

# GIS in der Untersuchung und Pflege von historischen Bauten

## Was ist GIS?

Geografische Informationssysteme (kurz GIS) sind Informationssysteme, mit denen «raumbezogene Daten digital erfasst und redigiert, gespeichert und reorganisiert, modelliert und analysiert sowie alphanumerisch und graphisch präsentiert werden können» (Bill 1994; siehe auch Saurer und Behr 1997). Solche Informationssysteme vereinen eine Datenbank und die zur Bearbeitung und kartographischen Darstellung dieser Daten nützlichen Instrumente. Die Verknüpfung von Datenbank und kartographischer Darstellung innerhalb eines definierten Koordinatensystems erlaubt es, die Daten abzufragen und zu analysieren sowie Zusammenhänge oder Datenmuster sichtbar und für andere leicht zugänglich zu machen. Grundsätzlich bilden die mit Hilfe eines GIS verwalteten, bearbeiteten oder visualisierten Informationen oder Daten eine Interpretationsgrundlage für die/den Wissenschaftler/in und andere Nutzer.

## Anwendungsbereiche von GIS

Vor rund zwanzig Jahren war die Datenverwaltung mit Hilfe relationaler Datenbanksysteme und die Bearbeitung von graphischen Informationen mit vektorbasierten Zeichenprogrammen (CAD) bereits weit verbreitet. Aus dem Wunsch heraus beide Technologien zu vereinen, um graphische Informationen und digitale Raumdaten verknüpfen zu können, entstanden die Geografischen Informationssysteme (GIS). Der Vorteil von GIS gegenüber der einfachen Kartenproduktion ist, dass gelände- oder objektspezifische Daten im Raum verwaltet und analysiert werden können. Neben der rein geometrischen Darstellung von Objekten im Gelände können so auch räumliche Zusammenhänge zwischen diesen Objekten dargestellt, Typologien definiert und thematische Karten produziert werden. In diesem Sinne werden GIS heute zunehmend als Entscheidungsgrundlage oder bei der Planung von Interventionen genutzt.

Geografische Informationssysteme finden bereits in vielen Bereichen der Wissenschaft Verwendung, so z.B. in der Archäologie und der archäologischen Denkmalpflege (Djindjian 1993 und Moscati 1998). Dort werden Geoinformationssysteme vor allem bei der Erfassung, Visualisierung und Auswertung des archäologischen Bestandes verwendet; so können beispielsweise archäologische Fundstellen mit Informationen zu ihrer Umwelt verknüpft und ihre Verteilung in der Landschaft analysiert und dargestellt werden. Neuerdings werden GIS zunehmend auch zur Modellierung von Lagekriterien noch unbekannter Fundstellen eingesetzt.

Auch das Expert-Center setzt in einem Pilotprojekt GIS als Instrument für die Informationsbeschaffung, Datenverwaltung

und -analyse sowie für Präsentationszwecke versuchsweise ein. Eine der Herausforderungen bei der Anwendung von GIS in der praktischen Denkmalpflege ist, dass GIS normalerweise auf flächige Darstellungen von Daten oder Informationen in Koordinatensystemen (z.B. CH Landeskoordinatensystem) ausgerichtet sind, für die Repräsentation und Beschreibung von Bauten und Denkmälern jedoch typischerweise die dritte Dimension (Höhe) notwendig ist. Um dieser Tatsache gerecht zu werden, müssen speziell angepasste Koordinatensysteme verwendet werden. Somit bieten moderne GIS zwar keine massgeschneiderten Lösungen für dreidimensionale Anwendungen, jedoch die Möglichkeit das System oder die Methode auf die eigenen Bedürfnisse anzupassen und vielfältig anzuwenden. Dieser Spielraum macht die Anwendung jedoch schnell zu einer recht komplexen und oftmals zeitaufwendigen Angelegenheit, welche ein Grundverständ-



Abb. 1: Museggmuer Luzern: Aussicht auf westlichen Mauerabschnitt und Türme. Ein komplexes Bauwerk, für das sich eine GIS-Anwendung anbietet.

nis der Struktur von GIS, der Funktionsweise einer Datenbank und von Zeichenprogrammen sowie eine Neigung zum Tüfteln voraussetzen. Ein weiterer massgeblicher Faktor bei der Verwendung von GIS sind sicherlich auch die Kosten, welche durch die Anschaffung der notwendigen, meist teuren Programme auf einen zukommen.

### GIS in der praktischen Denkmalpflege

In der praktischen Denkmalpflege fasst die Anwendung von GIS sehr langsam Fuss. In der Schweiz werden GIS bisher meist zur Verwaltung von Raumdaten eingesetzt, wie dies beispielsweise im Kanton Solothurn der Fall ist. Dort, wie auch in einigen anderen Kantonen, arbeitet das Amt für Archäologie und Denkmalpflege mit dem GIS-Zentrum der kantonalen Verwaltung (SO!GIS Koordination) zusammen, welches die Raumdaten aus Archäologie und Denkmalpflege sowie diejenigen von acht anderen Ämtern sammelt und verwaltet. Diese ortsgebundenen Informationen werden dann hauptsächlich zur Inventarisierung des archäologischen Bestandes und der Denkmäler genutzt.

Grundsätzlich können mit Hilfe eines solchen digitalen, georeferenzierten Inventars die für eine Bauleitplanung oder für einen Massnahmenkatalog notwendigen Informationen schnell kartiert und mit den geplanten konservatorisch-restauratorischen Vorhaben abgeglichen werden. Ein weiteres, grosses Potential dieser zentralen Verwaltung von ortsgebundenen Informationen liegt darin, dass sie die Überlagerung von Raumdaten anderer Ämter und Disziplinen erlaubt, was weiterführende Interpretationen ermöglicht, so z.B. bei der Erstellung von Gefahrenhinweiskarten und bei der Abschätzung von Risiken für Denkmäler.

Ein Beispiel einer solchen Risikoabschätzung wurde vom Expert-Center im Rahmen eines von Bundesamt für Bildung und Wissenschaft und der EU finanzierten Forschungsprojektes durchgeführt (DEMOTEC, siehe dazu Storemyr 2003 und Storemyr, Küng and Bionda 2004). In dieser Pilotstudie wurde GIS einerseits zur Kartierung und Überwachung (Monitoring) der Schadensentwicklung an Denkmälern in ausgewählten archäologischen Test-Sites im Nemikrater (Colli Albani, Italien) eingesetzt; andererseits wurde mit Hilfe des GIS das Zerfallsrisiko dieser Denkmäler abgeschätzt und in thematischen Karten sichtbar gemacht. Ziel der Arbeiten war es, einen Kriterienkatalog für die Überwachung und Bewertung gefährdeter Denkmäler zu erstellen sowie eine Grundlage für die Erhaltungsmassnahmen besonders gefährdeter Objekte zu schaffen.

In der Baudenkmalpflege wird GIS jedoch noch selten für die Risikoeinschätzung oder bei der Planung konservatorisch-restauratorischer Massnahmen eingesetzt sondern meist nur als

Informationsverwaltungssystem sowie für die digitale Kartierung von Schäden. Ein Beispiel für die Kartierung von Wandmalereien ist die Arbeit von Staschull und Grindel (2000) im Kaisersaal der Residenz Würzburg, welche vornehmlich zu Dokumentationszwecken durchgeführt wurde. Weitere Beispiele für solche Anwendungen finden sich in der Literatur (z.B. Inkpen et al. 2001 und Joly et al. 1998). Momentan wird ein GIS-basiertes Dokumentationssystem für den schiefen Turm von Pisa aufgebaut ([http://heds.herts.ac.uk/METAe/Partners/parto3\\_2.htm](http://heds.herts.ac.uk/METAe/Partners/parto3_2.htm)).

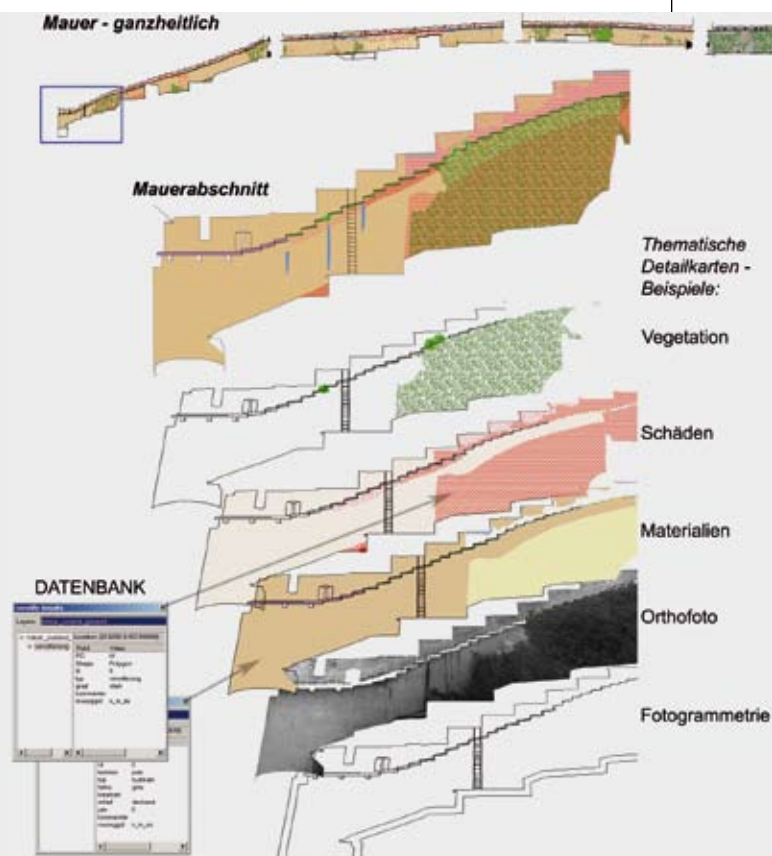


Abb. 2: Schematischer Aufbau der Kartierung der Museggmauer mit Hilfe von GIS. Die photogrammetrischen Arbeiten und die Orthofotos wurden uns von der Firma Linsinger (St. Johann, Österreich) zur Verfügung gestellt. Das GIS-Zentrum Luzern lieferte die GIS-Grundlage für die Kartierung.

## GIS am Expert-Center

### Museggmauer Luzern

Ausgehend vom Forschungsprojekt DEMOTEC hat das Expert-Center versucht, GIS in weitere Bereiche der praktischen Denkmalpflege zu implementieren, so beispielsweise in einem grösser angelegten Projekt zur Erhaltung der Museggmauer in Luzern. Im Rahmen der geplanten Restaurierung dieser historischen Stadtmauer, welche vom Verein und der Stiftung zur Erhaltung der Museggmauer getragen und vom Architekten Iwan Bühler geleitet wird, wurde dem ECD der Auftrag über die Kartierung der Schäden erteilt. Die Mauer ist insgesamt 870 Meter lang und umfasst 9 Türme; sie ist also ein sehr grosses und komplexes Bauwerk (Abb. 1). Bei der Instandhaltung dieses bald 600 Jahre alten Bauwerkes müssen viele verschiedene Aspekte berücksichtigt werden, welche nicht nur denkmalpflegerische Belange sondern auch die Flora und Fauna dieses über die Jahrhunderte gewachsenen und gealterten Bauwerks betreffen. So geht es nicht allein nur um eine denkmalpflegerisch korrekte und bestmögliche Konservierung des Mauerwerks und der Verputze sondern auch um den Erhalt rarer Pflanzenarten (u.a. Flechten) und um die Berücksichtigung der Nist- oder Wohnplätze seltener Vögel und Fledermäuse. Aus diesem Grund sind nicht nur die Denkmalpflege und Archäologie des Kantons Luzern und das Expert-Center für Denkmalpflege sondern auch das Umweltamt und die Stadtgärtnerei am Projekt mitbeteiligt.

Aufgrund der Grösse und Komplexität des Bauwerks sowie der Vielfältigkeit der gestellten Aufgaben, entschloss sich das ECD in Zusammenarbeit mit dem GIS-Zentrum Luzern und den anderen Projektbeteiligten zur Bewältigung der Arbeiten GIS zu verwenden. Einerseits ist GIS ein geeignetes Kartierinstrument, andererseits bietet es eine Plattform für den Informationsaustausch mit den anderen Projektbeteiligten (z.B. Archäologische und historische Bauforschung und Naturforschung). Das ECD verwendet GIS hierbei sowohl zur Informationsbeschaffung, für die Datenverwaltung und -analyse als auch für die Produktion thematischer Karten, welche bei der Präsentation des Mauerbestandes, seiner Gefährdung und für die Risikoabschätzung nützlich sind.

Grundlage für diese Kartierung sind die Baupläne der Mauer im Grund- und Aufriss, welche mit Hilfe von rektifizierten Luftaufnahmen (Photogrammetrie) von einer österreichischen Vermessungsfirma erstellt und vom GIS-Zentrum der Stadt Luzern in ein speziell angepasstes lokales Koordinatensystem eingepasst wurden. In die so erstellten Fassadenpläne und Grundrisse werden Materialien, Schäden, Verwitterungszustand, Vegetation und andere objektspezifische Informationen eingetragen (Abb. 2). Diese können, da sie ortsgebunden sind, von allen Projektbeteiligten mit weiteren Informationen (z.B. zur Baugeschichte der

Mauer, den Vogelnistplätzen u.a.) beliebig ergänzt werden. Das so entstehende GIS ist somit zugleich flexibles Kartierinstrument und umfassende Datenbank und bildet die Grundlage für die Bauleitplanung und den Massnahmenkatalog bei den Restaurierungsarbeiten an der Museggmauer.

### Burgruinen-Projekt

Ziel des Projektes «Rettung von Ruinen vor dem Zerfall – Gefährdung und nachhaltige Pflege von mittelalterlichen Burgruinen» (kurz «Burgenprojekt», siehe auch «Aktivitäten Labor Zürich» in diesem Jahresbericht) ist es, ein Konzept für einen landesweiten «Schadensatlas» für die Burgruinen der Schweiz zu erstellen. Hierbei geht es nicht nur um die Bestandesaufnahme von Einzelbauten sondern auch um eine übergreifende Gefährdungsanalyse von Burgruinen in der Schweiz. In diesem Atlas sollen Bestand, Zustand, Schäden und die Gefährdung der Burgruinen in ihrem topographisch, geologisch, historisch und kulturellen Umfeld übersichtlich dargestellt und verglichen werden können. Ausgehend von den mehreren hundert bis tausend Burgruinen der Schweiz braucht es ein gutes Instrument, um solch grosse Mengen an raumbezogenen Daten einheitlich zu erfassen, verwalten und analysieren zu können. Auch hier bieten GIS mit den dazugehörigen Datenbanksystemen das zur Zeit beste Arbeitsinstrument.

Grundlage für den Schadensatlas ist das Schweizer Landeskoordinatensystem, in dem die Grundrisse der Burgruinen eingetragen werden (Abb. 3). In sogenannten «Layers» können beliebig viele Informationen aus vorhandenem Kartenmaterial und aus Luftbildern ergänzt werden, welche dann zur Analyse von Umgebungsfaktoren und Gefährdung und zur Bestimmung der Herkunft der Materialien herangezogen werden.

Problematisch bei dieser Herangehensweise ist, dass die Fassaden der Burgruinen in die Fläche projiziert werden müssen, was die Beschreibung einzelner Merkmale sehr erschwert. Zurzeit wird an einer Lösung dieses Problems gearbeitet; ein Bericht ist für 2006 geplant. In diesem Bericht wird ein Pilotsystem präsentiert werden, das im Vorderrheinthal/Surselva (GR) getestet wurde. Das Projekt wurde bisher in enger Zusammenarbeit mit der Forschungsstelle für Technologie und Konservierung (FTK) des Instituts für Denkmalpflege der ETH-Zürich durchgeführt.

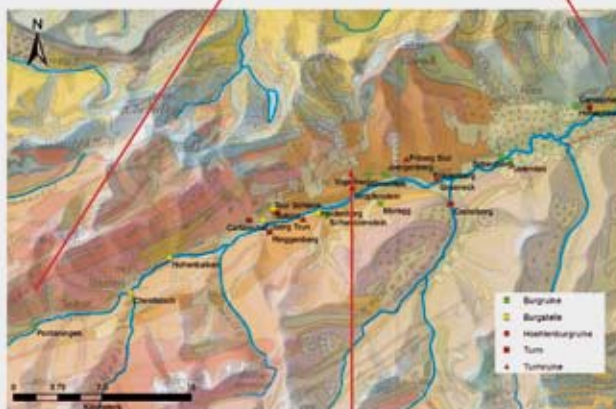
### Zukunftspotential von GIS

In der praktischen Denkmalpflege stecken Geographische Informationssysteme noch immer in den Kinderschuhen. Erste Anwendungsversuche und auch Erfolge haben jedoch gezeigt, welches Potential, insbesondere zu allgemeinen Dokumentationszwecken, für den Austausch von Informationen, bei der Bauleitplanung, für



## GIS-basierter Schadensatlas für Burgruinen der Schweiz

"Work in progress" - Herbst 2005



Testaufnahmen der eingezeichneten Burgruinen im Vorderrheintal 2005

Das GIS kann mit topographischen Karten, Luftaufnahmen und thematischen Karten beliebig ergänzt werden.

### Legende

- Bausteine: Ilanz Verrucano
- Exponierter Bereich
- Lose Putzfragmente
- Gesicherte Putzfragmente
- Verwitterung Mittel
- ✱ Tiefenverwitterung
- Tropfen/Wasserlauf von oben
- Gesicherte Mauerkrone (Steinplatten)

Expert-Center für Denkmalpflege/Institut für Denkmalpflege ETH  
Per Storemyr 2005



Burgruine KROPFENSTEIN  
Kartierungsbeispiel  
Georeferenzierter Grundriss

Grundriss nach  
Clavadetscher &  
Meyer 1984



Abb. 3: Burgenprojekt: Vorläufige Struktur und Informationsgrundlagen des Schadensatlas.

Massnahmenkataloge sowie für Risikoabschätzungen in dieser relativ neuen Technologie steckt. Der Aufwand und die Kosten lohnen sich vor allem für größere, übergreifende und interdisziplinäre Projekte und Restaurierungsarbeiten.

#### **Labor Zürich**

Sachbearbeiter, Text und Photos: Dr. Per Storemyr und Dr. Sophie Wolf

---

#### Literatur

Bill, R. (1994): *Grundlagen der Geoinformationssysteme*. Heidelberg.

Saurer, H. und Behr, F.-J. (1997): *Geographische Informationssysteme. Eine Einführung*. Darmstadt.

Inkpen, R. J., Fontana, D. and Collier, P. (2001): Mapping Decay: Integrating Scales of Weathering within a GIS. *Earth Surf. Process. Landforms* 26, 885–900.

Joly, K., Donald, T. and Comer, D. (1998): Cultural Resource Applications for a GIS. Stone Conservation at Jefferson and Lincoln Memorials. *CRM*, No 2.

Storemyr, P. (2003): Monitoring von Monumenten und archäologischen Stätten. *Jahresbericht des Expert-Center für Denkmalpflege* 2003, 28–31.

Storemyr, P., Küng, A. and Bionda, D. (2004): Monitoring and risk assessment of monuments and archaeological sites in the Nemi basin, Colli Albani, Italy. Vol.1: Report. *Forschungsbericht Nr. 2004.039*; EU project DEMOTEC – A: Pilot GIS development Nemi 1–79.

Staschull, M. und Grindel, A. (2000): Computergestützte Dokumentation. Das Beispiel der Raumschale des Kaisersaals der Residenz Würzburg, *Restauro* 5/2000, 332–335.

Djindjian F. (1993): Les systèmes d'information en archéologie, *Archeologia e Calcolatori*, 4, 9–25.

Djindjian F. (1998): Gis usage in Worldwide Archaeology, *Archeologia e Calcolatori*, 9, 21.

Moscato P. (ed.) (1998): Methodological Trends and Future Perspectives in the Application GIS in Archaeology, *Archeologia e Calcolatori*, 9.

The background of the entire page is a high-magnification microscopic image of a material surface, likely stone or concrete. It shows a complex, granular texture with various shades of brown, tan, and grey, interspersed with lighter, almost white, crystalline or mineral inclusions. The texture is irregular and porous. At the top of the page, there is a solid blue horizontal bar that serves as a header.

# EXPERT CENTER

für Denkmalpflege  
pour la Conservation du Patrimoine Bâti  
for Conservation of Monuments and Sites

## Jahresbericht 2005

Stiftung zur Förderung der naturwissenschaftlichen  
und technologisch-konservatorischen Lehre und Forschung  
auf dem Gebiet der Denkmalpflege

## *Rapport annuel 2005*

*Fondation pour l'encouragement de la recherche et  
de l'enseignement des techniques scientifiques de conservation  
dans le domaine du patrimoine bâti*