

Das digitale Bauwerksmodell

Struktur und Potential eines auf CAD basierenden Informationssystems für die Architekturbestandsdokumentation

DI Dr. Erwin Heine
Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation
Universität für Bodenkultur Wien

Kurzfassung

Die Schwierigkeiten in der Aufnahme und digitalen 3D-Präsentation komplexer Bauwerke liegen in der Bestimmung, Abgrenzung und Strukturierung einzelner Architekturelemente.

Durch den Übergang von den in der Architekturanalyse üblichen „Masse“-Elemente auf deren sichtbare Grenzflächen und somit auf „Raum“-Elemente konnte eine Dokumentationsform entwickelt werden, die ein Bauwerk über architektonische Elemente in hierarchisch strukturierter Form eindeutig zu beschreiben vermag und den Grundkriterien eines 3D-GIS entspricht.

Durch die Transformation der hier entwickelten hierarchischen Architekturelementegliederung in GIS-Datenstrukturen wurde ein bedeutendes Werkzeug zur Bauwerksanalyse geschaffen, das elementespezifische Abfrage in beliebig komplexer Form erlaubt.

1 Einleitung und Zielsetzung

Ein „*digitales Bauwerksmodell*“ ist ein im Computer erstelltes dreidimensionales detailgenaues Abbild eines Bauwerkes, in welchem die architektonischen Elemente exakt erfaßt und hierarchisch strukturiert sind (Heine, 1997).

Der zentrale Punkt eines solchen Systems ist jedoch nicht die Präsentationskomponente sondern das Datenmodell.

In seiner Eigenschaft als abstraktes Abbild der realen Welt hat es eine größere - weil langfristige - Bedeutung.

Es beeinflusst die Speicherungsstrategie und das Spektrum der möglichen Anwendung.

Im Falle von Bestandsobjekten mit komplexer, teilweise verfallener Architektur liegen die Schwierigkeiten einer solchen Modellbildung im Fehlen der notwendigen Abstraktionsalgorithmen. Als Fallbeispiel dazu diente ein Großbauwerk der Maya-Kultur in Mexiko, der *Palast* von Santa Rosa Xtampak.

Es war nun das Ziel ein Verfahren zur systematischen Beschreibung des architektonischen Bestand durch hierarchisch strukturierte Architekturelemente zu entwickeln und dieses in ein Datenbanksystem zu übertragen.

Dabei ergab sich folgender Ablauf:

- Abstraktion des Realbestandes durch Definition und Gliederung architektonischer Elemente
- Formalisierung dieses Abstraktionsmodells und Bildung von Datenschemata
- Entwicklung einer allgemeingültigen Programmstruktur zur Generierung des digitalen Bauwerksmodells im CAD-System AutoCAD.

Bezogen auf die Intention dieser Arbeit, ein Dokumentationsprinzip für die in der Dokumentation und Erforschung der Architektur tätigen Wissenschaftler, wie Architekten oder Kunsthistoriker zu bieten, erfolgte die Modelldatenverwaltung nicht über externe Datenbanken sondern in der CAD-systemeigenen Datenbank.

2 Entwicklung des Grenzflächenmodells

2.1 Abstraktion und Strukturierung des realen Objekts

2.1.1 Architektonische Elemente

In Anlehnung an die Architekturtheorie wird unter einem *architektonischen Element* eine charakteristische Einheit verstanden, die Teil der Architektur ist.

Architektonische Elemente werden in die drei Hauptkategorien Masse, Raum und Fläche eingeteilt, welche wiederum in mehrere Ebenen gegliedert sind.

Die Schwierigkeiten bei der Systematisierung von Bestandsobjekten liegen vor allem in der Abgrenzung und Unterteilung der einzelnen Masse-Elemente. Viele Bauwerke wurden in einem Zeitraum von bis zu 500 Jahren und 20 Hauptbauphasen oder mehr errichtet und machen insofern eine strukturierte Aufgliederung in einzelne Masse-Elemente unmöglich (*Hohmann und Vogrin, 1982*).

Da für eine hierarchische Modellierung im Computer eine strukturierte Gliederung aber unbedingt erforderlich ist, mußte für die Dokumentation von Bestandsobjekten eine neue Elementedefinition entwickelt werden (Tabelle 1).

Elemente 1.Ordnung		Elemente 2.Ordnung	
Masse-Elemente	Freiräume	Masse-Elemente	Innenräume
Grenzflächen	Räume	Grenzflächen	Räume
Sockelbauten	Platz	Abstufungen	Hallen
Gebäude	Hof	Treppenanlagen	Raumzellen
Monumente	Dammweg	Fassaden	Grabkammern
Freistehende Mauer	Terrasse	Plattformen	Treppenhäuser
			Verbindungsräume

Elemente 3.Ordnung			Elemente 4.Ordnung
Masse-Elemente		Kleinsträume	Masse-Elemente
Grenzflächen		Räume	Grenzflächen
Dachabschlüsse	Großstufen	Nischen	Bauskulptur
Decken / Gewölbe	Kleinstufen	Seilhalter	Material
Wände	Stützen (Säulen, Pfeiler)	Löcher (Gewölbebalken-)	
Böden	Rampen		

Tabelle 1: Gliederung der architektonischen Elemente von Maya-Bauwerken:
 2. Tabellenzeile (= Nomenklatura der Architekturanalyse) und entspricht der
 3. Tabellenzeile (= Nomenklatura des Bauwerkmodells)

Die Definition des Bauwerke-Modells erfolgt dabei nicht über die Masse-Elemente des Bauwerkes, sondern über deren freiliegende Grenzflächen (Tabelle 1).

Dabei definieren die Grenzflächen der niedrigeren Ordnung jeweils ein Masse-Element derselben Ordnung oder ein Raumelement der höheren Ordnung.

Je nachdem, welche Seite der Fläche als außen beziehungsweise als innen definiert ist, kann die Grenzfläche einmal zur Beschreibung des Masse-Elementes und einmal zur Beschreibung des von ihm gebildete Raumelementes benutzt werden.

Objektdefinition

Zur Beschreibung eines Bauwerkes wird dieses nun sukzessive in die in Tabelle 1 angeführten architektonischen Elemente aufgegliedert. Beginnend mit der Aufteilung in Elemente 1.Ordnung werden die daraus resultierenden Elemente Schritt für Schritt in die Bestandteile der nächstniedrigeren Ordnung zerlegt.

Die unterste Ebene der Architektur-Gliederung stellen die Elemente der 4.Ordnung dar. Masse-Elemente der 3.Ordnung (Wände, etc.) werden in dieser Ebene in Bereiche verschiedener Baumaterialien und Bauskulpturen aufgeteilt.

Die Unterteilung der Räume endet bereits in der 3.Ebene mit den 'Kleinräumen', da es in diesem Fall kaum Sinn macht, die im Baumaterial eingeschlossenen Hohlräume geometrisch zu beschreiben.

Als Beispiel solcher 'Kleinräume' seien die als 'Seilhalter' bezeichneten Hohlräume in den Masse-Elementen der 3.Ordnung genannt (Abb. 1a). Dabei sind Steine so skulptiert, daß sie im eingebauten Zustand nach außen hin zwei kleine Öffnungen aufweisen, die im Inneren der Mauer miteinander verbunden sind.

Da Räume, wie bereits vorne ausgeführt, über die Grenzfläche der anliegenden Masse-Elemente bestimmt werden, werden für Räume der 3.Ordnung Masse-Elemente der 4.Ordnung zur Definition verwendet. Im vorliegenden Fall ist diese einen Kleinraum bildende (Masse-)Grenzfläche der Gruppe 'Bauskulptur' zugeordnet (Abb. 1b).

Im allgemeinen wird man aufgrund der geringen Größe von 'Kleinräumen' keine Untergliederung der 'Kleinraum'-Grenzflächen durchführen.

Analog zu den 'Gewölben', die auch nicht in 'Gewölbefläche'-„links“ und 'Gewölbefläche'-„rechts“ unterteilt werden, wird man die Grenzfläche eines 'Seilhalters' in der Wand auch nicht in 'Bauskulptur'-„Seitenfläche1“ und 'Bauskulptur'-„Seitenfläche2“ und so weiter zerlegen, sondern als eine Grenzfläche ansehen und somit auch über ein einziges Masse-Element 'Bauskulptur'-„Seilhalterfläche“ definieren.

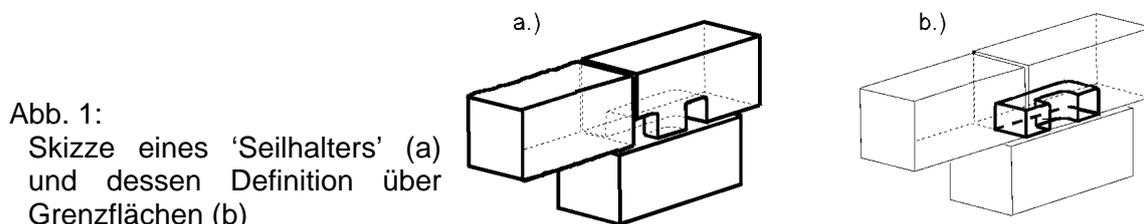


Abb. 1:
Skizze eines 'Seilhalters' (a)
und dessen Definition über
Grenzflächen (b)

Mit diesem Verfahren ist eine Bestandsobjektgliederung gelungen, die eine bis ins kleinste Detail reichende hierarchische Strukturierung in architektonische Elemente erlaubt (Abb. 2).

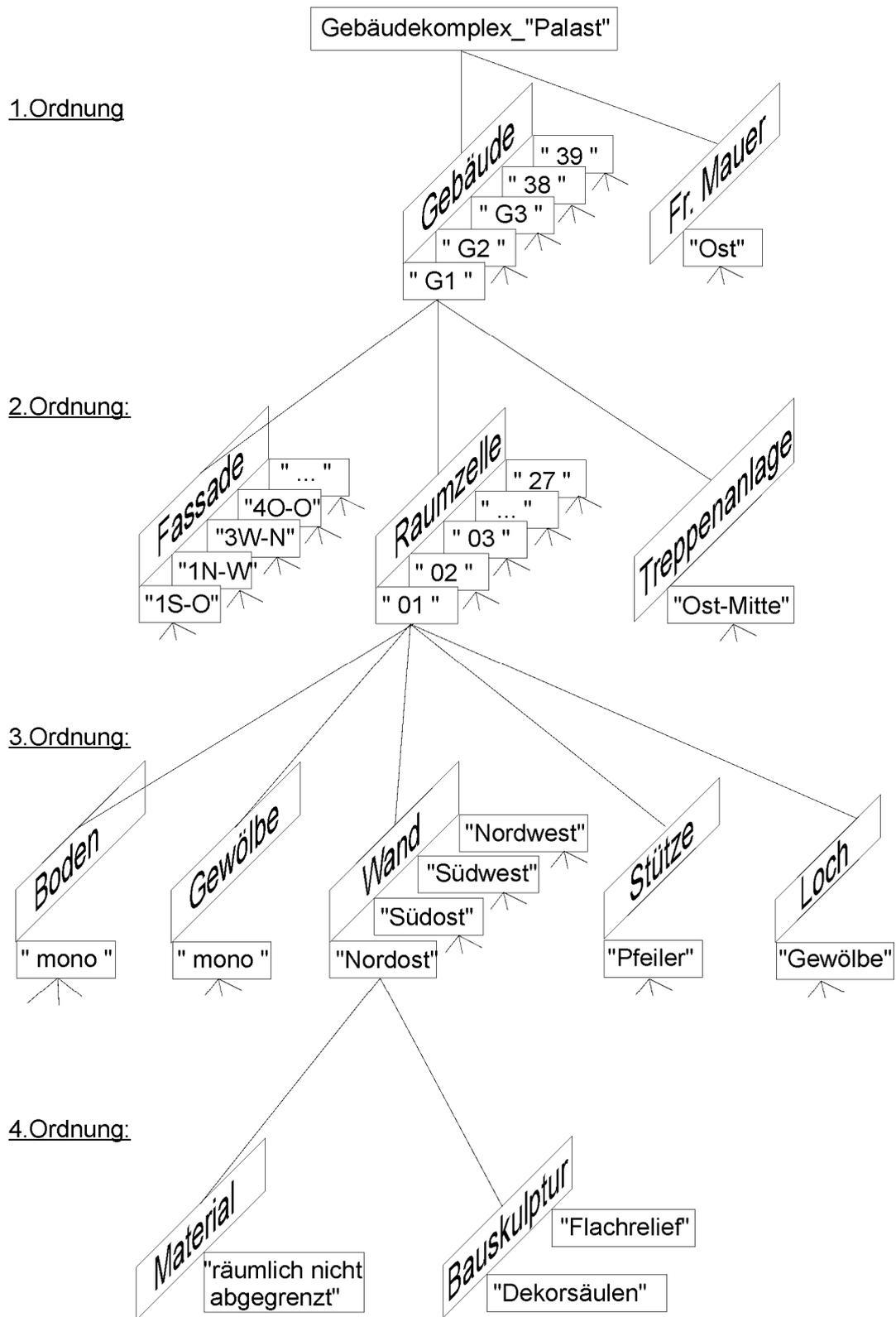


Abb. 2: Struktur der Bauwerksdefinition über architektonische Elemente:
Definition der Nordostwand von Raum_01 im 1. Geschoß des Palastes

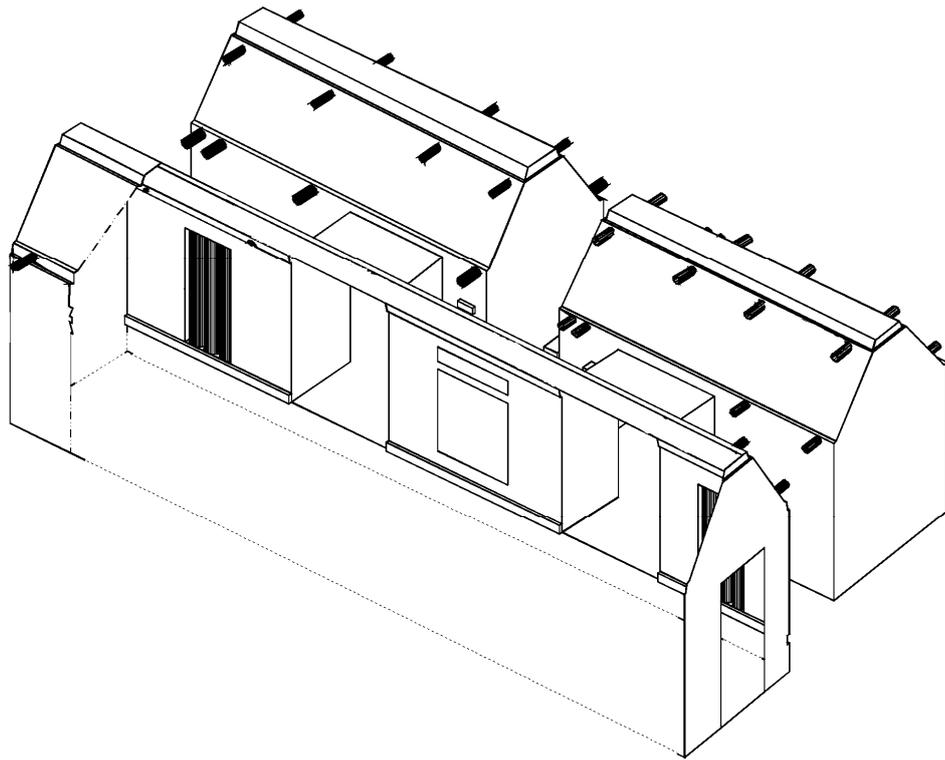


Abb. 3a: Bauwerkmodell der Raumzelle 01 (mit Nordostwand), sowie 02 und 03

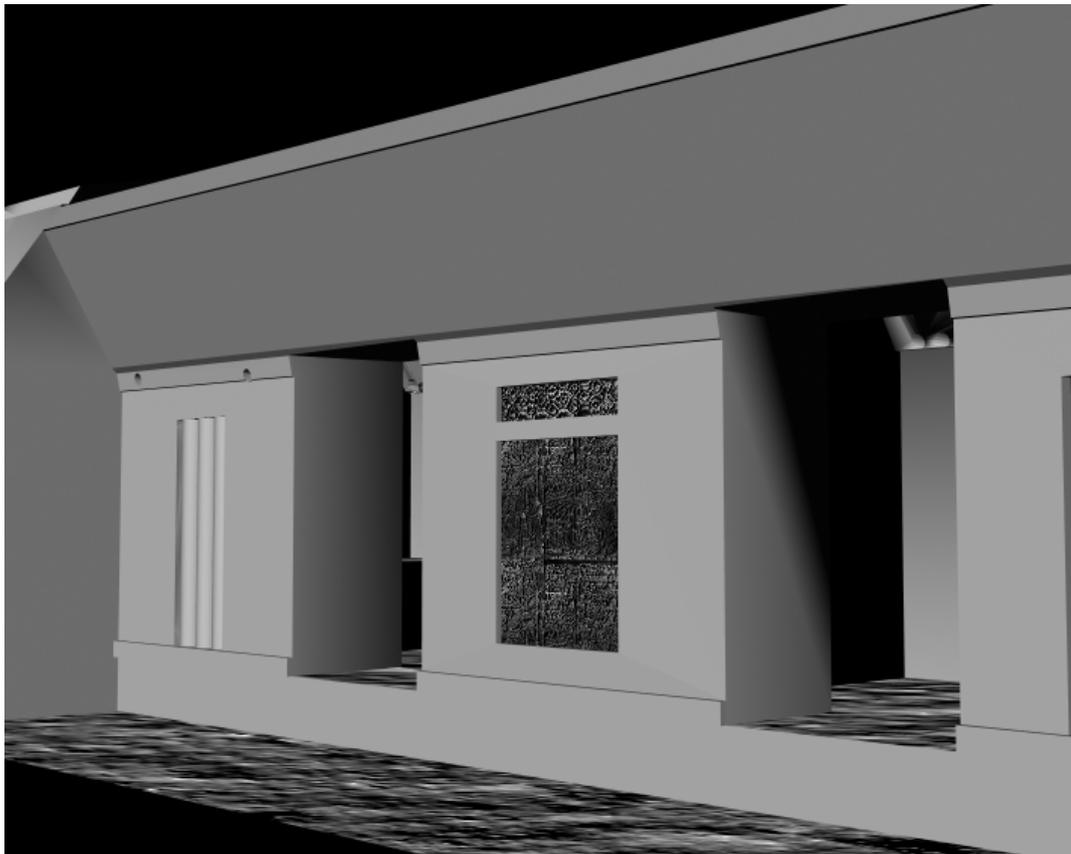


Abb. 3b: Gerenderte Szene: Nordostwand mit Dekorsäulen und Flachrelief-Implantat

2.1.2 Zusatzinformationen

Beschreibende Informationen zur Architektur

Außer den in Elemente der ersten bis zur vierten Ordnung eingeteilten architektonischen Informationen enthält eine umfassende Architektur-Bestandsbeschreibung noch weitere ergänzende Informationen. Dazu sind vorallem entzerrte Detailaufnahmen, Detailskizzen oder verbale Beschreibungen zu zählen. Dabei ist weniger der Raumbezug als der thematische Informationsgehalt von Bedeutung; die Geometrie dient in diesem Fall nur als Koordinationsstelle (*Cooper et al., 1992*).

Dokumentationsspezifische Zusatzinformationen

Neben historisch besonders wertvollen Informationen sind es die im Zuge des Aufnahmeprozesses aufgezeichneten Daten, die in vielfältiger Form den Informationsgehalt einer Dokumentation zu ergänzen vermögen. Dazu zählen vor allem die den Datenerfassungsprozeß begleitenden photographischen Aufnahmen, Anmerkungen zum Verfallsgrad oder Verweise auf weiterführende Arbeiten.

Die Definition von Beziehungen und Bedingungen in Bezug auf die Architektur und der sie beschreibenden Informationen ermöglicht somit eine strukturierte Abstraktion des Realbestandes (Abb. 2 und 3). Das Ergebnis ist ein Modell, das sämtliche Informationen der Bauaufnahme beinhaltet und aufgrund der gegebenen Systematik „computer-modulierbar“ ist.

2.2 Formalisierung und Datenorganisation

2.2.1 Architekturelemente

Bezogen auf die Datenstruktur von CAD-Systemen ergibt sich für die Datenorganisation eine primäre Gliederung in zwei Datentypen: die Objektdaten (graphischen Daten) und die auf sie bezogenen Attribute (nichtgraphische Daten). Diese Struktur und ihre formalen Bedingungen bilden das Modellschema, in das die Informationen des abstrahierten Modells transformiert werden (Abb. 4). Die Objektorientiertheit von CAD-Systemen und die vorliegende hierachische Strukturier der architektonischen Elemente ermöglichen nun den Aufbau einer Modellstruktur.

Bezogen auf die Datenstrukturierung der Informationen der Bestandsdokumentation bedeutet dies, daß

- die *Geometrie* durch die metrisch/topologischen Informationen des architektonischen Elements,
- die *Objektklassifikation (semantische Kennzeichnung)* durch Ordnung und Typ des architektonischen Elements und
- die *Objektidentifikation* durch den Namen oder die Nummer des Elements definiert ist (Abb. 4).

Abstrahiertes Modell der Wirklichkeit	Datenstruktur und Modellaufbau im CAD-System	
Architektonisches Element:	Graphische Daten	
Metrisch \ topologische Informationen aus Bauaufnahme	Objektgeometrie	Objekt aus graphischen <i>Primitiven</i>
Ordnung und Typ des Elements	Objektklassifikation	{ Gruppe { Objektname (Surrogat) Name } }
Name des Elements	Objektidentifikation	

Abb. 4: Datenstruktur nach Formalisierung der Architekturelementinformationen

Die aus graphischen Grundelementen (*Primitiven*) zusammengesetzten Objekte bilden die unterste Stufe der Modellstruktur (*Davies et al., 1991*) und repräsentieren die architektonischen Elemente der jeweils untersten Ebene. Analog zum Primärmodell ergeben sich die nächsten Ebenen aus Zusammenfassung der jeweils unteren.

Die Kombination von Objektklassifikatoren und Objektidentifikatoren ergibt für jedes Objekt einen eindeutigen Schlüssel, *Surrogat* genannt. Unabhängig davon, welche Methode zur semantischen Kennzeichnung gewählt wird, gewährt der Schlüsselbegriff in Form des Gruppennamens, des Layernamens, usw. die eindeutige Identifikation des Objekts (Abb. 5).

2.2.2 Zusatzinformationen - Attribute

Wiederum bezogen auf die Zusatzinformationen der Bestandsdokumentation bedeutet dies, daß die „Beschreibende Informationen zur Architektur“ und die „Dokumentationsspezifischen Zusatzinformationen“ in Form von zwei getrennten Attributgruppen mit den CAD-Objekten verknüpft werden (Abb. 6).

Abstrahiertes Modell der Wirklichkeit	Datenstruktur und Modellaufbau im CAD-System	
Ergänzende Informationen:	Nichtgraphische Daten	
Beschreibende Informationen zur Architektur	Objektcharakteristik	Attributgruppe 1
Dokumentationsspezifische Zusatzinformationen		Attributgruppe 2

Abb. 6: Datenstruktur nach Formalisierung der ergänzenden Informationen

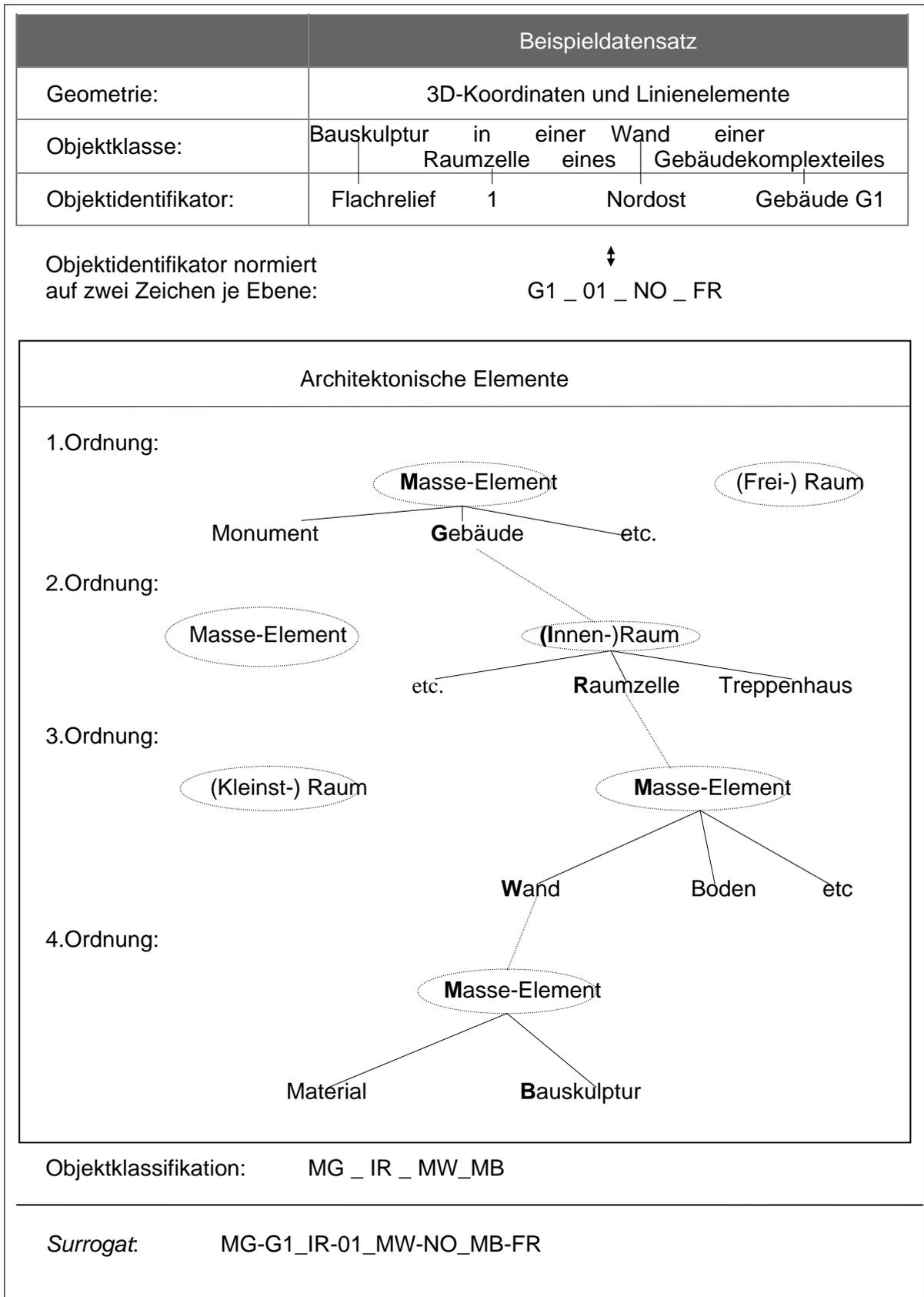


Abb. 5: Bildung des eindeutigen Objektschlüssels (*Surrogat*) am Beispiel des Architekturelements 'Bauskulptur'-'Flachrelief'

3 Generierung des digitalen Bauwerkmodells

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die für die Generierung des digitalen Bauwerkmodells notwendigen Informationen und Voraussetzungen festgelegt: Dabei wird

- der Modellinhalt durch die systematische Unterteilung des realen Objekts in architektonische Elemente verschiedener Ordnung und die Gliederung der ergänzenden Dokumentationsinformationen definiert ;
- die Modellstruktur durch die Einteilung der Daten in graphische Daten, die ihnen zugeordneten Attribute und die jeweils entsprechenden Surrogate festgelegt;

Aufbauend auf diesen Informationen wird in diesem Kapitel die für die Bestandsdokumentation entwickelte Methodik der CAD-Modellbildung besprochen.

Dabei geht darum, welche der vom CAD-System angebotenen Formen am sinnvollsten zur Objektgruppierung verwendet werden, wie die Verwaltung der einzelnen architektonischen Elemente im Modell erfolgt oder wie die verschiedenen Datentypen (Primärdaten, Flächenmodell, etc.) im Gesamtmodell organisiert werden.

3.1 Datenimport

3.1.1 Grafische Daten der architektonischen Elemente

Die im Dokumentationsprotokoll oder im Datenfile der Bauaufnahme enthaltene Schlüsselinformation (Surrogat) definiert dabei den Kern des Layernamens, dem diese Daten zugeordnet werden (Abb. 5). Der zweite Teil des Layernamens besteht aus der Erweiterung „_BA“ und klassifiziert dadurch diesen Layer als Basisdatenlayer (Beispiel Flachrelief in Wandfläche: MG-G1_IR-01_MW-NO_MB-FR_BA).

Auf diesen Layer werden in der Folge alle diesem architektonischen Element zuzuordnenden graphischen Informationen gespeichert.

Das Ergebnis des Grafikdatenimportes ist ein Drahtmodell, bestehend aus Punkten, Linien und Symbolen, die auf n thematische Ebenen aufgeteilt sind. Dabei entspricht n der Anzahl der in der Dokumentationsplanung und der nachfolgenden Bestandsaufnahme bestimmten architektonischen Elementen.

3.1.2 Zusätzlichen Informationen - Attribute

Diese früher als Attributinformationen oder auch nichtgraphische Daten bezeichneten Informationen (Abb. 6) können im Fall der hier entwickelten Methodik der Modellbildung auch von graphischer Natur sein.

Der Datenimport erfolgt dabei analog zu dem der architektonischen Elemente jedoch mit dem Unterschied, daß in diesem Fall der zweite Teil des Layernamens aus der Layererweiterung „_AT“ besteht (Beispiel: MG-G1_IR-01_MW-NO_MB-FR_AT).

Für die Eingabe von Textdaten ist es auf jeden Fall sinnvoll, diese bereits vor dem Import in das CAD-Modell mit einem Text-Editor zu strukturieren und entsprechend der im CAD-System gewählten Verknüpfungsart (Attribut-Typ) aufzubereiten.

3.2 Modellbildung

3.2.1 Architektonische Elemente

Konstruktion

Drahtmodell

Der erste Schritt in der Rekonstruktion eines Objektes in Form eines virtuellen Computermodells besteht im Aufbau eines Liniengerüsts, dessen Kanten die Struktur des Objekts definieren (*Hanke und Ebrahim, 1997*). Ausgehend von den auf dem Basisdaten-Layer (siehe oben) liegenden Daten werden die Strukturlinien der einzelnen architektonischen Elemente konstruiert.

Flächenmodell

Im nächsten Schritt erfolgt die Definition der architektonischen Elemente durch Auffüllen der Flächen zwischen den Strukturlinien mit Flächenfacetten. Aufgrund der komplexen Geometrie wurden zur Konstruktion keine der von AutoCAD angebotenen vordefinierten Oberflächenobjekte eingesetzt, sondern es wurden sämtliche Oberflächen durch Aneinanderfügen der Basisfacette 3DFACE erzeugt (Abb. 7a).

Da in der hier zum Einsatz kommenden AutoCAD-Basisversion die Konstruktionswerkzeuge die 3D-Modellbildung nur unzureichend unterstützen, wurden viele Standardprozeduren in der systemeigenen Programmiersprache AutoLISP programmiert.

Objektdefinition

Das Ergebnis des Konstruktionsprozesses sind Kombinationen von Flächenfacetten (Abb. 7a), die das architektonische Element beschreiben. Durch Gruppierung der objektbildenden Facetten wird die noch unverknüpfte Kombination zu einer im CAD-System adressierbaren Einheit.

Für die Verknüpfung steht im CAD-System prinzipiell die Bildung eines sogenannten Blockes (Abb. 7b) zur Verfügung. Aufgrund der Nachteile in der Weiterverarbeitung von Blockelementen wurde hier eine neue Form der Objektdefinition eingesetzt, die Fixierung der Objektteile auf einem thematischen Layer (Abb. 7c).

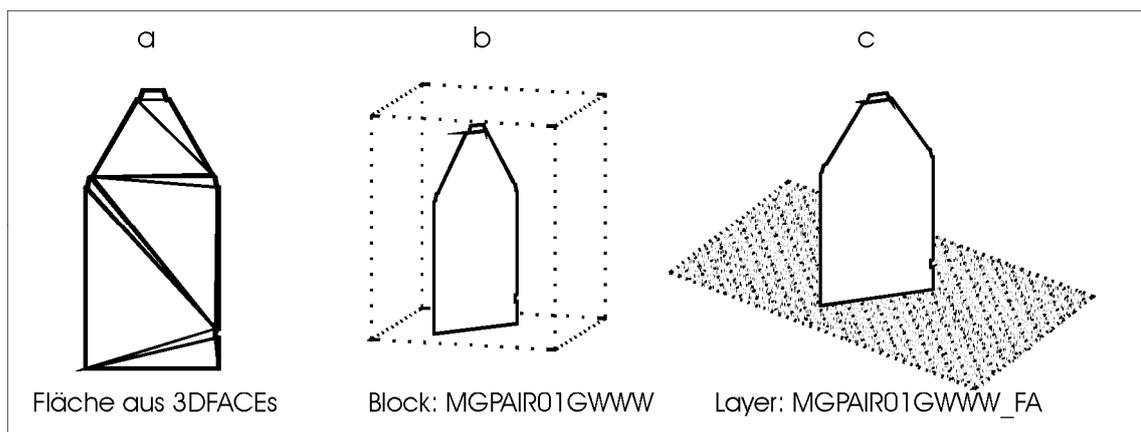


Abb. 7: Objektkonstruktion (a) und Methoden der Objektdefinition (b,c)

In diesem Fall wird der Layernamen in Analogie an den Basis-Layer und den Attribut-Layer mit der Erweiterung „_FA“ gebildet.

Ist die Modellierung des architektonischen Elements abgeschlossen, wird der Layer gesperrt ('LOCK') und ist somit vor ungewolltem Löschen von Informationen geschützt. Will man eine Bearbeitung eines auf dem Layer vorhandenen Objektelements durchführen, so ist nur der *Schalter* 'UNLOCK' zu tätigen, und die Bearbeitung kann getätigt werden.

3.2.2 Zusätzliche Informationen - Attribute

In CAD-Systemen werden im allgemeinen jene Daten, die nicht die Geometrie des architektonischen Elements definieren, als Attribute mit dem Geometrieobjekt verknüpft (Abb. 8a).

Da es sich im vorliegenden Fall aber nicht um Attributinformationen im klassischen Sinn von CAD-System handelt, sondern um zum Teil große Mengen an beschreibenden Informationen, erfolgt die Verknüpfung nicht über das geometrische Objekt an und für sich, sondern über dessen Surrogat.

Dabei wird für jedes architektonische Element ein separater „Attribut“-Layer mit dem Objektsurrogat als Namensbasis angelegt, auf dem die Informationen abgelegt sind (Abb. 8b).

Die Informationen können dabei in Form von AutoCAD-Attributblöcken, sofern es sich um reine Textinformationen handelt, oder als Textdateien (Listen) dem Layer zugeordnet werden.

Diese Verknüpfung von Geometrie und zusätzlicher beschreibender Information über Attributlayer bringt gegenüber der direkten Attributverknüpfung über das Objekt einen weiteren Vorteil mit sich - dem Layer können auch digitalisierte Handskizzen, Photographien, also zusätzliche graphische Information zugewiesen werden.

Für den Fall der Notwendigkeit oder des Wunsches einer weiteren Gliederung der Attributinformationen ist eine hierarchische Untergliederung des Attribut-Layers problemlos durchzuführen.

Durch diesen Modellaufbau werden die Architekturelement-Blöcke beziehungsweise Architekturelement-Layer nicht mit Textattributblöcken belastet und stellen konsistente Einheiten von graphischen Daten dar. Dies gewährt somit eine höhere Flexibilität und gleichzeitig eine geringere Fehleranfälligkeit bei der Manipulation der einzelnen Informationsgruppen im CAD-System oder ganz besonders bei einer Weiterverarbeitung mit Fremdsystemen.

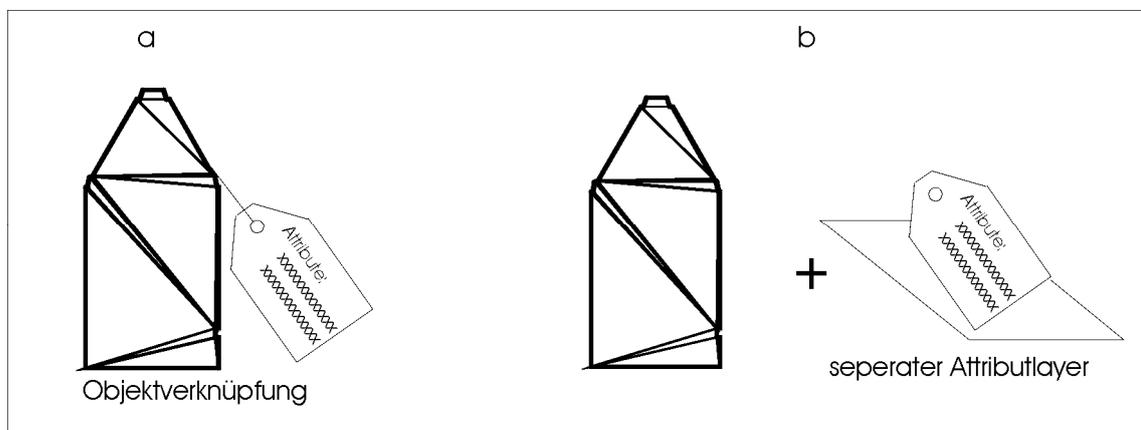


Abb. 8: Verknüpfung von architektonischem Element und Zusatzinformationen

3.3 Datenorganisation

3.3.1 Einzelzeichnung

Die beschriebene Konzeptionierung des digitalen Bauwerkmodells ergibt eine Datenstruktur, die über Surrogate in einfacher Weise verwaltet werden kann.

Die Surrogate sind dabei, wie oben bereits ausgeführt, in hierarchischer Form aufgebaut und greifen in Form von Layernamen in der *Zeichnung* (CAD-Modell) auf die ihnen zugeordneten Informationen zu.

Es ergeben sich somit für jedes architektonische Element drei thematische Ebenen, die die gesamte Dokumentationsinformation beinhalten (Abb. 9): die Basisdaten-Ebene (BA-Layer), die Flächenmodell-Ebene (FA-Layer) und die Attribut-Ebene (AT-Layer).

Der Vorteil dieser Strukturierung in Form von thematischen Ebenen liegt in der Offenheit des Modellsystems bezüglich der weiteren Verarbeitung der Daten.

Wird das Modell beispielsweise in einer Architekturanalyse mit anschließender Rekonstruktion eingesetzt, so können für jedes Forschungsstadium weitere thematische Ebenen eingeführt werden. Diese tragen dann die jeweiligen Informationen wie Analyseergebnisse oder die diversen Rekonstruktionsvarianten.

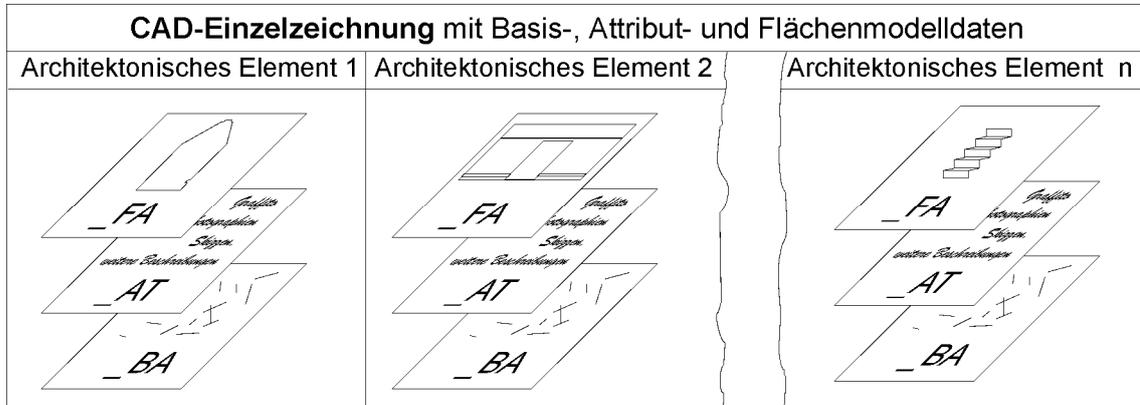


Abb. 9: Verwaltung der verschiedenen Themen der Bestandsinformation über thematisch getrennte Layer (_FA; _AT; _BA) in einer Gesamtzeichnung

3.3.2 Externe Referenzen

Eine Weiterentwicklung des in dieser Methodik eingesetzten Konzepts zur Informationsverwaltung liegt im Einsatz der sogenannten externen Referenzen.

Bezogen auf die Strukturierung der (drei) Datenebenen pro Architekturelement bietet es sich an, die Datenebenen in Einzelzeichnungen zu verspeichern. Ausgehend von einer Hauptzeichnung, etwa der FA-Zeichnung, werden die Zusatzzeichnungen wie AT-Zeichnung und BA-Zeichnung referenziert (Abb. 10).

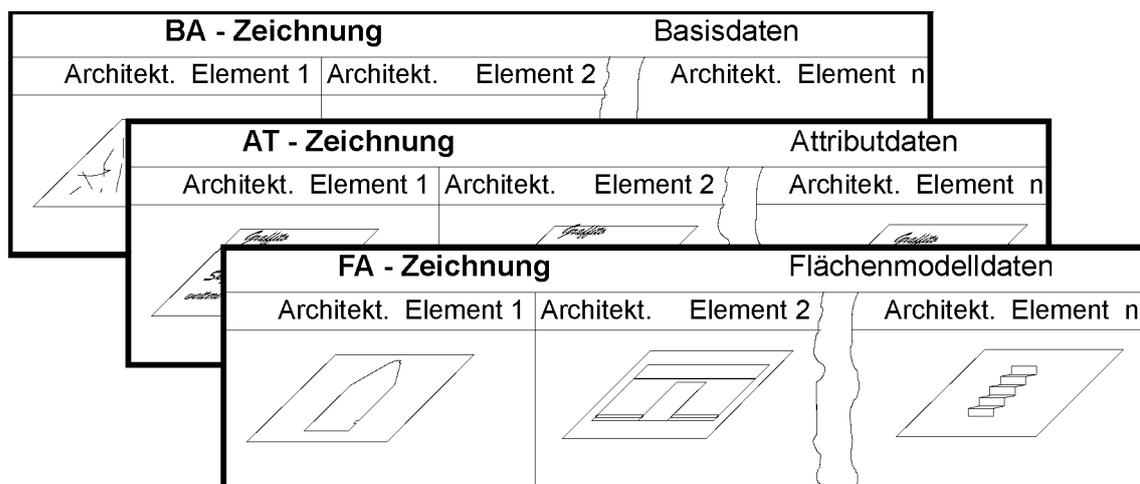


Abb. 10: Prinzip der Verwaltung der verschiedenen Themen der Bestandsinformation über externe Referenzierung von Teilzeichnungen

3.4 Datenverwaltung

Die Aufteilung in FA-, AT- und BA-Zeichnungen und die externe Referenzierung bietet eine elegantere Lösung der Datenverwaltung, bei der die Steuerung durch Aktivieren oder Deaktivieren der entsprechenden Layer bzw. Referenzzeichnungen erfolgt.

Der Aufbau dieser Einzelsurrogate in hierarchisch gegliederter Form (Abb. 5) erlaubt dabei in einfacher Weise die Kreation von Auswahlurrogaten, die dann jeweils auf die gewünschten Teilinformationen des Modells zugreifen. So können beispielsweise alle architektonischen Elemente einer bestimmten Raumzelle oder die Bodenflächen von sämtlichen Raumzellen des Bauwerkes über eine einzige Abfrage selektiert werden.

Durch gezielte Verwendung von Stellvertreterzeichen, wie * oder ?, können auch komplexe Abfragen relativ einfach bearbeitet werden.

Als einfaches Beispiel für eine Layersteuerung sei hier die Selektion der Wandflächen aller Räume des 1. Geschoßes des *Palastes* angeführt. Aus dem Surrogat MG-G1_IR-alle_MW-alle ergibt sich der Layerschlüssel MG-G1_IR-??_MW-*

Realisiert wird diese Verwaltung über selektive Steuerung der Layer durch eine in AutoLISP erstellte Routine ('LAYMANAG').

Dieses Verwaltungsprinzip ist aufgrund des identen Layeraufbaus der Geometrie-, Attribut- und Basis-Zeichnungen für alle Informationsklassen ident. Erfolgt eine Bearbeitung im referenzierten Zustand, so kann bei jeder Auswahl individuell entschieden werden, welche Zeichnungen (Informationsklassen) davon betroffen sind.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß diese Form der Datenstrukturierung im CAD-System die größtmögliche Flexibilität bei der Manipulation und Verwaltung der Bestandsinformationen bei gleichzeitiger Reduzierung der bearbeiteten Datenmengen und somit der erforderlichen Computerressourcen darstellt.

4 Ergebnis und Schlußfolgerung

Der große Vorteil der Bestandsdokumentation in Form des digitalen Bauwerkmodells besteht darin, daß:

- durch die Definition des Bauwerkes über die Grenzflächen der dieses bildenden architektonischen Elemente erstmals eine systematisch Beschreibung komplexer, verfallener Bausubstanz in Form eines hierarchisch aufgebauten Computermodells möglich ist
- axonometrische und perspektivische Darstellungen, die das Erkennen komplexer räumlicher und struktureller architektonischer Zusammenhänge wesentlich erleichtern, direkt verfügbar sind (Abb. 11);
- die gewünschten Pläne für jeden beliebigen Forschungszweck in der entsprechenden Form maßstabsinvariant, einheitlich und vollständig erstellt werden können (Abb. 12)
- Maßanalysen, Bauwerksausrichtungen, Volumsberechnungen, etc. sofort in digitaler Form durchführbar sind ;
- die digitale Verspeicherung des Bestandes eine leichte Manipulation dieser Daten in Form von Ergänzungen und Rekonstruktionen ermöglicht;
- Animations- und Simulationsprogramme einen besonders plastischen und realitätsnahen Eindruck des Objekts vermitteln;
- das digitale Bauwerkmodell gleichzeitig eine vielseitig verwendbare Datenbank und eine Basis für Bestandspräsentationen im Dienste der archäologischen und kulturkundlichen Forschung darstellt.

Das digitale Bauwerkmodell - Ein Paradigmen-Sprung

Es läßt sich zusammenfassend feststellen, daß das digitale Bauwerkmodell nicht nur ein Novum in der Bestandsdokumentation darstellt, sondern daß nach erfolgreicher Lösung des Anfangsproblems unversehens eine Leistungsebene des Systems erreicht wurde, die für die Architekturanalyse eine völlig neue Situation bezüglich Genauigkeit, Leistung, Anwendung und Bedeutung ergibt, einschließlich einer neuen Arbeitskonzeption und Denkweise.

In diesem Sinne kann durch den Einsatz des digitalen Bauwerkmodells in der Architekturanalyse ein Leistungsschub erwartet werden, der eine Wandlung der Theorien und Denkvorstellungen, also einen Paradigmen-Sprung nach sich zieht.

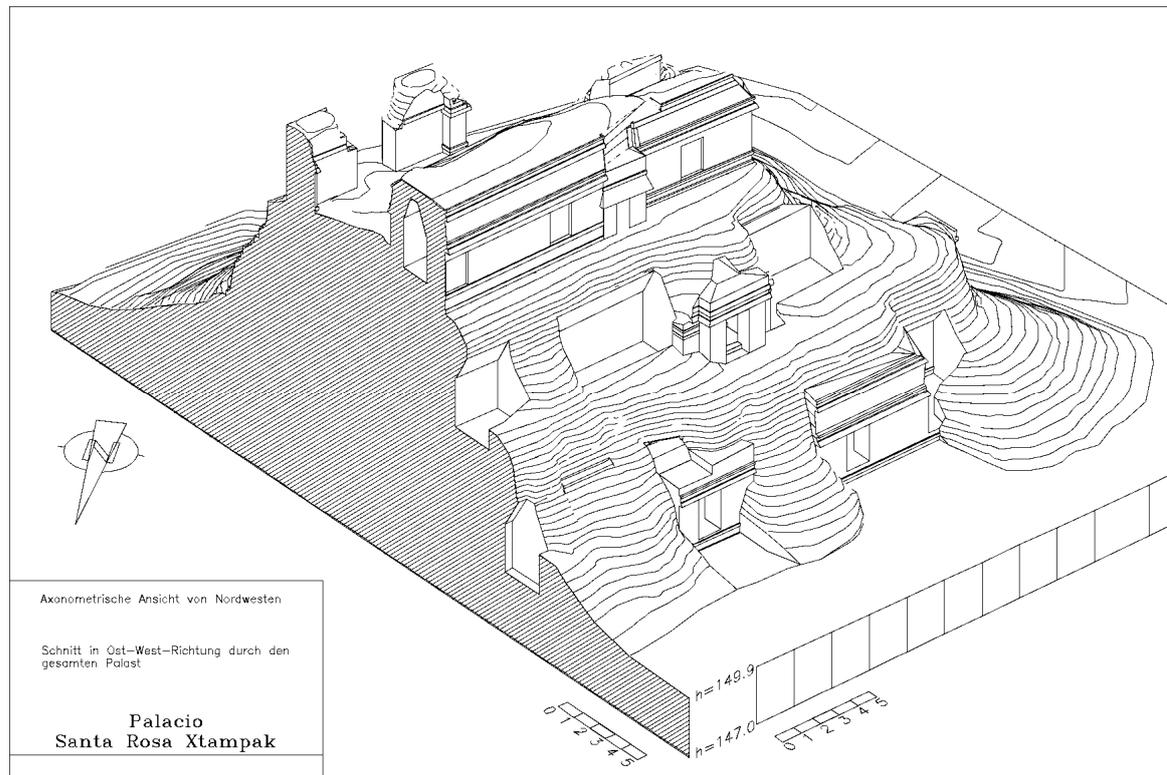


Abb. 11: Teilmodell als Resultat eines Vertikalschnittes

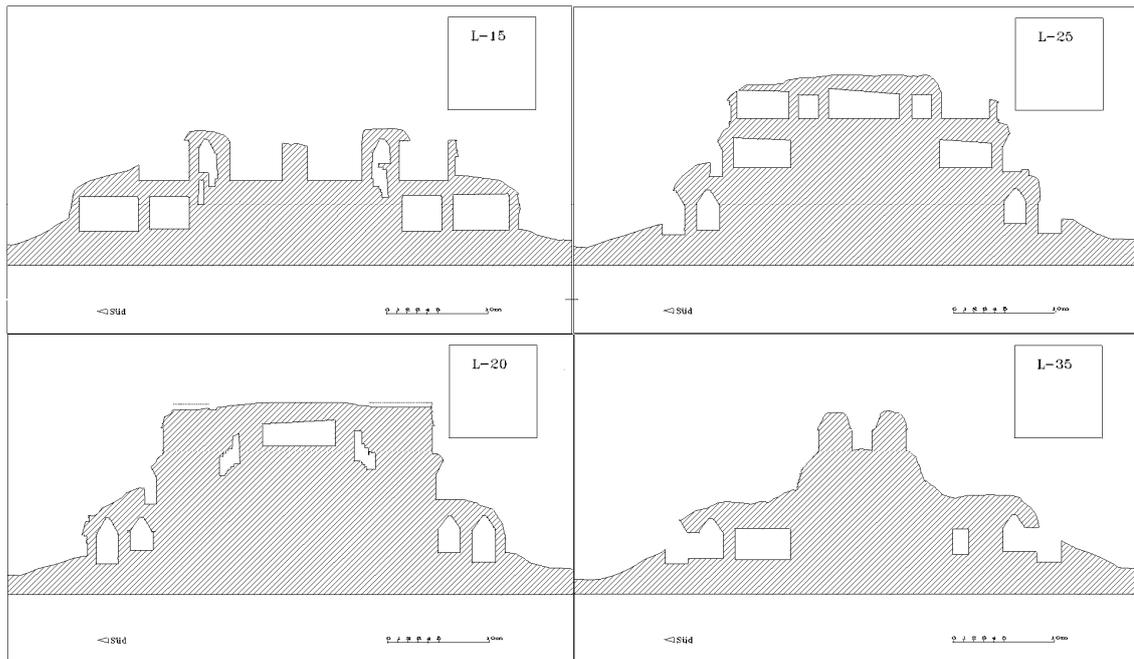


Abb.12: Beispiele für Schnittpläne: Vertikalschnitte parallel zur Gebäudelängsachse (Originalmaßstab 1:100)

Bibliographie

COOPER, M.A.R. and S. Robson

1992 The tomb of Christ, Jerusalem; Analytical photogrammetry and 3D computer-modelling for archaeology and restoration. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 29, Part B5: 778-785. Washington.

DAVIES, Brian L., A.J. Robotham and A. Yarwood

1991 Computer-aided Drawing and Design. Capman & Hall. London.

HANKE, Klaus and A.-B. M.EBRAHIM:

1997 Architekturdokumentation mittels digitaler Photogrammetrie. Mitteilungen des Instituts für Geodäsie der Universität Innsbruck, Heft 17.

HEINE, Erwin

1997 Die strukturierte Datenerfassung und das Visualisierungspotential des digitalen Bauwerkmodells - Der Palast von Santa Rosa Xtampak. Dissertation, Technische Universität Graz. (Manuskript)

HOHMANN, Hasso und Annegrete Vogrin

1982 Die Architektur von Copán (Honduras). Akademische Druck- und Verlagsanstalt. Graz/Austria.

KOSTKA, Robert

1995 Zur Plan- und Kartenherstellung im Talraum von Copan. Die Architektur der Sepulturas-Region von Copán in Honduras; Hasso Hohmann (editor): 272-278. Academic Publishers. Graz/Austria.

UNIVERSITÄT INNSBRUCK
INSTITUT FÜR GEODÄSIE

X. INTERNATIONALE GEODÄTISCHE

WOCHE

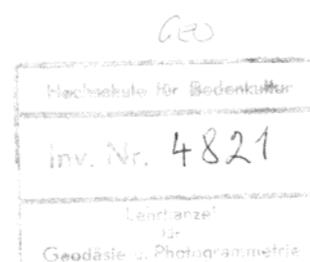
OBERGURGL 1999

FACHVORTRÄGE

Institutsmitteilungen

Heft 18

Innsbruck 1999



Herausgeber:

Institut für Geodäsie der Universität Innsbruck
Vorstand: o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Günter CHESI
Anschrift: Technikerstraße 13, A-6020 Innsbruck
Telefon: 0512/507-6751 FAX: 0512/507-2910



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Vorwort	1
Günter Chesi	
 Vorträge	
Der österreichische DARC-DGPS Dienst	3
Herbert Ahrer, Thomas Auzinger	
Direkte Georeferenzierung mit dem Luftaufnahmesystem LEO	9
Manfred Bäumker, Rainer Brechtken, Franz-Josef Heimes, Thorsten Richter	
Elastische Schwingungen von Türmen bei Starkwind Bestimmung von Amplitude und Frequenz durch kinematische GPS-Methoden.....	21
Peter Breuer	
Geländemodelltechnologien - Forschung und Weiterentwicklung am IPF	31
Lionell Dorffner, Gottfried Mandlbürger, Laszlo Molnar, Josef Wintner, Bruno Wöhrer	
Ist die automatische Aerotriangulation praxisreif ? Ergebnisse und Erfahrungen aus einem OEEPE/ISPRS Test.....	45
Konrad Eder, Christian Heipke	
Über die Schranken hochgenauer GPS Vermessungen	57
Horst Hartinger, Ekkehart Grillmayer und Fritz K. Brunner	
Das digitale Bauwerksmodell Struktur und Potential eines auf CAD basierenden Informationssystems für die Architekturbestandsdokumentation.....	67
Erwin Heine	
Eine neue Methode zur Erfassung der Gleisgeometrie –Alignementmessungen mit einem digitalen Nivelliergerät.....	83
Ragab Khalil und Thomas Weinold	
Nutzungsfläche, Grundstück, Feldstück: Objekte der Digitalen Katastralmappe.....	89
Wilhelm Kolb, Volker Sturm	
Arktisforschung - Fernerkundung und Kartographie	101
Robert Kostka	
Das geodätische Referenznetz Antarktis	103
Klaus Lindner, Michael Mayer, Bernhard Heck und Hansjörg Kutterer	
Modellierung d. Reichweite v. Felsstürzen mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems ...	111
Gertraud Meißl	