

Raumbezogene Informationssysteme für Bauforschung und Archäologie

Katja Heine, Frank Henze, Lehrstuhl für Vermessungskunde
Alexandra Riedel, Lehrstuhl für Baugeschichte

Kurzfassung

Für die Bearbeitung komplexer Bauwerksstrukturen und ausgedehnter Untersuchungsgebiete müssen spezielle raumbezogene Informationssysteme entwickelt werden, die eine umfassende Verknüpfung geometrischer 2D- und 3D-Daten mit thematischen Informationen sowie Bilddaten und Dokumenten erlauben. Am Beispiel zweier Forschungsprojekte der Lehrstühle für Vermessungskunde und für Baugeschichte werden die Möglichkeiten der Datenintegration untersucht und für Bauforschung und Archäologie optimierte Datenmodelle und Werkzeuge in interdisziplinärer Zusammenarbeit von Bauforschern, Geodäten und Informatikern entwickelt. Hierbei müssen insbesondere die hohe Informationsdichte und die Kombination von Daten unterschiedlicher Herkunft sowie die Notwendigkeit des vernetzten Datenzugriffs durch eine große Anwenderzahl berücksichtigt werden.

Abstract

In building archaeology, archaeology and surveying, working on complex structures and extensive survey areas, makes it necessary to develop certain information systems, allowing to combine two- and three-dimensional geometrical data with written information as well as pictures and other kind of documents. In the following the possibilities of integrating different data shall be discussed in two examples, research projects of the chairs of land surveying and building history at the University of Cottbus. The teams of both projects consisting of architects, land surveyors and computer specialists are working together, developing optimised concepts and tools for modelling data. Doing this the huge amount of data created by most different backgrounds as well as the necessity to import and use data by a network of various scholars has to be considered.

Anforderungen an ein raumbezogenes Informationssystem

In den letzten zehn Jahren ist in der Bauforschung, Archäologie und Denkmalpflege eine verstärkte Nutzung von Datenbanken und von graphischen Systemen für die Speicherung, Analyse und Präsentation von Forschungsdaten zu verzeichnen. Eine effiziente Technologie stellt die

Verknüpfung thematischer Informationen mit den raumbezogenen Daten in Geoinformationssystemen (GIS) bzw. raumbezogenen Informationssystemen dar. Da der Großteil der in den genannten Fachgebieten bearbeiteten Informationen einen Raumbezug aufweist, bietet sich hier die Anwendung der Geoinformationstechnologie an, welche eine Analyse sowohl der thematischen als auch der geometrisch/topologischen Informationen ermöglicht.

Grundsätzlich lässt sich die Softwaretechnologie für raumbezogene Informationssysteme in drei Gruppen klassifizieren:

- **Datenbanken (mit Graphikanbindung)**
In den Datenbanken können umfangreiche, komplexe thematische Daten verwaltet sowie Analysen vorgenommen werden. Die Ergebnisse der Analyse werden über entsprechende Schnittstellen als Geometrien der ermittelten Objekte an eine Graphiksoftware übergeben und visualisiert. Schwerpunkt dieser Methode ist die Verwaltung der thematischen Daten.
- **Graphikprogramme (mit Datenbankanbindung)**
Den graphischen Objekten können Eigenschaften (thematische Informationen) zugewiesen werden. Über eine Schnittstelle/Hyperlink können diese in einer Datenbank gespeicherten Informationen mit der Geometrie verknüpft werden. Viele klassischen CAD-Programme wurden mittlerweile um diese Funktionalität erweitert und werden als sogenanntes CAD-GIS (BUHMANN und WIESEL, 2005) angeboten. Die Stärke dieser Produktklasse liegt eindeutig in der graphischen Datenverarbeitung, die teilweise auch eine 3D-Modellierung ermöglicht.
- **GIS-Software im engeren Sinne**
Die Stärke dieser Softwarekategorie besteht in der effizienten Verknüpfung der thematischen und geometrisch/topologischen Daten, verbunden mit einer großen Anzahl von Analysefunktionalitäten. Ein Nachteil der meisten Produkte ist die unbefriedigende Graphikfunktionalität. Eine echte 3D-Funktionalität wird nach Recherchen der Autoren durch keines der kommerziell verfügbaren Produkt realisiert.

Das Angebot von GIS-Softwareprodukten auf dem Markt ist zwar sehr groß, bei näherer Untersuchung stellt sich jedoch heraus, dass diese die besonderen Anforderungen von Bauforschung und Archäologie an ein raumbezogenes Informationssystem, wie:

1. Verwaltung heterogener Datenbestände und Dokumente (Fotos, Karten, Pläne) unterschiedlicher Herkunft und Datenstruktur

2. Speicherung und Modellierung umfangreicher, komplexer, thematischer Daten
3. einfacher, benutzerabhängiger Zugriff auf die Daten zur Eingabe, Recherche und Analyse über Internet
4. Modellierung und Darstellung von 2D- und 3D-Geometrien

nicht komplett erfüllen. Außerdem spielt der finanzielle Aspekt bei der Nutzung kommerzieller Software durch eine große Gruppe von Anwendern der unterschiedlichen beteiligten Fachdisziplinen eine erhebliche Rolle.

Für die an den Lehrstühlen für Baugeschichte und für Vermessungskunde bearbeiteten Projekte der Bauaufnahme und bauhistorischen Analyse wird daher ein eigenes, modular aufgebautes, web-basiertes Datenbank- und Informationssystem entwickelt.

Grundfunktionen des Informationssystems sind die zentrale Verwaltung und Speicherung von Datenbeständen und Dokumenten, Recherche- und Analysefunktionen für den umfangreichen Datenbestand sowie die Visualisierung aller Informationen mit geometrischem Bezug. Das System soll zudem einen einfachen, benutzerabhängigen Zugriff per Internet erlauben und auf der Benutzersseite möglichst keine zusätzlichen Programme erfordern. Die Schnittstelle zum Benutzer wird so gestaltet, dass Dateneingabe, Recherche und Analyse vom jeweiligen Anwender selbst durchgeführt werden können. Bei der Anbindung über Internet spielen Fragen der Zugriffsregelung und der Datensicherheit eine entscheidende Rolle. Um auch zukünftig ein Arbeiten mit einem entsprechenden System sicherzustellen, müssen standardisierte Formate und Protokolle für die Daten selbst, für den Zugriff auf das System und für den Datenaustausch zur Anwendung kommen. Es muss darüber hinaus sichergestellt sein, dass auf die Daten ständig zugegriffen werden kann und eine regelmäßige Sicherung des Datenbestandes einfach möglich ist.

Nicht zuletzt müssen die Kosten für benötigte Hard- und Software sowie für die Implementierung, Administration und Wartung eines solchen Systems in einem angemessenen Verhältnis zu den Kosten der eigentlichen Forschungsarbeiten und Kampagnen bleiben.

Technologie eines modular aufgebauten Informationssystems

RAHMENBEDINGUNGEN

Im weiteren werden zwei Projekte erläutert, die zum einen unterschiedliche inhaltliche Zielstellung verfolgen, zum anderen sich auch in der Dimension der Geometriemodellierung unterscheiden. Während beim Baalbek-Projekt eine klassische 2D-Geometriebearbeitung ausreichend ist, erfordert die Lösung der bauhistorischen Fragestellung des Projektes Palatin eine dreidimensionale Modellierung. Die Modellierung und Visualisierung der Geometrieinformationen sowie die Verknüpfung der thematischen und geometrischen Daten erfolgt daher bei beiden Projekten mittels unterschiedlicher Technologien, wohingegen die Speicherung der thematischen Informationen in einem multipel nutzbaren, einheitlichen Datenbanksystem erfolgt.

DOKUMENTEN MANAGEMENT SYSTEM

Die grundlegenden Anforderungen an ein Informationssystem, wie zentrale Datenhaltung, einheitliche Datenstrukturen, Datensicherung und -aktualisierung können bereits durch ein über das Internet zugängliches zentrales Dokumentenverzeichnis realisiert werden. Wird die dort angelegte Verzeichnisstruktur durch die Möglichkeit ergänzt, Dokumenteneigenschaften zuzuordnen und Dokumente über diese Eigenschaften zu suchen, erhält man ein sogenanntes Dokumenten Management System.

Als Software für ein solches System wurde das am Lehrstuhl für Bauinformatik der BTU Cottbus im Rahmen eines Forschungsprojektes entwickelte DCMS (<http://dcms.bauinf.tu-cottbus.de/>) ausgewählt. Die quelloffene Software ist als Server-Client-System angelegt und setzt sich aus einem Java-basierten Administrationsmodul („Obelix“), dem Benutzermodul („Asterix“) und einer XML-basierten Datenbankstruktur zusammen, wobei die einzelnen Programmmodule auf einem über das Internet zugänglichen Server installiert und ausführbar sind.

Über das Administrationsmodul können neue Projekte angelegt, sowie die Verzeichnisstruktur und die Dokumenteneigenschaften (Ontologie) für das Projekt definiert werden. Hier erfolgt auch die Verwaltung der Benutzer und die Freigabe und Veröffentlichung von Dokumenten. Das Administrationsmodul wird über eine grafische Benutzeroberfläche bedient und ist über eine Netzwerkverbindung erreichbar.

Das Benutzermodul generiert aus den per Internetbrowser formulierten Anfragen der Benutzer dynamisch generierte Ergebnisseiten, die wiederum im Internetbrowser angezeigt werden. Registrierte Benutzer haben dabei die Möglichkeit, in der vorgegebenen Verzeichnisstruktur zu blättern, Dokumente über feste Eigenschaften zu suchen sowie Dokumente zu bearbeiten, neu einzustellen oder zu löschen.

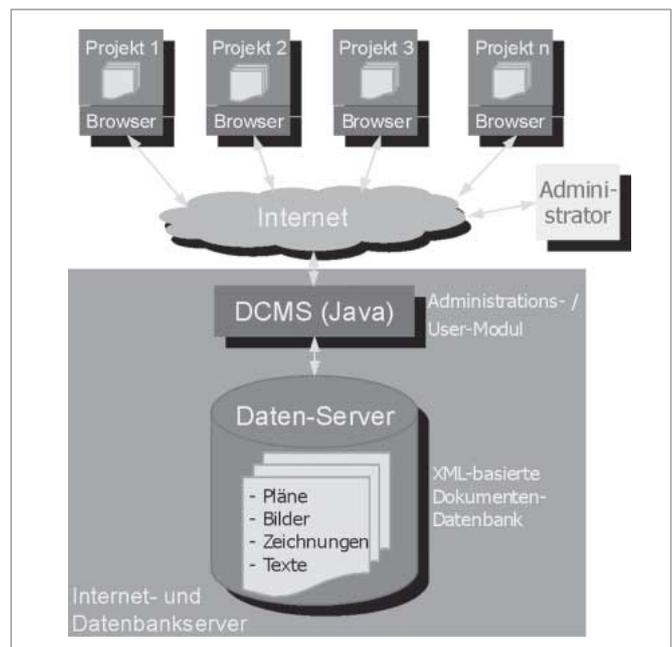


Abbildung 1:
Aufbau und Funktion des Dokumenten Management Systems

FACHDATENBANKEN

Die Speicherung komplexer Objekte oder erweiterter Eigenschaften zu Dokumenten sowie umfassende Abfrage- und Recherchefunktionen zur Analyse des Datenmaterials müssen über spezielle Datenbanken realisiert werden. Die Entwurfsphase für solche fachspezifischen Datenbanken nimmt dabei einen entscheidenden Stellenwert ein, da gerade für komplexe Objekte wie Gebäude oder archäologische Funde eine Vielzahl von Objekteigenschaften sowie deren Abhängigkeiten untereinander in konsistenter Weise strukturiert werden müssen. Für das vorgestellte System fand entsprechend auch ein intensiver Prozess der Abstimmung zwischen Anwendern, konkret also Archäologen, Bauforschern, Geodäten, und Informatikern über den Umfang der zu erfassenden Informationen, die Komplexität von Verknüpfungen und Abhängigkeiten sowie über Form und Umfang von Abfrage- und Recherchefunktionalitäten statt, an dessen Ende sehr konkrete Vorgaben für die Umsetzung der einzelnen Datenbanken standen.

Das Datenbanksystem besitzt eine modulare Datenbankstruktur. Hierbei nehmen einige Module die Funktionen von Basisdatenbanken ein und stellen die in ihnen gespeicherten Informationen anderen fachspezifischen Datenbanken zur Verfügung. Als entsprechende Basismodule wurden eine Bilddatenbank, eine Plan- und Zeichnungsdatenbank sowie eine Literaturdatenbank definiert.

Komplexe Objekte wie Gebäude, mit zugehörigen Räumen und Einbauten, archäologische Funde sowie architektonische Bauteile und Bauornamentik werden in drei getrennten, fachspezifischen Datenbankmodulen erfasst und bearbeitet. Dabei werden die jeweils benötigten Bilder, Pläne oder Literaturverweise aus den entsprechenden Basisdatenbanken eingefügt oder, falls sie dort noch nicht vorhanden sind, neu hinzugefügt.

Bei der Implementierung der webbasierten Datenbanken wurde das quelloffene LAMP-System eingesetzt: Als Betriebssystem wird **LINUX**, als Serversoftware **Apache** verwendet. Bei den Datenbanken handelt es sich um **mySQL**-Datenbanken, und die Kommunikation des Webclient mit dem Datenbankserver wird mittels der Scriptsprache **PHP** (Personal Hypertext Preprozessor) realisiert.

GEOMETRIEMODELLIERUNG

Die Modellierung der geometrischen Daten erfolgt beim Baalbek-Projekt zunächst mittels eines Desktop-GIS, die Visualisierung im Internet dann mittels des Map-Servers. Im Falle des Palatin-Projektes wurde die Objektgeometrie mittels einer 3D-fähigen CAD-Software erstellt und dann ins VRML-Format exportiert, so dass die Objekte mit Hilfe eines VRML-Viewers betrachtet werden können (vgl. Abb. 7).

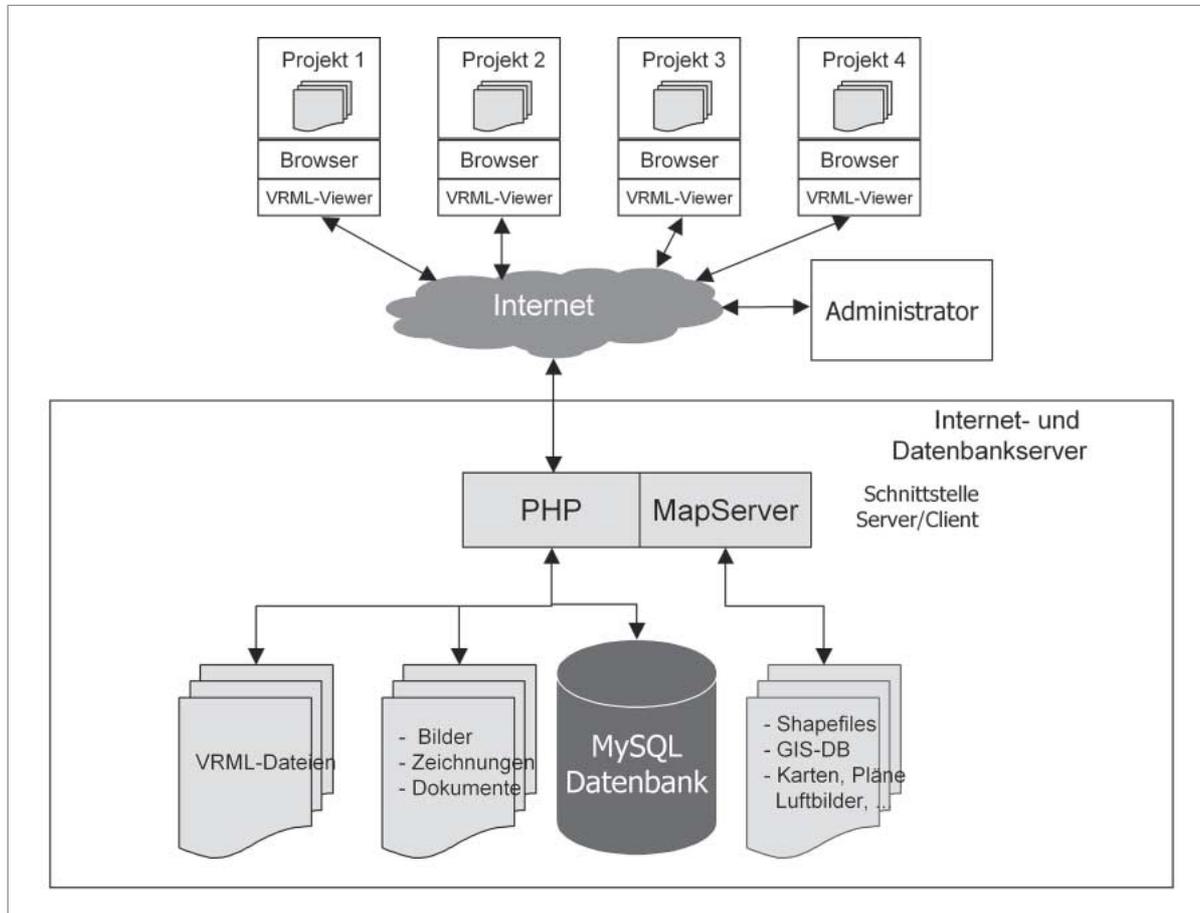


Abbildung 2:
Client/Server-Architektur für webbasierte raumbezogene Informationssysteme in der Bauforschung/Archäologie

Projekt Stadtforschung in Baalbek/Libanon

PROJEKTEINFÜHRUNG

Das Projekt „Stadtforschung in Baalbek“ hat das Ziel, die städtebauliche Entwicklung des Siedlungszentrums der nördlichen Bekaa-Ebene und seine ökonomischen und gesellschaftlichen Grundlagen von den Anfängen in vorgeschichtlicher Zeit bis ins 20. Jahrhundert umfassend darzustellen. An dem Projekt sind Wissenschaftler verschiedener Fachrichtungen aus deutschen und libanesischen Forschungseinrichtungen und Universitäten beteiligt. In interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Archäologen, Althistorikern, Orientalisten, Bauhistorikern, Geodäten, Hydrologen und Geomorphologen sollen die topographischen, städtebaulichen, ökonomischen und gesellschaftlichen Grundlagen des monumentalen Heiligtums und der Stadtentwicklung Baalbeks über einen Geschichtszeitraum von 5 Jahrtausenden im Kontext mit Umland und Gesellschaft untersucht werden. Dabei erstreckt sich das zu untersuchende Gebiet in Stadt und Umland einerseits über ein sehr großes geographisches Areal, andererseits überlagern und überformen sich die Strukturen verschiedener Epochen.

Neben der Einbindung aktueller Ergebnisse und Befunde steht bei den Forschungsarbeiten zur stadthistorischen Entwicklung Baalbeks die Nutzung des vorhandenen Materials aus über einhundert Jahren Forschungsgeschichte im Vordergrund.

Seit 2001 finden unter Leitung des Deutschen Archäologischen Instituts (DAI) Berlin ergänzende Ausgrabungen und Bauaufnahmen der historischen Bausubstanz in Baalbek statt, deren umfangreiche Bau- und Materialaufnahmen das historische Material in den letzten vier Jahren wesentlich ergänzt und bereichert haben. Um die Ergebnisse der Einzelforschungen allen am Projekt Beteiligten zugänglich zu machen, wurde mit der Konzeption und Realisierung eines über das

Internet zugänglichen stadthistorisch-archäologischen Informationssystems begonnen. Dies soll den dezentral arbeitenden Forschergruppen einen möglichst aktuellen Zugang zu allen Daten erlauben und das unterschiedliche Datenmaterial für weiterführende Auswertungen in geeigneter Form zur Verfügung stellen.

NOTWENDIGKEIT EINES INFORMATIONSSYSTEMS

Unterschiedliche Bearbeitungsstände im Plan- und Kartenmaterial, ein uneinheitlicher Bilddatenbestand sowie das Fehlen von Vorgaben für einheitliche Datenstrukturen ließen bereits in einem sehr frühen Stadium der Forschungsarbeiten die Notwendigkeit eines zentralen Informationssystems deutlich werden.

Ein entsprechendes System soll Probleme vermeiden helfen, die durch doppelte Datenhaltung, unterschiedliche Bearbeitungsstände und fehlende Zugriffe auf aktuelle Daten durch einzelne Forschergruppen entstehen.

Aus den eingangs genannten Anforderungen an ein raumbezogenes Informationssystem hat sich schließlich ein dreistufiger Ausbau des Informationssystems ergeben:

1. Zunächst wurden Dokumente wie Zeichnungen, Bilder und Texte in einem über das Internet zugänglichen *Dokumenten Management System* bereitgestellt.
2. Für die Erfassung bestimmter Objekte, wie Gebäude oder Funde sowie für die Speicherung zusätzlicher Informationen zu einzelnen Dokumenten wurden *Datenbanken* konzipiert.
3. Zur Visualisierung von Daten mit geografischem Bezug und zur Bereitstellung erweiterter Auswertefunktionen wurde schließlich mit der Anlage eines webbasierten *GIS* begonnen.



Abbildung 3:

links: Blick vom Sheikh Abdallah auf Baalbek, historisches Messbild von 1904 aus dem Meydenbauer-Archiv, rechts: Orthobildplan von Baalbek, generiert aus historischen Luftbildaufnahmen



Abbildung 4:
Komponenten des zentralen Baalbek-Informationssystems

DAS GEOGRAFISCHE INFORMATIONSSYSTEM BAALBEK

Viele der in den eingangs erläuterten Datenbanken erfassten Objekte haben einen konkreten geografischen Bezug und können im Koordinatensystem Baalbeks verortet werden. Die Analyse und Präsentation dieser räumlichen Zusammenhänge gelingt mit Hilfe eines Geografischen Informationssystems – GIS.

Grundlegend für die Präsentation und Analyse von Forschungsergebnissen in einem GIS ist die Festlegung und Strukturierung der zu visualisierenden Daten sowie die Definition von Anwendungsprofilen für die Arbeit mit einem solchen System. In die Planungs- und Entwurfsphase sollten GIS-Spezialisten und Anwender gleichermaßen einbezogen werden, um Anforderungen, Inhalte und Strukturen zu definieren.

Gerade auf Anwenderseite fehlen dabei oft Erfahrung im Umgang mit derartigen Systemen, so dass eine wesentliche Aufgabe darin besteht, Zielvorstellungen zu definieren und dabei Aufwand und Nutzen der einzelnen GIS-Funktionalitäten sinnvoll abzuwägen. Im Fall des Baalbek-Projektes soll das GIS sowohl zur wissenschaftlichen Auswertung als auch zur Präsentation von Ergebnissen genutzt werden. Auf der Grundlage von Karten, Plänen und Luftbildern sollen räumliche Beziehungen sowie Verteilungen von Objekten visualisiert werden. Die Kartengrundlagen werden dabei mit abgestufter Auflösung und Detailliertheit für die Darstellung in unterschiedlichen Maßstäben in das GIS integriert und thematisch geordnet. Es werden konkrete Forschungsergebnisse wie Bauphasenpläne eingebunden, wobei einzelne Objekte zusätzlich mit weiteren Informationen, wie Rekonstruktionen, Fotos oder Beschreibungen verknüpft werden können. Darüber hinaus sollen Abfrageergebnisse aus den Datenbanken visualisiert werden sowie umgekehrt zu den im GIS verorteten Objekten Informationen aus den Datenbanken abgerufen werden können. Die Abfragemöglichkeiten der Datenbanken über die den Objekten zugeordneten Sachdaten können durch die Analyse geografischer Zusammenhänge im GIS erheblich erweitert werden.

Als internetbasiertes System ist auch hier ein Zugriff für alle Projektteilnehmer möglich, der in eingeschränkter Form für Präsentationszwecke auch einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden kann.

Zur Realisierung internetbasierter GIS-Funktionalitäten wird die u.a. als Erweiterung zu PHP angelegte Software MapServer eingesetzt. Die

Software stellt eine große Anzahl von Funktionen zum Arbeiten mit vorbereiteten GIS-Daten über das Internet bereit. Die Erstellung der eigentlichen GIS-Inhalte erfolgt jedoch in einem echten Desktop-GIS, wie ArcMAP oder Autodesk MAP. Aus den hier erarbeiteten Shapefiles werden vom MapServer, in Abhängigkeit bestimmter Datenbankabfragen oder gewählter Anzeigeeigenschaften, dynamische Kartenansichten zur Anzeige in einem Webbrowser generiert. Durch die Nutzung von PHP als gemeinsame Schnittstelle für Datenbanken und MapServer kann ein direkter Zugriff beider Systeme aufeinander einfach realisiert werden. Abfrageergebnisse aus den Datenbanken können sofort über den MapServer als Kartenansichten erzeugt und angezeigt werden, umgekehrt können Eigenschaften zu Objekten in einer Kartenansicht sofort als Datenblatt aus der entsprechenden Datenbank erzeugt und ausgegeben werden.

Das Bauwerksinformationssystem für die Domus Severiana und das Gartenstadion auf dem Palatin in Rom

FORSCHUNGSZIEL

Die Ziegelruinen der Kaiserpaläste auf dem Palatin, auf Substruktionen hoch über dem Circus Maximus thronend, faszinieren schon seit Jahrhunderten Architekten und Rombesucher. Schon in der Renaissance waren sie Studienobjekt der römischen Baukunst und sind seit den Ausgrabungen am Ende des 19. Jahrhunderts eine der großen Touristenattraktionen der Stadt. Doch obwohl die antiken Palastanlagen unzählige Male gezeichnet und beschrieben wurden, ist eine umfassende baugeschichtliche und archäologische Aufarbeitung bis heute noch nicht geschehen.

Im Zuge der Vorbereitungen für das Jubiläum „Roma 2000“ vergab die römische Antikenverwaltung, die Soprintendenza di Roma, Aufträge zur Vermessung und Dokumentation auch von Teilbereichen der Kaiserpaläste. Die Lehrstühle für Baugeschichte und für Vermessungskunde der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus fertigten daraufhin in den Jahren 1998 bis 2003 eine formgetreue Bauaufnahme der sogenannten Domus Severiana und des Gartenstadions auf dem Palatin an. Diese bildete bei der weiteren Arbeit nun die Grundlage für eine erste systematische bauhistorische Untersuchung dieses Gebietes.

Schon während der Bauaufnahme und der folgenden Dokumentation der beiden Palastbereiche stellte sich heraus, dass die herkömmliche Arbeit mit zweidimensionalen Plänen einem so komplizierten Baukomplex mit mehr als 250 Räumen in sechs Ebenen und über 1000 Fragmenten Bauornamentik nicht gerecht werden kann. Allein fünf Hauptumbauphasen aus antiker Zeit von Kaiser Domitian (81 n. Chr.) bis Kaiser Maxentius (306 n. Chr.) sind anhand ihrer Baukonstruktion und vorhandener Ziegelstempel unterscheidbar. Doch weder ist es möglich, in diesem „dreidimensionalen Puzzle“ Zusammenhänge einfach zu erkennen, noch die Ergebnisse für eine Präsentation sinnvoll aufzubereiten und darzustellen. Aus diesem Grund wurde ein Bauwerksinformationssystem konzipiert, welches die bereits beschriebene Datenbank und das CAD-Modell kombiniert.

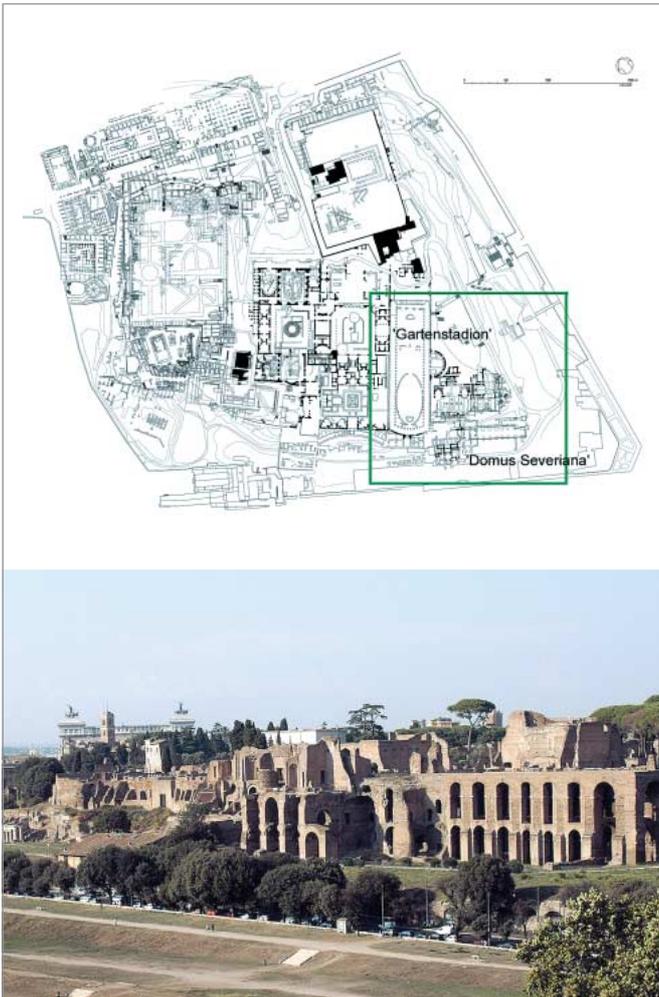


Abbildung 5:
Grundriss des Palatins und Ansicht vom Circus Maximus

ERSTELLUNG EINES 3D-INFORMATIONSSYSTEMS

Die verschiedenen Module der Dokumentations-Datenbank bilden die Grundlage, sämtliche Informationen über den Gebäudekomplex zu archivieren und abzufragen. Das digitalisierte Raumbuch gibt als Beispiel alle Konstruktionen, Ausstattungen oder Datierungen der einzelnen Wände und Gewölbe wieder. Der Katalog der Bauornamentik kann beispielsweise die Suche nach allen Kapitellen der korinthischen Ordnung aus domitianischer Zeit erleichtern. Durch das modular angelegte System ist die Ablage und Verknüpfung bis hin zu den eigentlichen Messdaten oder der Plan- und Fotodokumentation realisierbar. Die Datenbank ist somit ein digitales Archiv, welches über das Internet von beliebigen Orten und Forschergruppen abgefragt und ergänzt werden kann, aber sich auch als Arbeitsplatzlösung für die Benutzung am Objekt eignet.

Das zweite Arbeits- und Visualisierungsmittel für die bauhistorische Untersuchung der Domus Severiana und des Gartenstadions bildet das auf den Messdaten basierende 3D-CAD-Modell. Dieses aus verein-

fachten Kuben zusammengesetzte Modell dient der 3-dimensionalen Präsentation des Gebäudes in seinem Ist-Zustand. Durch das Aus- und Einblenden verschiedener Teile und Ebenen ist es möglich einzelne Bereiche oder nur eine gezielte Auswahl an Bauelementen anzuzeigen. Dies erleichtert zum Beispiel die dreidimensionale Überprüfung der erarbeiteten Bauphasenabfolge oder die Erstellung von Rekonstruktionen in den unterschiedlichen Bau- und Nutzungsphasen.

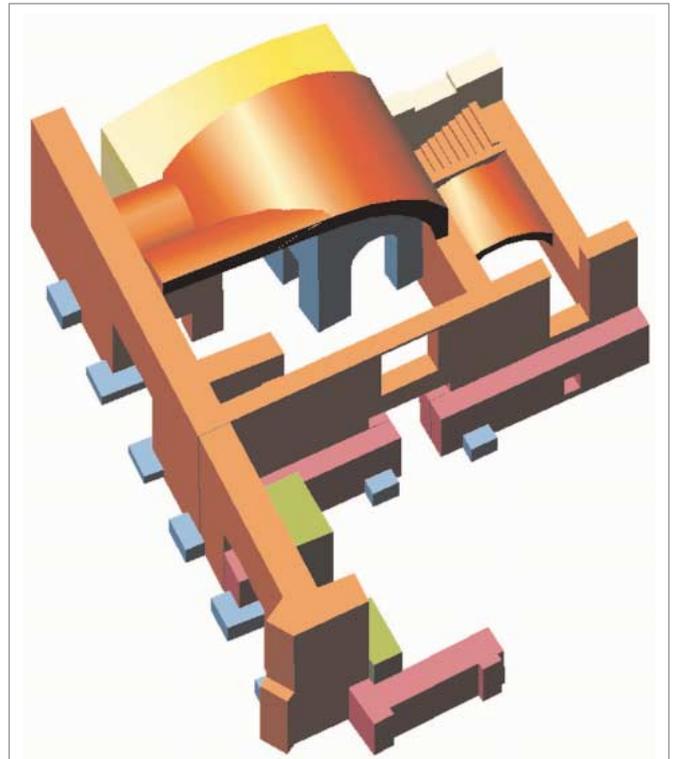


Abbildung 6:
Eingangsbild der Datenbank mit den verschiedenen Modulen

Ziel des Bauwerksinformationssystems ist aber vor allem eine sinnvolle Verknüpfung der Datenbank mit dem CAD-Modell. Verschiedene auf dem Markt verfügbare Geoinformationssysteme (GIS) lösen dies im Moment wie eingangs erwähnt noch nicht zufriedenstellend. Hinzu kommt die Frage einer späteren Publikation der erarbeiteten Verknüpfungen. Für das Palatin-Projekt werden daher zur Visualisierung der 3D-Geometrie VRML-Modelle in Verbindung mit der MySQL-Datenbank genutzt. Die Verknüpfung von Modell und Datenbank kann auf verschiedenen Wegen gelöst werden. Eine Schwierigkeit besteht in der Verlinkung in beiden Richtungen, d.h. es sollen sowohl Informationen über das Modell aus der Datenbank abgerufen werden können, als auch eine Auswahl von Bauelementen in der Dokumentation in 3D visualisiert werden. Die Grundlage für eine sinnvolle Verknüpfung bildet hierbei eine einheitliche Strukturierung. Bei der Domus Severiana wurden das CAD-Modell, wie auch das Hauptmodul der Datenbank – das Raumbuch – so aufgebaut, dass die Basisobjekte durch einzelne Raumelemente wie Gewölbe- oder Wandteile gebildet werden. Durch ein Verlinken dieser einzelnen Bauelemente mit dem zugehörigen Formblatt in der Datenbank ist es möglich, beim Betrachten des VRML-Modells Informationen sofort abzurufen. Aber auch einzelne Elemente, die durch die Abfrage in der Datenbank spezifiziert wurden, können so temporär im 3D-Modell zusammengesetzt und angezeigt werden.

Durch die einfache Handhabung und Möglichkeit der Integration neuer Daten kann das Bauwerksinformationssystem in der Zukunft als Basislösung für die Dokumentation des gesamten Palatin dienen.

Zusammenfassung und Ausblick

Durch eine intensive Zusammenarbeit der Forschergruppen des Baalbek- und des Palatin-Projektes entsteht ein modular aufgebautes Informationssystem, dessen Basisdatenbanken gemeinsam genutzt werden, welches aber dennoch auf die unterschiedlichen Anforderungen der beiden Projekte individuell angepasst wird. Für die Geometriemodellierung und -visualisierung wurden zweidimensionale und dreidimensionale Softwarelösungen erarbeitet.

Perspektivisch soll eine Prototyplösung für raumbezogene Informationssysteme der bauhistorischen und archäologischen Forschung entstehen, deren Basismodule für die unterschiedlichsten Forschungsprojekte genutzt und erweitert werden können. Zunächst ist es notwendig, bestimmte Standards für Datenformate und Strukturen für die Sach- und Geometriedaten festzulegen. In einem intensiven Abstimmungsprozess mit Forschergruppen anderer Projekte müssen die Inhalte der Datenbanken auf die grundlegenden Erfordernisse der archäologischen und bauhistorischen Forschung abgestimmt werden, um das Informationssystem als effizientes Werkzeug einsetzen zu können.

Dank

Die Vermessungsarbeiten und die bauhistorischen Forschungen auf dem Palatin wurden langjährig durch die Deutsche Forschungsge-

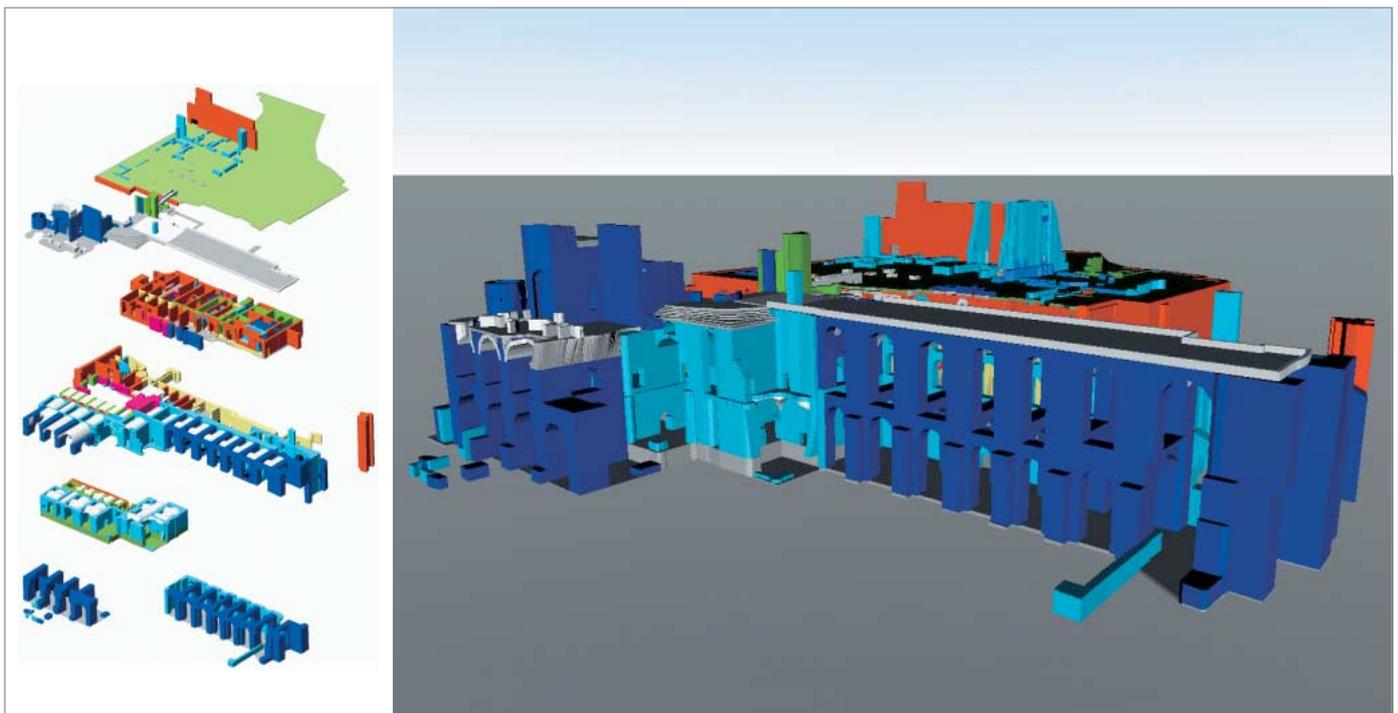


Abbildung 7:
links: CAD-Modell der Domus Severiana mit den fünf übereinander liegenden Hauptebenen (Bauphasen-abhängige Farbinformation),
rechts: VRML - Modell des Gesamtensembles der Domus Severiana

meinschaft (DFG) gefördert. Den Aufbau des Bauwerksinformationssystems für die Domus Severiana und das Gartenstadion fördert die Fritz-Thyssen-Stiftung. Die Soprintendenza di Roma und das Deutsche Archäologische Institut haben die Forschungen in Rom ebenfalls unterstützt. Das Baalbek-Projekt wird seit 2005 von der DFG gefördert. Den genannten Institutionen gilt der Dank der Autoren.

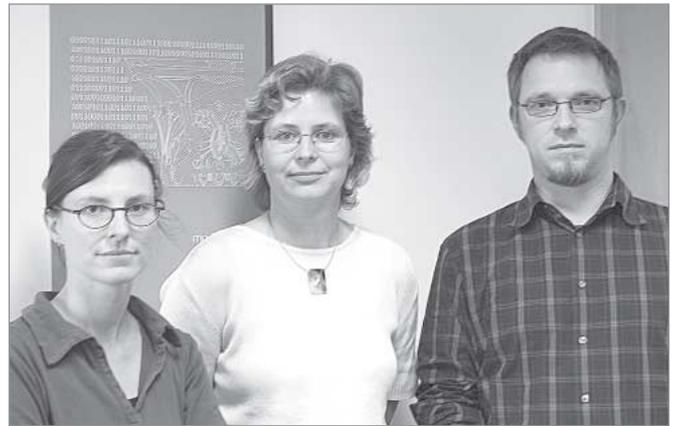
Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3 links: Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, Bildarchiv, Neg.-Nr.: 2083.28

Abbildung 5: (HOFFMANN und WULF, 2004)

Abbildung 7: Christiane Brasse

Abbildung 1, 2, 3 rechts, 4, 6: die Verfasser



v.l.n.r.: Alexandra Riedel, Katja Heine, Frank Henze

Literatur

BUHMANN, E.; WIESEL, J.; 2005: GIS-Report 2004. Verlag Harzer, Karlsruhe.

HOFFMANN, A.; WULF, U.; 2004: Die Kaiserpaläste auf dem Palatin in Rom – Das Zentrum der römischen Welt und seine Bauten. Verlag Philipp von Zabern, Mainz.

VAN ESS, M.; 1998: Heliopolis – Baalbek, Forschen in Ruinen 1898-1998, Beirut.

VAN ESS, M.; 2003 (WITH CONTRIBUTIONS FROM BUNK, T.; DAI-IBER, V.; FISCHER-GENZ, B.; HENZE, F.; HITZL, K.; HOEBEL, F.; RITTER, B.; WIENHOLZ, H.): Archaeological Research in Baalbek. A preliminary report on the 2001-2003 seasons, Bulletin d'Archologie et d'Architecture Libanaise (BAAL) 7, pp. 109-144.

<http://mapserver.gis.umn.edu/>
<http://dcms.bauinf.tu-cottbus.de/>
<http://www.w3.org/XML/>

Der Beitrag ist mit farbigen Abbildungen im Internet unter:

http://www.tu-cottbus.de/BTU/BTU-Typo3.7/Forum_der_Forschung.693.0.html zu finden.

Dr.-Ing. Katja Heine, geb. 1968. 1988-1993 Studium der Geodäsie an der TU Dresden. 1993 Vermessungsingenieurin in einem ÖbVI-Büro in Hannover. 1994-2000 Wissenschaftliche Assistentin und seit 2001 Oberingenieurin am Lehrstuhl für Vermessungskunde an der BTU Cottbus. 1999 Promotion an der TU Braunschweig. Forschungsschwerpunkte: Modellierung geodätischer Daten, Geoinformationssysteme. Projekte: u. a. „Domus Severiana“ und „Gartenstadion“ auf dem Palatin in Rom, Archäologische Siedlungen Akören (Türkei).

Dipl.-Ing. Frank Henze, geb. 1973. 1994-2002 Studium der Geodäsie an der TU Berlin. 2000-2002 Fokus GmbH Leipzig, Programmierung photogrammetrischer Aufnahme-Software. Seit 2002 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Vermessungskunde der BTU Cottbus. Forschungsschwerpunkt: Nahbereichsphotogrammetrie. Projekte: Stadtgeschichtliche Forschung Baalbek, Kathedrale von Santiago de Compostela, Dom St. Petri Bautzen.

Dipl.-Ing. Alexandra Riedel, geb. 1974. 1993-2000 Studium der Architektur an der BTU Cottbus und am University College Dublin. Seit 2000 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl Baugeschichte der BTU Cottbus. 2002-2003 Reisestipendium des Deutschen Archäologischen Instituts. Projekte: 'Domus Severiana' und 'Gartenstadion' auf dem Palatin in Rom, Grabung des Ägyptischen Museums Berlin in Naga (Sudan).