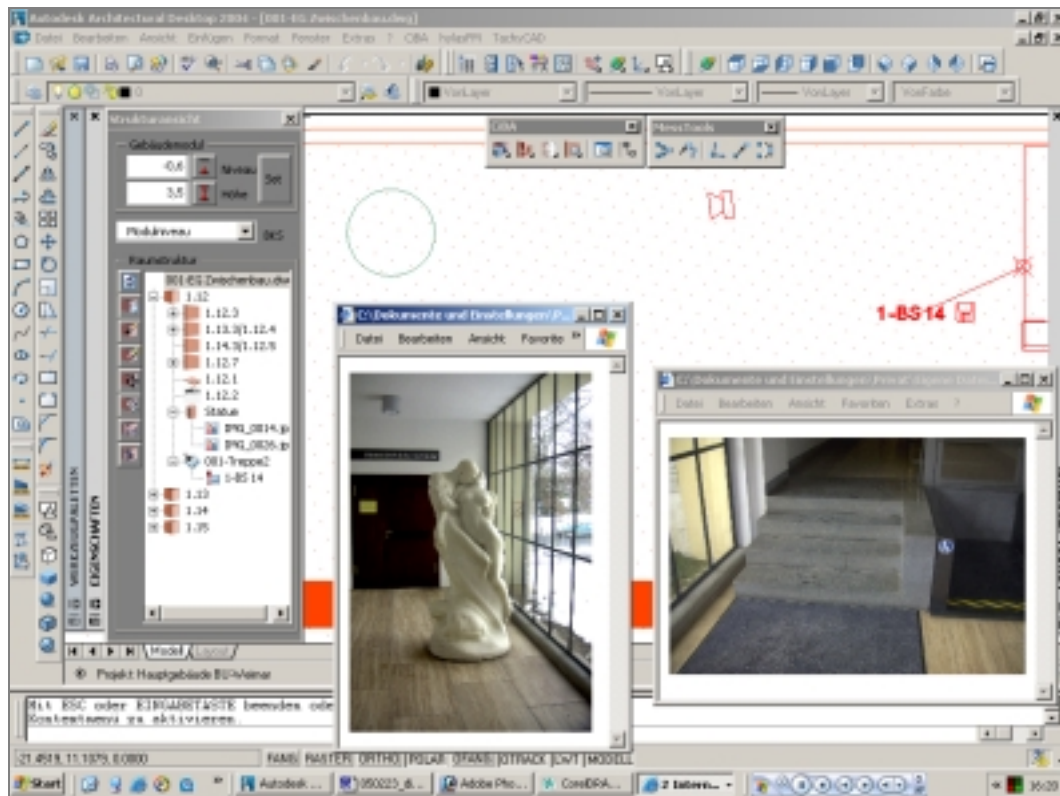


Abb. 4-25 Bauaufnahmemodul – Bildanhang und Bauschadensschlüssel mit den jeweils dazugehörigen Dokumenten

Mit Angabe des Absatzpunktes für die Schadensbeschriftung und die optionale Angabe eines externen Dokumentes schließt die Eingabe ab. Das Bauaufnahmemodul erstellt daraufhin ein Symbol für den Schadensbereich und einen Beschriftungsblock. Existiert ein Dateianhang, wird dies durch ein Diskettensymbol kenntlich gemacht, welches mit einem Hyperlink versehen ist. Der Beschriftungsblock enthält als Attribute die laufende Nummer und die Schadensschlüsselnummer, welche in der Zeichnung sichtbar sind, sowie den Namen des übergeordneten Elementes und die Schadensbeschreibung, die über das Eigenschaftsfenster abgerufen werden können.

Da die Dateianhänge und der Bauschadensschlüssel jeweils Blöcke mit Attributen verwenden, können deren Daten auch als Text- oder Microsoft Excel-Datei in andere Anwendungen übertragen werden. Hierfür stellt



AutoCAD die Attributextraktion zur Verfügung, mit deren Hilfe die Attribute aller in der Zeichnung verwendeten Blöcke exportiert werden können. Zur Vereinfachung dieses Vorganges stellt das Bauaufnahmemodul sowohl für den Export der Attribute von Dateianhängen und Bauschadensschlüssel, als auch für die Attribute der Raumstempel Vorlagedateien bereit, welche alle nötigen Definitionen bereits enthalten.

Neben den Dateianhängen und den Bauschadensschlüssel erlaubt das Bauaufnahmemodul auch externe Referenzen an Bauteile in der Strukturansicht anzuhängen. Dazu wird ein XRef entweder über die AutoCAD-Standardbefehle oder als referenziertes Gebäudemodul über den ADT-Projektnavigator in die aktuelle Zeichnung eingefügt. Anschließend kann dieses durch einen separaten Befehl einem gewählten Element der Bauteilstruktur untergeordnet werden. Auf diese Weise können zusätzliche Zeichnungsinformationen in einem separaten Gebäudemodul gezeichnet werden, um diese anschließend dem entsprechenden Bauteil zuzuordnen. Bei einer solchen zusätzlichen Zeichnungsinformation kann es sich beispielsweise um die 3D-Liniengrafik eines Dachstuhles oder einer Treppe, die 2D-Grafik einer Fassadenansicht, das photogrammetrisch entzerrte Bild eines Fensters oder um ein 3D-Flächennetz zur Abbildung von starken Verformungen handeln.

Werden Anhangobjekte Wänden zugewiesen, die Bestandteil von zwei Räumen sind, tauchen diese in der Bauteilstruktur jedoch nur in einem Raum auf, obwohl die übergeordnete Wand in beiden Räumen vorhanden ist. Auf diese Weise kann unterschieden werden, welcher Wandseite das Anhangobjekt zugeordnet wurde.

#### 4.2.8. Sonstige Funktionen

Neben den beschriebenen Funktionen werden im Bauaufnahmemodul noch einige zusätzliche Werkzeuge zur Vereinfachung des Arbeitsablaufes während der Bestandsaufnahme angeboten.

##### *Navigationshilfen*

Bei größeren Gebäuden kann während der Bauaufnahme schnell die Übersichtlichkeit im Zeichnungsbereich verloren gehen. Um dies zu vermeiden, bietet das Bauaufnahmemodul einen schnellen Zugriff auf das Übersichtsfenster von AutoCAD. Im Übersichtsfenster wird das komplette Modell mit dem im aktuellen Ansichtsfenster dargestellten Bereich verkleinert wiedergegeben. Des Weiteren bietet dieses Fenster verschiedene Zoom-Funktionen, um schnell von einem Zeichnungsausschnitt in einen anderen wechseln zu

können. Das Übersichtsfenster kann je nach Bedarf ein- und wieder ausgeblendet werden.

Eine weitere Hilfe zur Navigation in großen Gebäudemodellen bietet die Strukturansicht. Zum einen wird bei Auswahl eines Eintrages das entsprechende Bauteil im Ansichtsfenster hervorgehoben, und zum anderen kann dieses durch Doppelklick mit linker Maustaste herangezoomt werden. In Verbindung mit dem Übersichtsfenster behält der Anwender so immer den Überblick über das Gebäudemodell.

### *Punktkontrolle*

Werden Räume tachymetrisch gemessen, so geschieht dies innerhalb des Bauaufnahmемoduls entlang eines gedachten Horizontalschnittes. Boden- und Deckenniveau werden in Abhängigkeit der Niveau- und Höheneinstellungen des aktuellen Gebäudemoduls angelegt. Auf diese Weise ergeben sich Punkte im Bestandsmodell – beispielsweise Raumecken – welche nicht durch direkte Messungen entstanden sind. Um dennoch diese Punkte in ihrer Position verifizieren zu können, bietet das Bauaufnahmемodul einen speziellen Befehl.

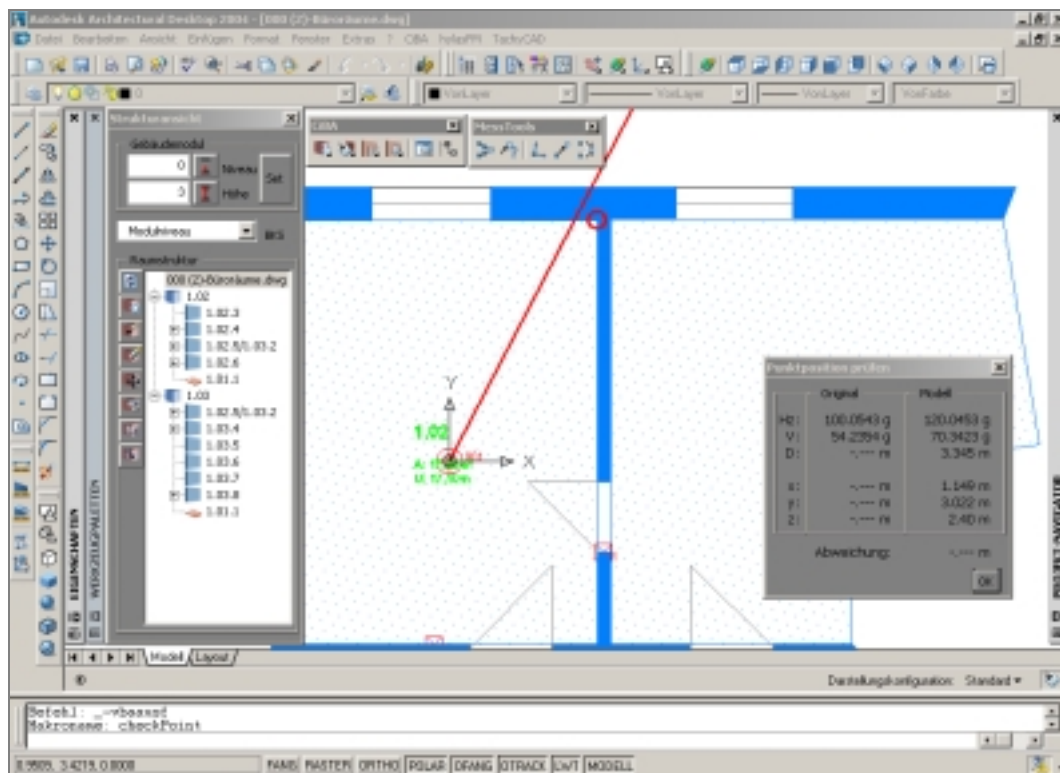


Abb. 4-26 Bauaufnahmемodul – Überprüfung einer Punktposition durch eingblendeten Zielstrahl des Tachymeters und zeitgleicher Koordinatenanzeige innerhalb einer Dialogbox

Nach Auswahl des zu überprüfenden Punktes wird eine Dialogbox mit dessen Position, sowohl in kartesischen Koordinaten innerhalb des AutoCAD-Weltkoordinatensystems, als auch in Polarkoordinaten in Bezug auf den aktuellen Tachymeterstandort, eingeblendet. Gleichzeitig erscheint der Zielstrahl des Tachymeters, ausgehend vom aktuellen Standpunkt, in der Zeichnung als Linie (Abb. 4-26). Wird das Tachymeter in Richtung des zu überprüfenden Punktes bewegt, so ändert sich zeitgleich der eingeblendete Zielstrahl in der Zeichnung und die anvisierten Polarkoordinaten erscheinen in der Dialogbox. Nach dem Auslösen der Messung, kann die tatsächliche Abweichung des realen Punktes vom Modellpunkt in der Dialogbox abgelesen werden.

Unter Verwendung von TachyCAD als Schnittstelle für das Tachymeter ist die Darstellung eines Zielstrahles und der dazugehörigen Polarkoordinaten zeitgleich zur Bewegung des Gerätes zum derzeitigen Entwicklungsstand noch nicht möglich. Die Implementierung einer solchen Funktion erscheint allerdings durchaus umsetzbar.

#### *Flächenauswertung*

Neben der Verwendung von Bauteiltabellen bietet der ADT eine weitere komfortable Funktion zur Auswertung von Raumflächen, welche nicht unerwähnt bleiben soll.

Über die Flächenauswertung hat der Anwender die Möglichkeit alle im Projekt vorhandenen ADT-Flächen in Form einer Microsoft Excel-Datei auszugeben. Neben den Werten für Basisfläche und –umfang können auch Beschriftungen, Berechnungsregeln und sogar Übersichtsskizzen der Flächen exportiert werden. Auch für diese Funktion stellt das Bauaufnahmemodul eine Reihe von Vorlagedateien zur Verfügung.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Das Planen und Bauen im Bestand, und damit verbunden die Aufnahme und Dokumentation des Baubestandes, ist heute und in Zukunft ein wichtiges Tätigkeitsfeld des Architekten. Eine Unterstützung durch verschiedene Softwaresysteme wird dabei eine immer größere Rolle spielen, vor allem da die Akzeptanz solcher Produkte von Seiten der Planer in den vergangenen Jahren stetig gestiegen ist, und sicherlich auch weiterhin steigen wird. Und ebenso wird die Akzeptanz von bauteilorientierten Planungssystemen mit flexibleren und leichter zu handhabenden Programmen weiter zunehmen. Doch was nützt ein modernes CAAD-System, wenn es nur die Neubauplanung, also nur etwa die Hälfte der Architektentätigkeit unterstützt? Die Konsequenz daraus ist, dass sich die Bauaufnahmesysteme und die Planungssysteme einander annähern müssen, um eine kontinuierliche Projektbearbeitung zu gewährleisten. In welcher Form dies geschehen wird, ob als integriertes Bauaufnahmemodul oder über ein universelles Datenaustauschformat – wie es bereits mit dem IFC-Format angestrebt wurde – bleibt abzuwarten.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist es das Konzept eines Bauaufnahmemoduls, welches die Verbindung zwischen der Bestandserfassung und dem Planen im Bestand herstellt. Es zeigt, dass die Integration der Bestandsaufnahme durch Anpassung und Erweiterung vorhandener Funktionen eines bestehenden CAAD-Planungssystems funktionieren kann, ohne dem Anwender ein völlig neues Programm präsentieren zu müssen. Die dargelegte Funktionalität erlaubt die Erfassung und Dokumentation aller relevanten Daten, sowohl geometrischer als auch nicht-geometrischer. Dennoch erscheint eine zukünftige Anbindung an andere Softwarelösungen sinnvoll. Vorstellbar wäre hier der Import von Raumgrundrissen der Genauigkeitsstufe I aus einer einfachen Pocket-PC Anwendung, wie sie heute schon mit PlusDraw, einer Software der Firma Apex und der Leica Geosystems zur Aufzeichnung und Verarbeitung von Messungen eines Leica-Laserdistanzmessers, erhältlich ist. [Leica05]

Ebenso denkbar wäre der Import von skizzenhaft erfassten Grundrissen, dessen Bauteilen bereits Mängel als nicht-geometrische Daten zugeordnet sind, aus einem Programm für Kosten-/Risiko-Analyse bei Sanierungsprojekten, wie es in einer aktuellen Diplomarbeit an der Bauhaus-Universität Weimar beschrieben ist. [Fehlhaber05]

Der Prototyp CiBA zeigt exemplarisch, dass bereits mit vergleichsweise einfachen Mitteln das vorgestellte Konzept eines bauteilorientierten Bauaufnahmemoduls umgesetzt werden kann. Die dabei verwendeten Programmiersprachen *Visual Basic* und *AutoLisp* sind sicherlich nicht die geeignete Wahl für die Umsetzung eines solchen Konzeptes in Form einer kommerziellen Softwareapplikation. Der teilweise stark eingeschränkte Zugriff auf die

AutoCAD- und insbesondere die ADT-Objekte, erforderte mehr als einmal ein Querdenken, welches zu unkonventionellen aber schließlich dennoch erfolgreichen Lösungen in der Programmierung führte. Unter Verwendung einer flexibleren Programmiersprache, wie sie im ADT durch die ARX-Schnittstelle mit C++ gegeben ist, wäre die Entwicklung einer bauteilorientierten Zusatzapplikation durchaus möglich, und ist vor allem auch wünschenswert.

Letztendlich ist das angestrebte Ziel eine Computerunterstützung der Bestandsaufnahme innerhalb des Planungsprozesses und nicht losgelöst von diesem, um eine kontinuierliche Bearbeitung von Projekten aus dem Bereich des Planens und Bauens im Bestand zu gewährleisten. Die kommenden Entwicklungen werden zeigen, ob dies möglich ist, und vielleicht kann die vorliegende Arbeit ihren Beitrag zu dieser Entwicklung leisten.

## Anhang A - Glossar

### ARX-Schnittstelle (ObjectARX)

ObjectARX ist eine objektorientierte Klassenbibliothek, die den Zugriff und die Manipulation von AutoCAD-Objekten erlaubt.

### Attribut

Ein Attribut (v. lat.: *attribuere* = zuteilen, zuordnen) wird als Zuordnung eines Merkmals zu einem konkreten Objekt verstanden. Es definiert und beschreibt ein konkretes Objekt durch den ihm zugeordneten Attributwert.[Wikipedia05]

### AutoLisp

AutoLisp ist ein Dialekt der Programmiersprache Common-LISP und Bestandteil von AutoCAD. Mit Hilfe von AutoLISP-Routinen können Funktionen in AutoCAD hinzugefügt, geändert oder gelöscht werden.[Computerbase05]

### Bauteil

In der Architektur und im Bauwesen wird die Bezeichnung *Bauteil* für die Teile eines Bauwerkes oder Gebäudes verwendet. Dabei handelt es sich um einzelne Teile, aus denen das Bauwerk zusammengesetzt ist, beispielsweise Wände, Stützen, Decken.[Wikipedia05]

### Bluetooth

Industriestandard für die drahtlose Vernetzung von Geräten über kurze Distanzen. Bluetooth bietet eine drahtlose Schnittstelle, über die sowohl mobile Kleingeräte wie Mobiltelefone und PDAs, als auch Computer und Peripheriegeräte miteinander kommunizieren können.[Computerbase05]

### C++

Programmiersprache für allgemeine Anwendungen und stellt Sprachmittel für abstrakte Datentypen sowie modulare, generische, objektorientierte und strukturierte Programmierung zur Verfügung. C++ basiert auf der Programmiersprache C.[Wikipedia05]

### CAD (Computer Aided Design)

Unter CAD-Systemen versteht man Programme zum computergestützten Konstruieren bzw. Zeichnen.

### CAAD (Computer Aided Architectural Design)

CAAD-Systeme beinhalten die Funktionalität von CAD und erweitern diese um spezielle Funktionen zur Verwendung in Architektur und Bauwesen.

### CSV (Comma Separated Values)

Textdatei, in der einzelne Einträge durch ein Semikolon getrennt sind. Dieses Format wird von zahlreichen Office-Anwendungen unterstützt.

### DWG

Dateiformat von AutoCAD. Die Bezeichnung *DWG* steht dabei für das englische Wort *drawing*, was soviel wie *Zeichnung* bedeutet.

### DXF (Drawing Interchange bzw. Exchange Format)

Dateiformat zum Austausch von CAD-Daten der Firma Autodesk. Im Gegensatz zum DWG-Format liegt die Dokumentation von DXF offen, und wird daher von den meisten CAD-Systemen unterstützt.[Computerbase05]

### Erstbegehung

Bei der Erstbegehung erfolgt der erste Kontakt mit dem Gebäude. Es erfolgt die Erfassung der wesentlichen Begrenzungen des Bauwerkes und der Innenräume, sowie der Erschließung, der Konstruktion und der erkennbaren Schäden. Die Dokumentation der Erfassung erfolgt in Protokollen und Skizzen. [Petzold01]

### Excel

Excel ist ein weit verbreitetes Programm zur Tabellenkalkulation der Firma Microsoft.

### Facility Management

Facility Management bezeichnet die Verwaltung und Bewirtschaftung von Gebäuden, Anlagen und Einrichtungen.

### Gewerk

Bezeichnung für handwerkliche und bautechnische Arbeiten im Bauwesen. Ein Gewerk umfasst dabei all die Arbeiten, die traditionell von einer Handwerkszunft durchgeführt wurden, wie beispielsweise Erdarbeiten, Mauerarbeiten, Zimmererarbeiten, Dachdeckerarbeiten etc.[Wikipedia05]

### HTML (Hypertext Markup Language)

Dokumentenformat zur Auszeichnung von Text im World Wide Web. Bei HTML handelt es sich um eine Auszeichnungssprache zur Beschreibung von Informationen in Hypertexten.[Computerbase05]

### IFC (Industry Foundation Classes)

Eine weltweit gültige, plattformübergreifende Objektsprache für die computergestützte Bauplanung, Bauausführung und Gebäudeverwaltung. IFC befindet derzeit noch in der Entwicklung und ist letztendlich das Ziel der *Industrie Allianz für Interoperabilität (IAI)*, einem Zusammenschluss von mehr als 650 internationalen Firmen aus 22 Länder der Baubranche. [Glossar05]

### Klasse (in Bezug auf deren Verwendung in Hylas FM)

Die Klasse ist eine Menge von ähnlichen Objekten. Sie definiert die gemeinsamen Attribute und Verknüpfungsarten ihrer Objekte.

### Laserdistanzmesser

Elektronisches Messgerät zur Ermittlung von Distanzen mit Hilfe eines reflektorlos arbeitenden Infrarotlasers.

### Modell

Bei einem Modell handelt es sich um das vereinfachtes Abbild der Realität. Kennzeichnend für ein Modell ist die Abstraktion, bei der für den Modellzweck wesentliche Merkmale hervorgehoben und andere bei der Abbildung bewusst vernachlässigt werden. [Wikipedia05]

### O2C (Open Office Connection)

Das O2C-Format ist ein kompaktes Datenformat basierend auf der Technologie des CAD-Systems ArCon. Die mb Software AG entwickelte diese Technologie, um interaktiv animierte 3D-Objekte direkt aus dem Internet in standardisierte Microsoft-Office-Anwendungen integrieren zu können. [Glossar05]

### Tachymeter

Elektronisches Messgerät zur Ermittlung von Horizontal- und Vertikalwinkel, sowie von Distanzen mit Hilfe eines Infrarotlaserstrahles. Die Distanzmessung wird dabei sowohl reflektorlos als auch mit Reflektor unterstützt.

### Tablet-PC

Ein Tablet-PC ist eine von Microsoft definierter Standard für stiftbediente Notebooks. Tablet-PCs können durch Stiftbewegungen auf dem Bildschirm bedient werden. [Computerbase05]



### VBA (Visual Basic for Applications)

VBA ist eine auf Visual Basic basierende objektorientierte Makroprogrammiersprache. Innerhalb von AutoCAD ermöglicht VBA die Steuerung von Arbeitsabläufen. Über die ActiveX-Automatisierungsschnittstelle wird eine Kommunikation zwischen der VBA-Anwendung und den AutoCAD-Objekten ermöglicht.

### XML (eXtensible Markup Language)

Standard zur Erstellung strukturierter, maschinen- und menschenlesbarer Daten. XML definiert dabei den grundsätzlichen Aufbau solcher Daten, der für den spezifischen Anwendungsfall jedoch weiter spezifiziert werden muss. Es ist somit ein Standard zur Definition von beliebigen, in ihrer Grundstruktur jedoch stark verwandter Auszeichnungssprachen. [Wikipedia05]

## Anhang B - Abbildungsverzeichnis

### Kapitel 2

Abb. 2-1	Darstellung in Genauigkeitsstufe I, M. 1:100 (links) und Genauigkeitsstufe II, M. 1:50 (rechts) [In: Eckstein99, S. 17] .....	9
Abb. 2-2	Darstellung in Genauigkeitsstufe III, M. 1:50 (links) und Genauigkeitsstufe IV, M. 1:25 (rechts) [In: Eckstein99, S. 17] .....	10
Abb. 2-3	Unterschied zwischen Kettenmaßen (links) und additiven Maßen (rechts) .....	14
Abb. 2-4	polares Anhängen .....	15
Abb. 2-5	räumlicher Vorwärtsschnitt .....	16
Abb. 2-6	Flächenschnitt .....	16
Abb. 2-7	Prinzip der Stereoskopischen (links) und Mehrbildphotogrammetrie (rechts) .....	18
Abb. 2-8	Prinzip der Einbildphotogrammetrie .....	18

### Kapitel 3

Abb. 3-1	Allplan Metric – computergestütztes Handaufmaß mit Verwaltung externer Bestandsdaten .....	23
Abb. 3-2	ArCon – aus Maxmess exportiertes Gebäudemodell .....	25
Abb. 3-3	Allplan – aus Maxmess exportierte 3d-Liniengrafik und mit Ausbauflächen versehene Raumobjekte .....	26
Abb. 3-4	Allplan – Mit dem Befehl Raum-Autowand automatisch erstellte Wände anhand von Raumobjekten .....	26
Abb. 3-5	Vitruvius – bauteilorientiertes tachymetrisches Bauaufmaß.....	28
Abb. 3-6	Vitruvius – 3D Schnittdarstellung eines Gebäudemodells [In: Vitruvius04] .....	30
Abb. 3-7	TachyCAD - zweidimensionale Grundriss-, Schnitt- und Ansichtsebene innerhalb einer tachymetrisch gemessenen dreidimensionalen Punktmenge [T. Ruprecht und J. Braunes: Aufmaß Marienstraße 10, Weimar].....	31
Abb. 3-8	TachyCAD – aus 2D-Liniengrafik erstellte Flächenliste zur Verwaltung nichtgrafischer Daten [T. Ruprecht und J. Braunes: Aufmaß Marienstraße 10, Weimar].....	32

Abb. 3-9	TachyADT – beide Wandseiten können nacheinander tachymetrisch eingemessen werden [In: Braunes04] .....	33
Abb. 3-10	Hylas FM – strukturierte Abbildung grafischer, und nichtgrafischer Daten zweidimensionaler Gebäudegrundrisse .....	34
Abb. 3-11	Hylas FM – aus der Strukturansicht erzeugtes Bauteilmodell.....	35
Abb. 3-12	ElcoTheo ADT-Tools – Beispieldialogboxen zur Messung von Wänden und Fenstern [In: PMS04] .....	36
Abb. 3-13	Gegenüberstellung der getesteten Programme.....	38

## Kapitel 4

Abb. 4-1	Arbeitsmittel für das Bauaufnahmemodul – Tachymeter, Notebook und Laserdistanzmesser (v. li. n. re.) .....	43
Abb. 4-2	Bauaufnahmemodul - Projektdatenblatt .....	44
Abb. 4-3	Bauaufnahmemodul – Einstellungen für Bauabschnitte und Geschosse (links), sowie Gebäudemodule und Elemente (rechts) .....	44
Abb. 4-4	Bei der Steuerung der Geschossebenen über den Projektnavigator geht der übergeordnete Koordinatenbezug verloren.....	46
Abb. 4-5	Bei der Steuerung der Geschossebenen innerhalb der Gebäudemodule mittels BKS ist der übergeordnete Koordinatenbezug gewährleistet .....	46
Abb. 4-6	Bauaufnahmemodul – Abbildung der Objekte der aktuellen Zeichnung in der Strukturansicht .....	47
Abb. 4-7	Bauaufnahmemodul – Erweiterte Dialogbox zur Erstellung von Räumen.....	50
Abb. 4-8	Schema – Ausgleich nichtparalleler Wandoberflächen und Verformungen durch Modifikatoren (links); Segmentierung von Wänden bei mehreren angrenzenden Räumen (rechts) .....	51
Abb. 4-9	Bauaufnahmemodul – Vor- und Rücksprünge im Wandverlauf als 2D-Planmodifikator in Grundriss (links) und Isometrie (rechts).....	52
Abb. 4-10	Bauaufnahmemodul – gekrümmtes Wandbauteil zwischen zwei Raumeckpunkten definiert über einen Bogenpunkt .....	53
Abb. 4-11	definierbare Parameter bei der Erstellung von Räumen über die einfache und erweiterte Dialogbox .....	53

Abb. 4-12	Bauaufnahmemodul – Raum mit hinzugefügter Tür und Fenster .....	54
Abb. 4-13	definierbare Parameter bei der Erstellung von Öffnungen über die einfache und erweiterte Dialogbox .....	55
Abb. 4-14	Bauaufnahmemodul – Raum mit hinzugefügten Stützen und Unterzügen .....	56
Abb. 4-15	definierbare Parameter bei der Erstellung von Tragwerkselementen über die einfache und erweiterte Dialogbox.....	57
Abb. 4-16	Bauaufnahmemodul – Deckenbauteil als Kreuzgewölbe ausmodelliert.....	58
Abb. 4-17	Bauaufnahmemodul – Dialogbox zur Bearbeitung eines Raumes .....	61
Abb. 4-18	ADT 2004 – Bearbeitung einer Wandoberkante über das Eigenschaftsfenster .....	63
Abb. 4-19	Darstellung einer verformten Wand mit Hilfe eines 2D-Planmodifikators, eines Profilmodifikators und eines Körpermodifikators (v. li. n. re.).....	64
Abb. 4-20	ADT 2004 – Darstellungsverwaltung .....	66
Abb. 4-21	Bauaufnahmemodul – In der Darstellungskonfiguration Standard sind die Genauigkeitsstufen der Räume durch unterschiedliche Farben ablesbar.....	67
Abb. 4-22	Bauaufnahmemodul – Darstellung von ein und demselben Bestandsmodell in den Darstellungskonfigurationen Skizze, Stufe I und Stufe II (v. li. n. re.) .....	67
Abb. 4-23	Angestrebte schematische Darstellung der Genauigkeitsstufe Skizze (links) und die derzeitige mögliche Umsetzung im Bauaufnahmemodul (rechts).....	68
Abb. 4-24	Bauaufnahmemodul – in Zeichnung eingefügte Bauteiltabelle.....	70
Abb. 4-25	Bauaufnahmemodul – Bildanhang und Bauschadensschlüssel mit den jeweils dazugehörigen Dokumenten.....	72
Abb. 4-26	Bauaufnahmemodul – Überprüfung einer Punktposition durch eingeblendeten Zielstrahl des Tachymeters und zeitgleicher Koordinatenanzeige innerhalb einer Dialogbox .....	74

## Anhang C - Quellenverzeichnis

### Aadiplan04

*aadiplan – the surveying company*. <http://www.aadiplan.de>, Stand November 2004

### AKThür02

*Auswertung Konjunkturumfrage der Architektenkammer Thüringen Januar 2002*. [http://www.bundesarchitektenkammer.de/Konjunkturumfrage\\_der\\_AK\\_Thueringen\\_Januar\\_2002.pdf](http://www.bundesarchitektenkammer.de/Konjunkturumfrage_der_AK_Thueringen_Januar_2002.pdf)

### Braunes04

Braunes J. und D. Fehlhaber: *Tachymetrische Bestandserfassung mit bauteilbezogenen CAAD-Systemen (ADT 3.3 + TachyCAD)*. Belegarbeit im Lehrgebiet CAE im Planungsprozess an der Professur Informatik im Bauwesen der Bauhaus-Universität Weimar, 2004

### CAD04

*Foren auf CAD.de*. Autocad mit VBA programmieren, <http://ww3.cad.de/cgi-bin/ubb/forumdisplay.cgi?action=topic&forum=Autocad+VBA&number=259>, Stand November bis Januar 2004

### CCES04

*competence center für engeneering surveying*. <http://www.cces.de>, Stand November 2004

### Computerbase05

*Computerbase Lexikon*. <http://www.computerbase.de/lexikon>, Stand Februar 2005

### Cramer93

Cramer, J.: *Handbuch der Bauaufnahme – Aufmaß und Befund*. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1993

### Degen01

Degen, C.: *Das Praxisbuch zu AutoCAD 2002 – Vom Projektplan zum 3D-Modell; von der Zusammenarbeit in Planungsteams und Erweiterungen in AutoLISP und VBA*. SmartBooks Publishing AG, Kilchberg, 2001

### DIN1356-6

DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: *DIN 1356-6 - Technische Produktdokumentation Bauzeichnungen, Teil 6 – Bauaufnahmezeichnungen, Entwurf*. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2003

**DIN277**

DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: *DIN 277 Teil 2 - Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau, Gliederung der Nutzflächen, Funktionsflächen und Verkehrsflächen (Netto-Grundfläche)*. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1987

**Donath03**

Donath, D.: *Die Auseinandersetzung mit dem Bauwerk – Notwendigkeiten im Planen und Bauen*. In: Schriften der Bauhaus-Universität Weimar, Revitalisierung von Bauwerken, Veröffentlichung des Sonderforschungsbereiches 524 „Werkstoffe und Konstruktionen für die Revitalisierung von Bauwerken“, 2002/2003 in der 2. Förderperiode; pp. 123-131, <http://infar.architektur.uni-weimar.de/infar/deu/forschung/public/>

**Dummer04**

Dummer K. und M. Huth: *AutoCAD programmieren mit VBA- Einführung, Anwendung, Referenz*. Addison Wesley Verlag, München, 2004

**Eckstein99**

Eckstein, G.: *Empfehlungen für Baudokumentationen – Bauaufnahme, Bauuntersuchung – Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Arbeitsheft 7*. Konrad Theiss Verlag GmbH, Stuttgart, 1999

**Fehlhaber05**

Fehlhaber D.: *Kosten-/Risiko-Analyse-System für Sanierungsprojekte*. Diplomarbeit an der Fakultät Architektur der Bauhaus-Universität Weimar, 2005

**GIB04**

*Geodäsie im Bauwesen – Ruhr-Universität Bochum*. <http://www.ruhr-uni-bochum.de/geodaesie>, Stand November 2004

**Glossar05**

*ARCHmatic-Glossar und –Lexikon*. <http://www.glossar.de>, Stand Februar 2005

**Heiliger94**

Heiliger, R.: *Architektur Vermessung*. In: *Der Vermessungsingenieur*, Zeitschrift des Verbandes Deutscher Vermessungsingenieure, 45. Jg., H. 5, Druck- und Verlagshaus Chmielorz GmbH, Wiesbaden-Norderstadt, 1994, S.197-200

**Heiliger00**

Heiliger, R.: *Architektur Vermessung, Erfassen und Dokumentieren von Gebäuden, Grundlagen für das Planen im Bestand und Facility Management*. Druck- und Verlagshaus Chmielorz GmbH, Wiesbaden-Nordenstadt, 2000

**IDW04**

*Informationsdienst Wissenschaft – IFC-kompatible Gebäudemodelle durch Laserlinienscanner*. <http://idw-online.de/pages/de/news4674>, Stand November 2004

**Ingenierteam2-04**

*IngenieurTEAM2 – Büro für Architektur-Vermessung und Software Entwicklung*. <http://www.ingenierteam2.com>, Stand November 2004

**Leica05**

*Leica Geosystems*. [http://www.leica-geosystems.com/cpd/de/support/lgs\\_4878.htm](http://www.leica-geosystems.com/cpd/de/support/lgs_4878.htm), Stand Februar 2005

**Maxmess04**

*Maxmess – das elektronische Handaufmaß*. <http://www.maxmess.de>, Stand November 2004

**Kubit04**

*Kubit GmbH – Software für Vermessung und Datenerfassung*. <http://www.kubit.de>, Stand November04

**Petzold01**

Petzold, F.: *Computergestützte Bauaufnahme als Grundlage für die Planung im Bestand*. Dissertation an der Fakultät Bauingenieurwesen der Bauhaus-Universität Weimar, 2001

**Petzold03**

Petzold, F. und K. Wender, D. Donath, U. Weferling: *Das Bauwerk als Informationscontainer in den frühen Phasen der Bauaufnahme – Ausgangspunkt für Projektentwicklung und Entwurfsformulierung*. In: Gürlebeck, K., Hempel, L., Könke, C. (Hrsg.), IKM 2003 proceeding CDROM Ausgabe, Weimar, 2003, <http://infar.architektur.uni-weimar.de/infar/deu/forschung/public/>

**PMS04**

PMS Photo Mess Systeme AG. <http://www.elcovision.com>, Stand November 2004

**Schmidt89**

Schmidt, W.: *Das Raumbuch als Instrument denkmalpflegerischer Bestandsaufnahme und Sanierungsplanung – Arbeitsheft 44, Bayrisches Landesamt für Denkmalpflege*. Karl M. Lipp Verlag, München, 1989

**TheoCAD04**

TheoCAD – 3D Aufmaßsystem. <http://www.theocad.de>, Stand November 2004

**Vitruvius04**

VITRUVIUS GmbH – *Gebäudedatenerfassung in 3D*. <http://www.vitruvius.de>, Stand November 2004

**Wangerin92**

Wangerin, G.: *Bauaufnahme – Grundlagen, Methoden, Darstellung*. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1992

**Weferling01**

Weferling U. und K. Heine, U. Wulf: *Von Handaufmass bis High Tech – Messen, Modellieren, Darstellen, Aufnahmeverfahren in der historischen Bauforschung*. Interdisziplinäres Kolloquium vom 23.-26. Februar 2000, veranstaltet von den Lehrstühlen für Baugeschichte und Vermessungskunde der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, Verlag Philipp von Zabern, Mainz, 2001, <http://infar.architektur.uni-weimar.de/infar/deu/forschung/public/>

**Weferling01-2**

Weferling U.: *Bauaufnahme als Modellierungsaufgabe*. Dissertation an der Fakultät für Architektur, Bauingenieurwesen und Stadtplanung der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, 2001

**Weferling03**

Weferling, U. und F. Petzold, D. Donath: *Neue Techniken in der Bestandserfassung*. Veröffentlichung an der Bauhaus-Universität Weimar, Weimar, 2003, <http://infar.architektur.uni-weimar.de/infar/deu/forschung/public/>

**Wikipedia05**

Wikipedia – *Die freie Enzyklopädie*. <http://de.wikipedia.org>, Stand Februar 2005



## Anhang D - Inhalt CD

### Ordner Programm

Der Ordner enthält die Installationsdateien des Prototypen CiBA sowie das *CiBA-Vorlageprojekt* und den Projektordner *Hauptgebäude BU-Weimar* als Beispiel einer Bestandserfassung unter Verwendung des Prototypen.

### Ordner Website

Hier finden sich die Daten zur Web-Seite der vorliegenden Diplomarbeit.

### Ordner Dokumente

Der Ordner enthält die vorliegende Arbeit im PDF-Format als Druckvorstufe und web-optimiert. Darüber hinaus findet sich hier die Nutzerdokumentation und der Quellcode des Prototypen CiBA, sowie das Poster und das Thesenpapier im PDF-Format.

## Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit zum Thema

### **Computergestützte Bestandserfassung mit bauteilorientierten CAAD-Systemen**

selbständig und nur unter Zuhilfenahme der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe.

Weimar, den 28.02.2005

.....  
Dipl. Kand. Jörg Braunes