

## Verbundprojekt 'MayaArch3D'

Ein webbasiertes 3D-GIS zur Analyse der Archäologie von Copan, Honduras

Jennifer von Schwerin, DAI/KAAC

Bisher gab es keine Infrastrukturen für die Aufbewahrung und Nutzung von 3D-Modellen, die in zunehmender Zahl von archäologischen Funden (z. B. Keramik, Skulpturen, Gebäuden oder ganzen Städten) angefertigt werden. Wo sollen solche digitalen Objekte aufbewahrt werden, damit Forscher sie im Internet sehen, analysieren und mit anderen Modellen vergleichen können? Wie können sie mit anderen archäologischen Daten verknüpft werden, damit man diese 3D-Modelle in einer virtuellen Welt erforschen kann?



Abb. 1: 3D Geobrowser des MayaArch3D Projektes (<http://MayaArch3D.org>)

An dieser Schnittstelle zwischen Archäologie und Computerwissenschaften arbeitet das Verbundprojekt „MayaArch3D“, an dem das Deutsche Archäologische Institut (DAI), welches die Aufgaben der Altertumswissenschaften bearbeitet, und der Lehrstuhl für Geoinformatik und das Interdisziplinäre Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen der Universität Heidelberg, welches sich mit den Fragen der Informatik beschäftigt, beteiligt sind. Ziel des Verbundprojektes MayaArch3D ist es, ein neues Forschungswerkzeug für die Archäologie zu entwickeln, welches es erlaubt, 3D-Modelle und Funktionen von Geographischen Informationssystemen (GIS) für die Dokumentation und Analyse archäologischer Fundstätten auf einer Internet-Plattform zusammenzuführen. Zwei- und dreidimensionale Daten und Modelle von unterschiedlichster Art und Auflösung werden in eine sogenannte Geodateninfrastruktur (GDI) mit webbasierten interaktiven Analyse- und Visualisierungswerkzeugen eingebunden, so dass archäologische Analysen online in einem georeferenzierten System vorgenommen werden können. Abfragen von Zugangsmustern und Sichtverbindungen, Siedlungsplänen, topographischen Merkmalen, Richtungen, Material- und Fundverteilungen, die bisher nur in 2D-, oder 2.5D-Ansichten durchgeführt werden, sollen in der 3D-Umgebung möglich sein. Dabei werden weit verstreute Informationen und Objekte auf einer Internetplattform nach internationalen Standards dokumentiert, georeferenziert, virtuell zusammengeführt und analysiert.

Als Untersuchungsgebiet wurde die UNESCO Weltkulturerbestätte Copan in Honduras gewählt. Bei der in MayaArch3D entwickelten Infrastruktur handelt es sich jedoch um einen Prototyp, der nach-

entsprechender Anpassung auch in anderen komplexen Ruinenstätten weltweit eingesetzt werden kann und eine Kombination aus Visualisierungs- und Analysewerkzeuge für die eHumanities bereitstellt.

Copan ist einer der wichtigsten Fundorte der klassischen Maya-Kultur. Er liegt nahe der Grenze der heutigen Staaten Guatemala und Honduras, innerhalb der südöstlichen Peripherie des Mayagebietes. Copan zeichnet sich gegenüber anderen Mayafundorten durch seine zahlreichen Tempel mit skulptierten Steinmonumenten und seiner besonders großen Anzahl an Hieroglypheninschriften aus. Seit 1885 werden in Copan Ausgrabungen durchgeführt. Archäologen aus Honduras, den USA, aus England, Japan, Frankreich und Deutschland konnten die ununterbrochene Geschichte eines Königreiches rekonstruieren, das zwischen 427 und 820 n. Chr. von sechzehn Herrschern regiert wurde.

Die Analyse der räumlichen Struktur von Copan kann wichtige Aufschlüsse über die Strukturierung des Ortes, die sozioökonomischen Verhältnisse, die Veränderung des Stadtbildes im Laufe der Zeit und die Geschichte der Maya-Kultur im Allgemeinen geben. Dafür werden Informatik-gestützte Werkzeuge benötigt, die im Rahmen des Projekts erstmals sowohl web-gestützt, als auch in 3D und auf Standards basierend erarbeitet werden sollen. Durch die Nutzung virtueller Landschaften und GIS-Karten, die mit durchsuchbaren Datenbanken verlinkt sind, können Wissenschaftler interaktive Analysen von Beziehungen und Veränderungen über Raum und Zeit anstellen.

## Projekttätigkeiten 2012-2103

### Teilprojekt Archäologie

Die zentrale Aufgabe des Teilprojektes Archäologie ist es, die Informationen zur Archäologie, Architektur und zu Funden aus Copan nach Datentyp, Informationsgehalt und insbesondere hinsichtlich ihrer späteren Verwendung für die GIS-Analyse zu sammeln, zu strukturieren und in einer Datenbank abrufbar zu machen. Das Teilprojekt Archäologie koordiniert die Datensammlung von Informationen zum Copan des 8. und 9. Jahrhunderts in Archiven, Museen und im Feld, sowie die Datenaufbereitung und -strukturierung.

Am Anfang des Projektes im Jahre 2012 entwickelte das Teilprojekt Archäologie das konzeptuelle Design der Datenbank und bestimmte die Funktionen, die für das Tool (QueryArch3D) entworfen werden müssen, um ab 2014 die ersten Tests durchzuführen. iDAI.field – das Datenbanksystem des DAI, wurde von den MayaArch3D Projektmitarbeitern in Zusammenarbeit mit der IT-Abteilung des Deutschen Archäologischen Instituts (DAI) Berlin unter der Leitung von R. Förtsch für die Verwaltung von Metadaten von 3D Modellen und den Einsatz in der Maya-Archäologie angepasst.

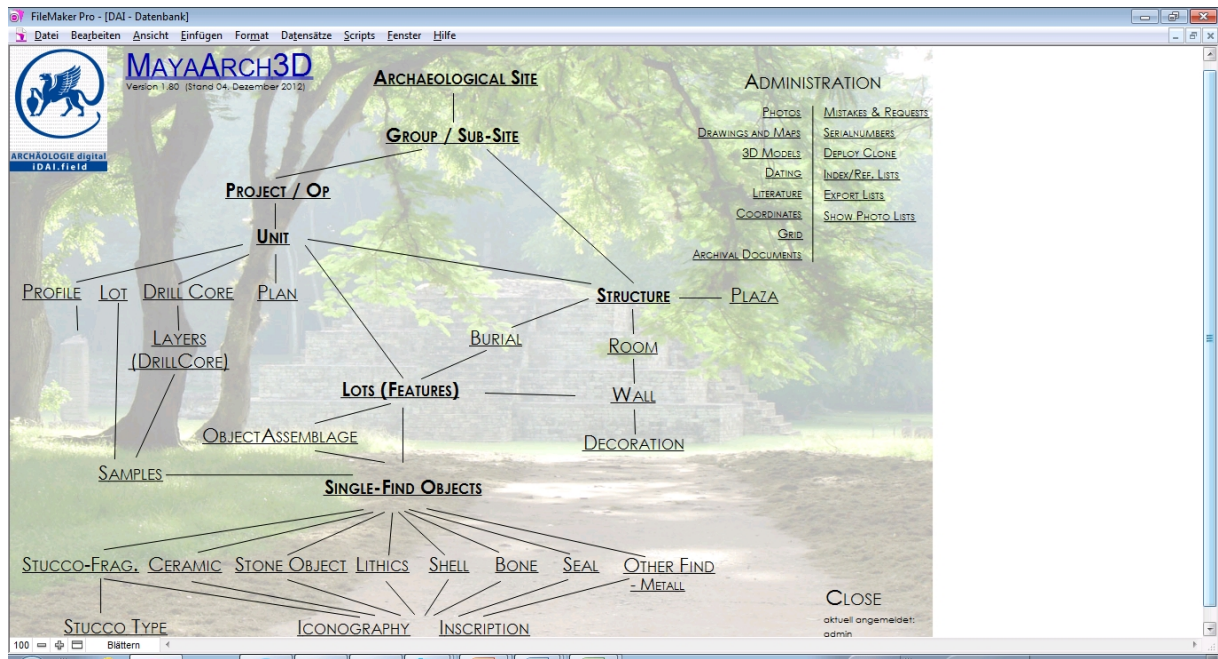


Abb. 3: IDAi.field adaptiert für Maya-Archäologie

The screenshot shows the MAYAARCH3D - 3D MODELS form in the iDAI.field database. The form is titled 'MAYAARCH3D - 3D MODELS' and has a 'Start Page' button. It contains several sections for data entry:

- Title:** Temple-22
- Brief Description:** 3D CAD model of the Jv's hypothetical reconstruction of Temple 22
- 3D Model:**
  - Created By: Maurizio Forte et al.
  - Created On: 2011
  - Software: 3D Studio Max
  - Attributes: ☐ Textured, ☐ Color Vertex, ☒ Segmented, ☒ Georeferenced, Reality-Based? ☒ yes, ☐ no
  - Resolution:
  - Georef. Info:
  - No. Triangles:  No. Points:
  - Copyright: MayaArch3D/UC Merced
  - File-Name:  File-Format:  File-Size:
  - File Location:
  - URL:  Data Location: UC Merced
- Laserscan / Photogrammetry:**
  - Created By:
  - Created On:
  - Scanner Model:
  - Parameter:
  - No. of Scans:
  - Avg. Sampling Dist.:
- Drawings&Maps:**
  - Existing Drawings? ☐ yes, ☒ no
  - MayaArch3D:
  - No. 3D Model:
  - No. Temple 22 CAD Model:
  - Link to Record: [Structure 101-22\\_ID 2533](#)

Abb. 4: Neue iDAI.field Tabelle für 3D Modelle die von MayaArch3D angelegt wurde

Neue Tabellen für 3D Modelle, Fundstellen, Projekte, Sub-Projekte, Ikonographie, und Inschriften wurden angelegt. Die Benutzeroberfläche wurde neu gestaltet und auf Englisch und Spanisch übersetzt. Diese Datenbank dient als Zwischenlösung für die Datensammlung und Dateneingabe, bis 2014 ein leistungsfähigeres PostGris Datenbanksystem entwickelt wird.

Während Laborarbeiten in Bonn, einer Feldkampagne im April 2013 und einem Forschungsbesuch im American Museum of Natural History in New York im Mai 2013 wurden Daten für das System gesammelt, digitalisiert, und für die Eingabe in die Datenbank strukturiert.





Abb. 5: Altar der Stele 13 in Copan (KAAK, Laura Stelson)

Abb. 6: Keramik aus einer Altgrabungen im Gebäude 10L-18 (KAAK, Mike Lyons)

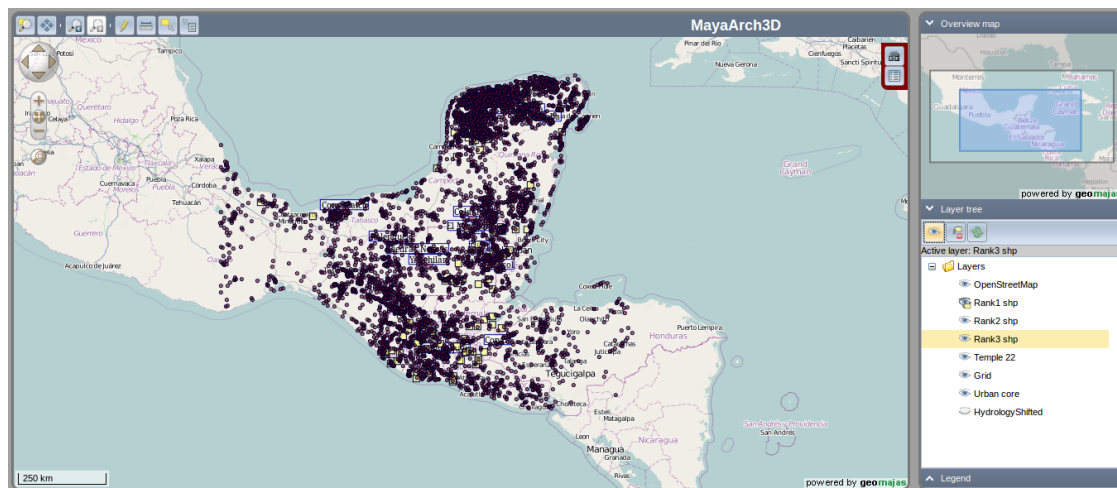


Abb. 7: Geobrowser mit 6000 archäologische Fundstellen

Die bisher gesammelten Daten umfassen Koordinaten von 6000 archäologischen Fundstellen, 224 davon in Honduras. Für Copan wurden ein geografisches Informationssystem (GIS) und eine 3D-computersimulierte Stadtlandschaft, die 24 Quadratkilometer und 3000 Strukturen des Copantals erfasst, erarbeitet. Derzeit werden weitere Daten in die Datenbank eingetragen: Struktur- und Gruppennamen, Typenbezeichnungen, Gebäudehöhen, Konstruktionsdaten und dazugehörige Herrscher, sowie ikonographische und epigraphische Informationen zu über 3000 Skulpturstücken.

3D-Modelle von Skulptur und Architektur, die 2013 mit airborne und terrestrischem Laserscanning und Fotogrammetrie und auch CAD angefertigt wurden, werden jetzt segmentiert, mit ihren archäologischen Attributen und Meta-daten verlinkt und als Testobjekte für das 3D-Dokumentationssystem verwendet.



Abb. 8: Scannen der Ruinen des Tempels 18, Copan (KAAK Fabio Remondino, FBK Trento)



Abb. 10: Vorläufige Modelle des Laserscans von Tempel 18 (KAAK: Fabio Remondino)

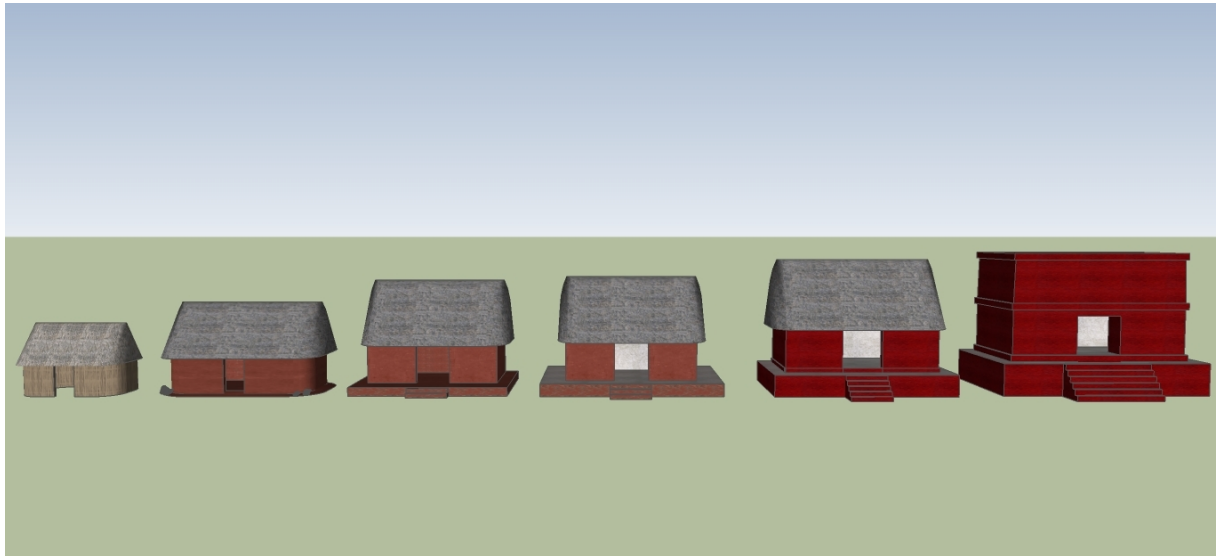


Abb. 11: CAD Modelle von verschiedenen Gebäudetypen in Copan (Heather Richards-Rissetto)

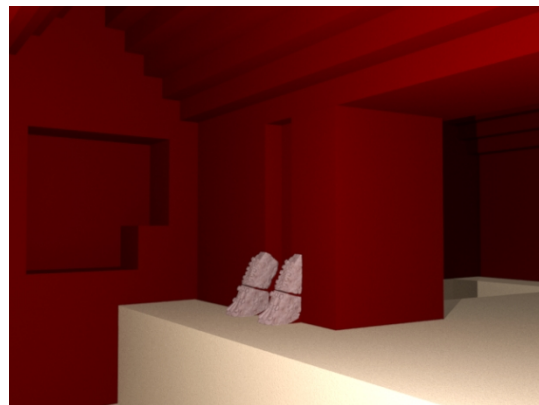
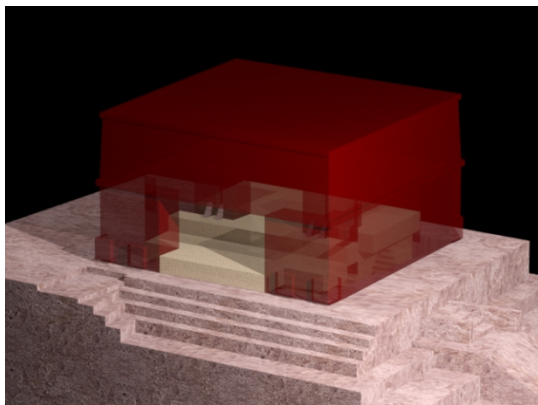


Abb. 12: Erste Versuche der Rekonstruktion des Tempels 18 in Copan (KAAK: Mike Lyons)

*Derzeit wird an einem computergrafischen 3D-Modell von Tempel 18 in Copan gearbeitet, welches wirklichkeits-basierende Modelle von Bauschmuckelementen mit virtuellen Rekonstruktionen oder Simulationen kombiniert. Zudem wurden 2013 LIDAR Daten von einer 24km<sup>2</sup> großen Fläche des Copan-Tales gesammelt und werden bis Ende des Jahres prozessiert.*



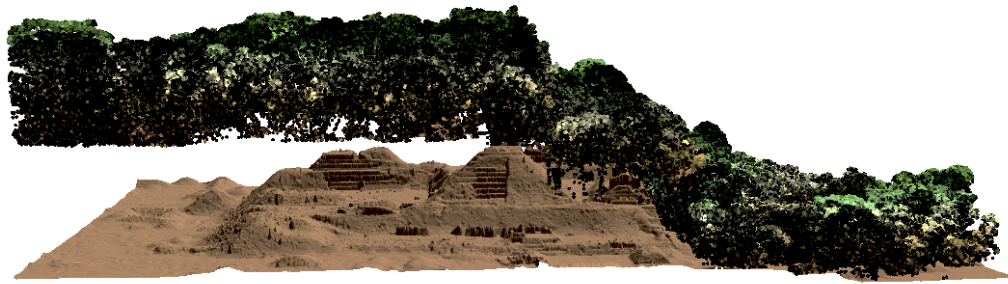


Abb. 13: Erste Ergebnisse der LiDAR Daten von Copan (KAAK)

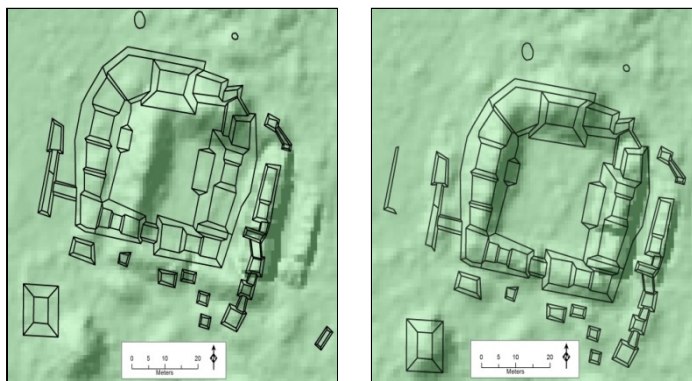


Abb. 14: Vergleich zwischen LiDAR Daten und Karten von Copan aus den 80er Jahren (Richards-Rissetto)

2014 wird das Teilprojekt Archäologie in Copan und Museumssammlungen weitere 3D Daten aufnehmen, strukturieren und in die Datenbank eingeben. Die ersten Analysen im online System werden durchgeführt und geprüft.

### Teilprojekt Geoinformatik

Von 2012 bis 2013 prüfte das Teilprojekt Geoinformatik neue OpenSource Software-Optionen, die auf WebGL basieren, um eine neue Plattform aufzubauen und entschied sich für Three.js – eine JavaScript-Bibliothek in Kombination mit WebGL. Diese Kombination dient als Framework für die Entwicklung der webbasierten 3D Umgebung.

Die Geoinformatiker entwickelten auch einen Geobrowser (interaktive Landkarte, die verschiedene Ebenen von Daten visualisieren und abfragbar machen kann) auf Grundlage von Geomajas, einem Open-Source-GIS-Framework für das Web, welches der Anzeige und Bearbeitung der 2D- und 2,5D-Geodaten dient, und integrierte dazu ein „3D Single Objekt Viewer“ um hochaufgelöste 3D Modelle online zu visualisieren und zu analysieren.

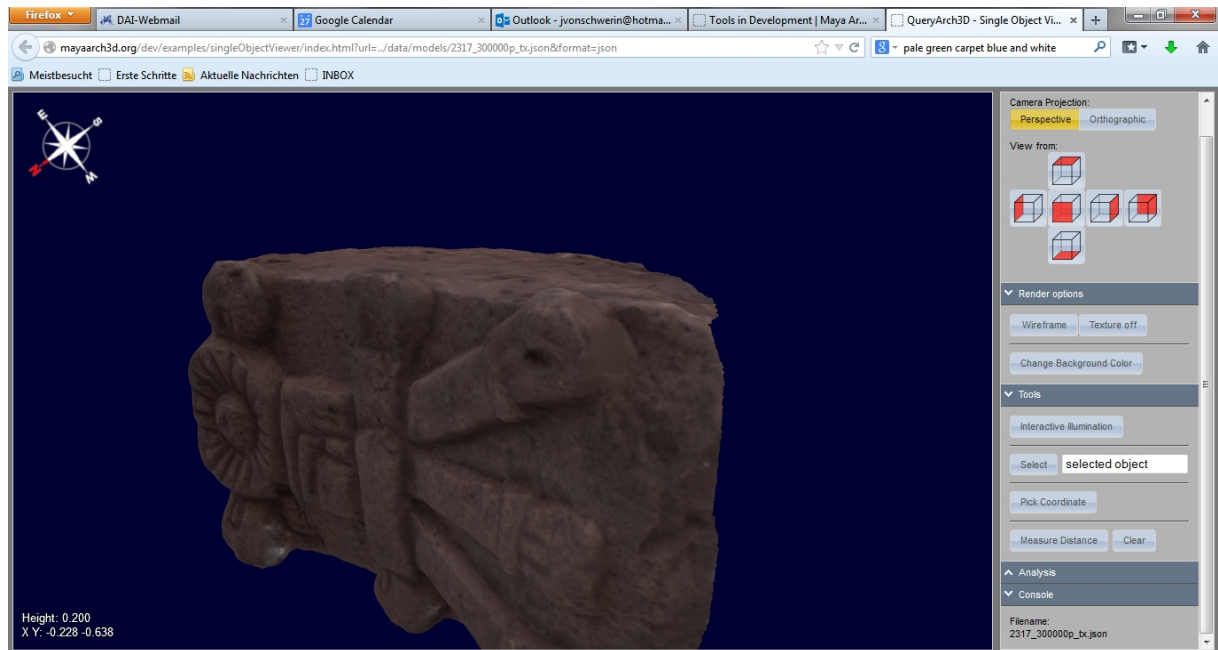


Abb. 15: Single-Object 3D Viewer

Bis Ende 2013 wird eine geeignete Schnittstelle für die Kommunikation zwischen der iDAI.feld Datenbank und der Datenbank für die 3D Objekte (Postgresql/PostGIS) entwickelt, damit Attribute und Meta-Daten von den (oft digitalen) archäologischen Objekten im Geobrowser und 3D Viewer visualisiert werden können. Ab Januar 2014 können in diesen zwei Modulen schon zwei- und dreidimensionale archäologische Daten unterschiedlichster Art und Auflösung gespeichert, dargestellt und abgefragt werden. Hierbei wurde ein System zur Verwaltung der unterschiedlichen Nutzergruppen entwickelt, so dass die Daten gleichzeitig von mehreren Forschergruppen mit verschiedenen Niveaus von Nutzerrechten genutzt werden können.

Im kommenden Jahr werden die Geoinformatiker zudem die 3D-Umgebung für das System entwickeln, die raumbezogenen Abfragemöglichkeiten und GIS-Funktionen konstruieren, und eine Transparenzfunktion entwerfen, um 3D-Rekonstruktionen von den realitätsbasierten Modellen abzuheben. Im- und Exportverfahren der unterschiedlichen 3D Datenformate werden auch unter Berücksichtigung internationaler Standards entwickelt.

Förderung : Bundesministerium für Bildung und Forschung, Gerda Henkel Stiftung

Leitung des Projekts: M. Reindel

Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen:

Teilprojekt Archäologie: Wissenschaftliche Mitarbeiterin: J. von Schwerin; studentische Mitarbeiter: F. Fecher, M. Lyons, J. Meyer, L. Stelson,

Teilprojekt Geoinformatik: M. Auer, N. Billen, L. Loos, A. Zipf

Kooperationspartner: Deutsches Archäologisches Institut, Kommission für Außereuropäische Archäologie, Geographisches Institut, Lehrstuhl Geoinformatik, und das Interdisziplinäre Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (IWR) der Universität Heidelberg; IT Abteilung, Deutsches Archäologisches Institut, Berlin; 3D Optical Metrology Group, Bruno Kessler Foundation (FBK), Trient, Italien; Honduranisches Institut für Archäologie und Denkmalpflege (IHAI), Middlebury College, Vermont, USA.



Projektveröffentlichungen 2012-2013:

Von Schwerin, J. , H. Richards-Risetto, F. Remondino, and G. Aguiaro

2013 The MayaArch3D Project: A 3D WebGIS for Analyzing Ancient Maya Architecture and Landscapes at Copan, Honduras. *Literary and Linguistic Computing* 2013, doi: 10.1093/lc/fqt059. Oxford University Press.

Billen, N., Loos, L., Auer, M., Zipf, A., Richards-Risetto, H., Reindel, M. & von Schwerin, J.

2013 Development of a 4D-webgis for archaeological research, Workshop on integrating 4D, GIS and cultural heritage, 16th AGILE 2013, Leuven.

Auer, M., Loos, L., Billen, N., Zipf, A., von Schwerin, J., Reindel, M. & Richards-Risetto, H.

2013 MayaArch3D - A web based 3D geoinformation system to analyse the archaeology of Copán, Honduras.- Poster at BMBF Kick-Off Workshop of the eHumanities joint projects 8.-9. April 2013 Leipzig