

Heidengraben 3D: Möglichkeiten der virtuellen Darstellung

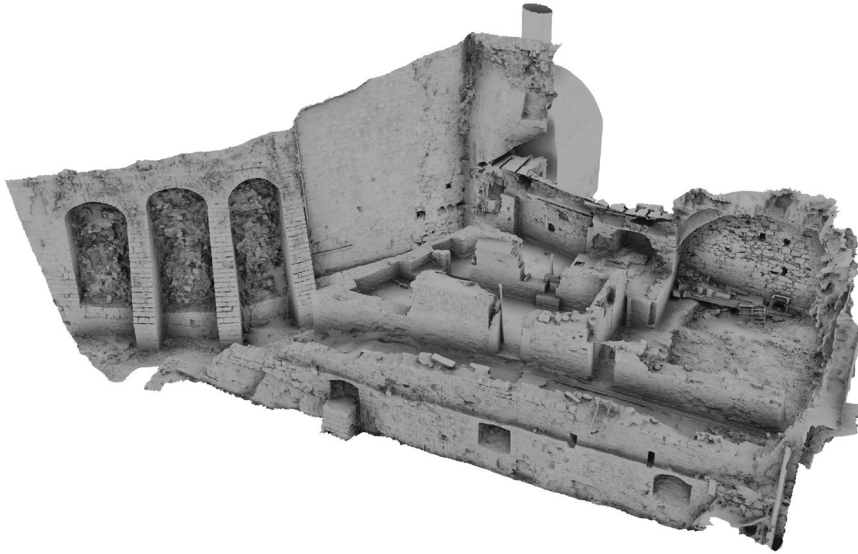
Stephan M. Heidenreich

Aus gegebenem Anlass fand das Kolloquium „Befund – Rekonstruktion – Touristische Nutzung. Keltische Denkmale als Standortfaktoren“ im November 2013 auf dem Heidengraben am nördlichen Rand der Schwäbischen Alb statt. Die Gemeinden Erkenbrechtsweiler, Grabenstettem und Hülben, auf deren Gebiet das größte spätlatènezeitliche Oppidum Mitteleuropas liegt, sowie der örtliche Kulturverein FAKT sind bereits seit mehreren Jahren bestrebt, den Heidengraben über die archäologische Fachwelt hinaus auch für Touristen als erlebenswertes Reiseziel zu etablieren. So stand seit einiger Zeit die Idee der Rekonstruktion einer kompletten Toranlage im Bereich des Tores G im Norden des Oppidums im Raum, die die derzeit bestehende, nur etwa einen Meter aufgehende Teilrekonstruktion des archäologischen Befundes ersetzen sollte. Nach den verschiedenen Beiträgen des Kolloquiums zeigte die abschließende Diskussion jedoch, dass das für den Heidengraben angedachte Projekt nur schwierig zu realisieren sein würde. Die vorgestellten Rekonstruktionen und öffentlichen Präsentationen keltischer Denkmale in Deutschland und Österreich führten die Kosten und den Aufwand bei Pflege und Erhaltung solcher Anlagen vor Augen. Es wurde deutlich, dass die

Umsetzung einer Torrekonstruktion auf dem Heidengraben nur schwer zu stemmen wäre. Zudem stellte sich die Frage, ob ein derartiger Aufwand für eine einzige Torrekonstruktion geeignet ist, um den als großräumiges Denkmal zu begreifenden Heidengraben adäquat zu repräsentieren.

Doch was bleibt, wenn man dieses einzigartige archäologische Denkmal, dessen Relikte auch heute noch in der Kulturlandschaft sichtbar sind, ohne große Baumaßnahmen vor Ort erlebbar machen möchte? Wie kann man den Heidengraben in adäquater Weise präsentieren, dabei etwas Neues schaffen sowie Aufmerksamkeit und Interesse an diesem großräumigen Bodendenkmal wecken?

Ein Lösungsansatz liegt in der Kombination von Methoden moderner archäologischer Feldforschung mit der Nutzung neuer Medien, ohne dass umfangreiche Investitionen oder Bauarbeiten und Eingriffe in die Denkmalsubstanz notwendig wären. Seit mehreren Jahren werden archäologische Denkmale und Ausgrabungsflächen von der baden-württembergischen Denkmalpflege mit moderner Technik dreidimensional erfasst. Dies geschieht vornehmlich zu wissenschaftlichen Dokumentationszwecken. Darüber hinaus bietet eine Veröffentlichung speziell aufbereiteter 3D-Com-



1 Beispiel eines detailgetreuen 3D-Modells: Pfisterei und Rossmühle der Hochburg bei Emmendingen im einfarbigen, mittels „Ambient Occlusion“ verschatteten 3D-Modell.

putermodelle über das Internet die Möglichkeit, archäologische Denkmale für die Öffentlichkeit jederzeit und überall erlebbar zu machen.

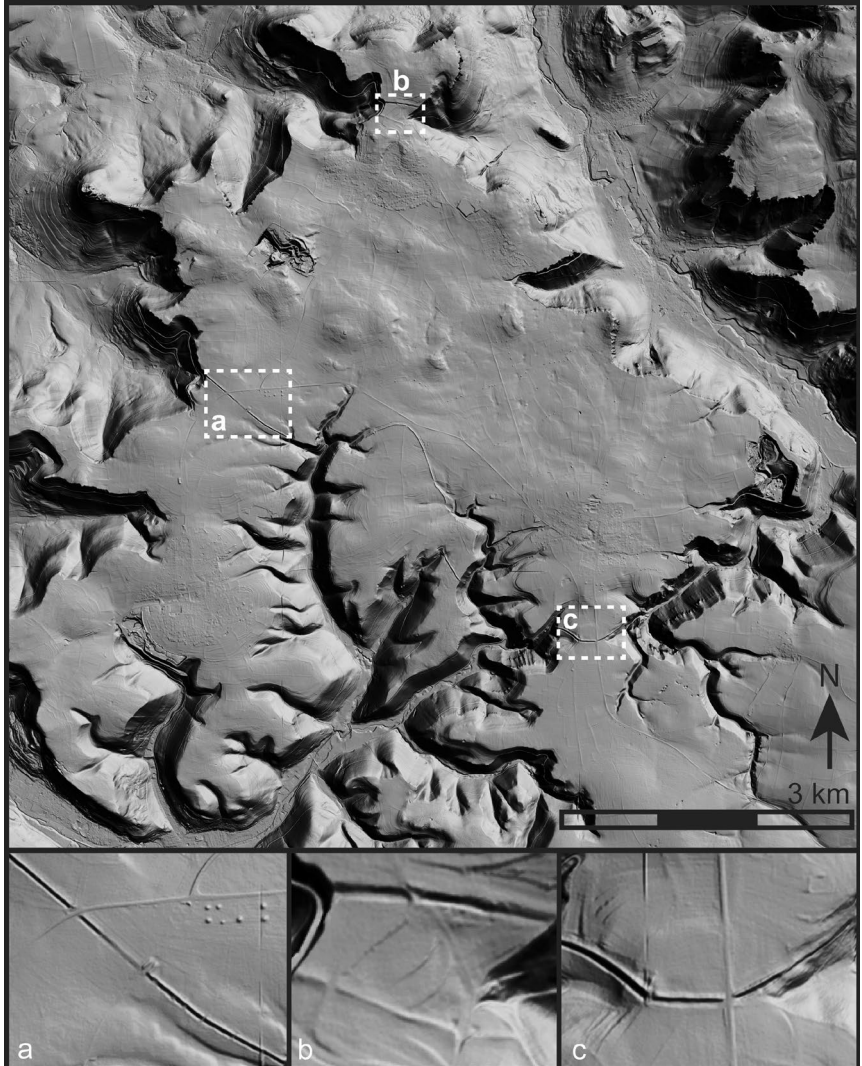
3D-Modelle in der Archäologie

Die baden-württembergische Denkmalpflege setzt bei der dreidimensionalen Dokumentation archäologischer Befunde und Funde eine Vielfalt von Methoden und Techniken ein. Je nach Bedarf und Zweck kommen terrestrische Laserscanner oder Streifenlichtscanner zum Einsatz. Mit diesen Geräten werden die Objekte aus verschiedenen Perspektiven vermessen. Das Ergebnis ist eine dreidimensionale Punktwolke, die mit geeigneter Software und leistungsstarken Rechnern zu Polygonnetzen vermascht werden. Eine jüngst neu eingesetzte Methode ist das sogenannte SfM („Structure from Motion“), bei dem dreidimensionale Punktwolken aus Serien von Digitalfotos gewonnen werden können.

Die erzeugten Polygonnetze – sogenannte „Meshes“ – können auf vielfältige Weise mit verschiedenen Texturen, Farbgebungen, Schattierungen und Beleuchtungen dargestellt werden (Abb. 1). Durch die Möglichkeit, die Meshes mit Fototexturen zu belegen, können auch fotorealistische 3D-Modelle von archäologischen Funden und Befunden erzielt werden.

Als zusätzliche Ressource dreidimensionaler Daten ist jüngst die flächige Erfassung ganzer Landschaften durch das sogenannte „Airborne Laserscanning“ mittels LiDAR („Light Detection and Ranging“) hinzugekommen. Mittlerweile ist ganz Baden-Württemberg mit dieser Methode vermessen. Archäologische Bodendenkmale, die sich an der Erdoberfläche als Reliefstruktur abzeichnen, werden durch die LiDAR-Daten sichtbar (Abb. 2). Die Vegetation kann aus den Daten herausgefiltert werden, so dass eine visuelle Darstellung sogar dann

2 Karte der Region des Heidengrabens auf Basis von LiDAR-Daten, mit vergrößerten Detailansichten: a) Grabhügel am Burrenhof und Wallabschnitt mit Tor F, b) spätlatènezeitlicher Wall mit Tor G und nördlich davon gelegene mittelalterliche Befestigungsanlagen, c) südlicher Wallabschnitt.

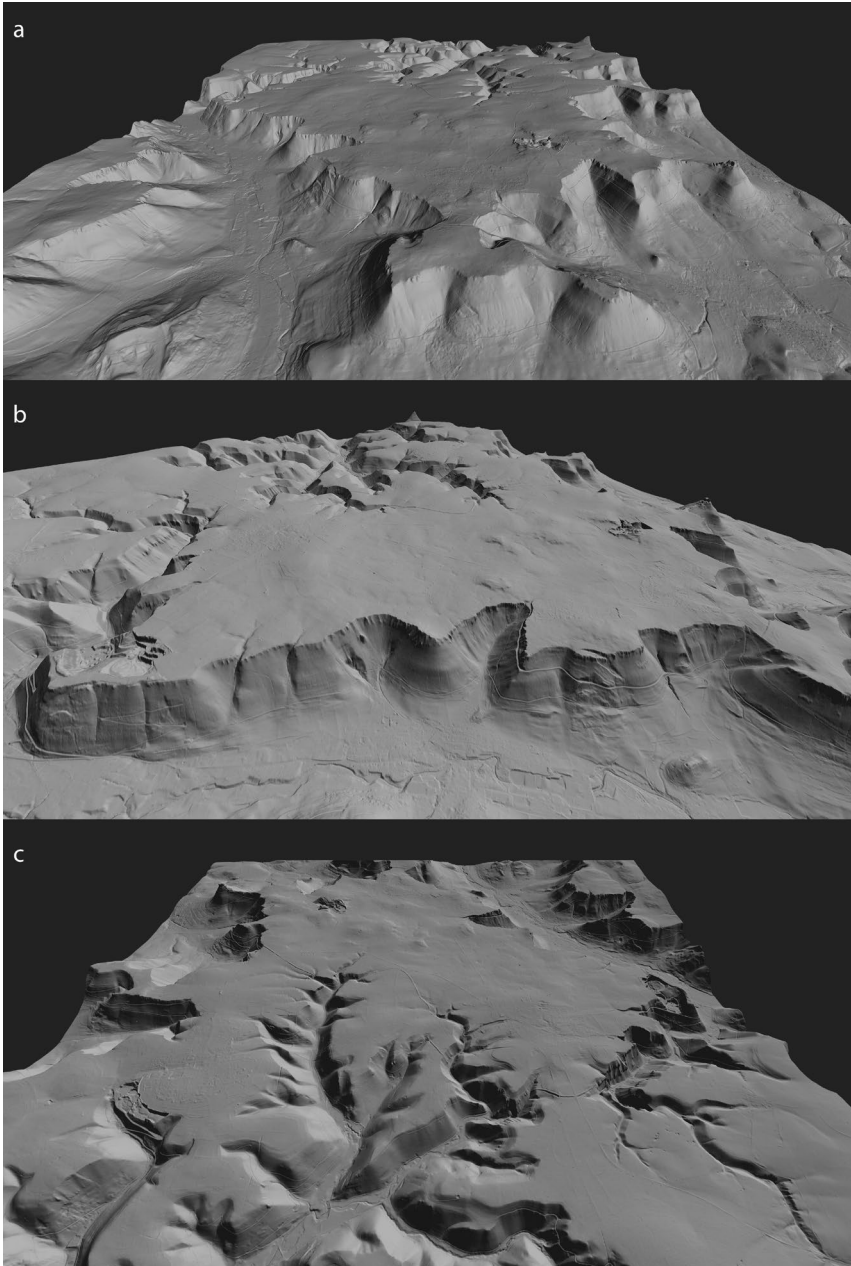


möglich ist, wenn ein Denkmal beispielsweise durch Waldbewuchs nicht unmittelbar aus der Luft sichtbar ist. Da LiDAR-Daten dreidimensionale Punkte als Resultat eines Laserscans sind – im Prinzip ganz ähnlich den Daten, die beim terrestrischen Laserscan eines archäologischen Befundes erzeugt werden –, lassen sie sich neben der kartographischen Darstel-

lung auch zur Erstellung von 3D-Computermodellen verwenden.

Möglichkeiten der virtuellen Darstellung des Heidengrabens

Eine adäquate virtuelle Darstellung des archäologischen Bodendenkmals Heidengraben bietet sich v. a. durch die Visualisierung mittels LiDAR-Daten an. Terrestrisches Laserscanning



3 Ansichten des Heidengrabens im 3D-Computermodell, 1,5-fach überhöht: a) von Norden, b) von Nordosten, c) von Süden.

und SfM zur Dokumentation einzelner Wälle und Hügel oder gar der bestehenden Rekonstruktion von Tor G würden hingegen nur wenig Erkennt-

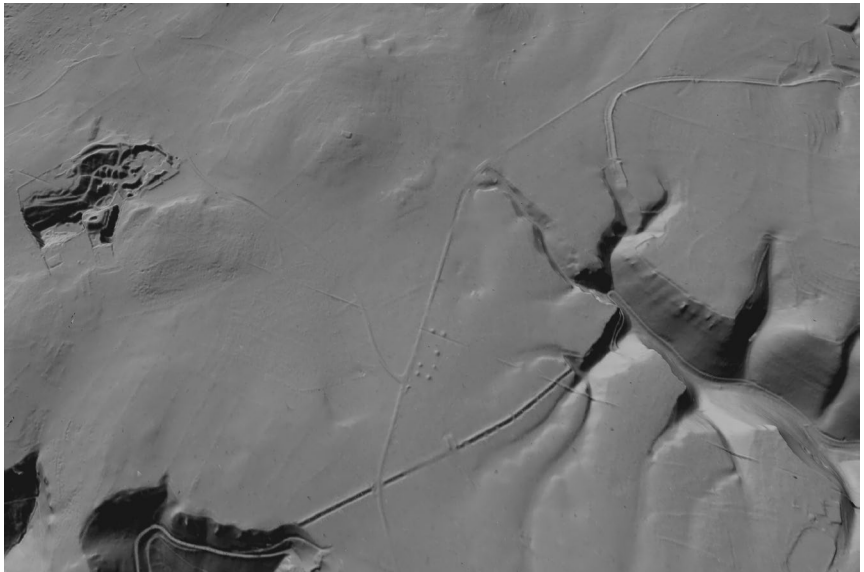
nisgewinn und nur beschränkt ergebnisreiche 3D-Modelle erbringen.

Einzigartige Möglichkeiten der dreidimensionalen Visualisierung

großer Flächen wie dem Heidengraben eröffnen sich hingegen dank der LiDAR-Daten. Mit ihnen kann das gesamte Denkmal Heidengraben virtuell dargestellt werden. Dabei ist es möglich, die Vegetationsdecke auszublenden, um die örtliche Topographie „ungestört“ sichtbar zu machen.

LiDAR-Daten liegen zunächst kachelweise als dreidimensionale Punktkoordinaten vor und können über größere Gebiete aneinander gereiht dargestellt werden. Bei einem Kartenausschnitt von neun auf neun Kilometer, der den gesamten Heidengraben samt seines Umfeldes erfasst, ergibt sich für dieses Areal eine Datenmenge von ca. 18 Millionen Messpunkten, die sich zu einem Mesh mit ca. 9 Millionen Polygonen verrechnen lassen. Das Ergebnis ist ein detailliertes, frei drehbares 3D-Geländemodell, das unterschiedlichste Perspektiven auf den Heidengraben zulässt.

Gesamtansichten des Modells lassen deutlich die ebene Hochfläche mit den umliegenden Flusstälern erkennen und führen die topographische Gesamtsituation vor Augen (Abb. 3). Da für das hier vorgestellte Modell die LiDAR-Daten ohne Erfassung der Oberflächenvegetation und der modernen Bebauung verwendet wurden, zeigen sich auch sehr anschaulich die schroffen Hangkanten des Heidengrabens. Zudem sind Wallanlagen und die wiederaufgeschütteten Grabhügel am Burrenhof zu erkennen (Abb. 4). Beachtet werden sollte bei einem solchen Modell, dass moderne Straßenzüge sowie größere Bodeneingriffe wie der im Nordwesten des Heidengrabens befindliche Steinbruch sichtbar bleiben. Nichtsdestotrotz bietet das 3D-Computermodell einen einzigartigen und realitätsgetreuen Blick auf den Heidengraben, wie er vor Ort in dieser Perspektive nicht möglich ist.



4 Detailansicht auf den Heidengraben im 3D-Computermodell, Blick auf die Hügel am Burrenhof (an der Straße gelegen) und Wallanlagen im Süden, von Westen gesehen; am linken Bildrand ist der moderne Steinbruch zu erkennen.

Aufbereitung und Veröffentlichung von 3D-Modellen via neue Medien

Ein 3D-Modell einer archäologischen Mikroregion wie dem Heidengraben besitzt ein unschätzbare Potential für die öffentliche Präsentation eines solchen Denkmals. Eine geeignete Plattform dafür ist das Internet – auch unter Nutzung mobiler Endgeräte. Smartphone-Apps zu archäologischen Denkmalen, wie z. B. „Mainlimes Mobil“, „Limes Mittelfranken Mobil“ und „Palafittes Guide“ als mobile Führer zu archäologischen Denkmalen entlang des Limes bzw. zu Pfahlbau-Siedlungen in Süddeutschland, Österreich und der Schweiz, zeigen eindrucksvoll die Möglichkeiten der Denkmalvermittlung über neue Medien. Auch das Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart (LAD) bereitet eine eigene Smartphone-App vor, in der archäologische Denkmale Baden-Württembergs präsentiert werden. Neben der Lokalisierung auf einer Karte sowie allgemeinen Informationen gehören Bilder und Videos zu einem „Steckbrief“ eines Denkmals. Hier bietet sich auch die Eingliederung von 3D-Computermodellen an. So können beispielsweise kurze Animationsfilme vorliegender 3D-Modelle in der App gezeigt werden.

Frei drehbare Modelle sind jedoch – allein aufgrund der zu verarbeitenden Datenmengen – nur schwer in einer Smartphone-App zu integrieren. Hier bietet sich eher eine Veröffentlichung über eine (Desktop-)Website an, so dass sich jeder Interessierte ein Denkmal aus beliebiger Perspektive virtuell betrachten kann.

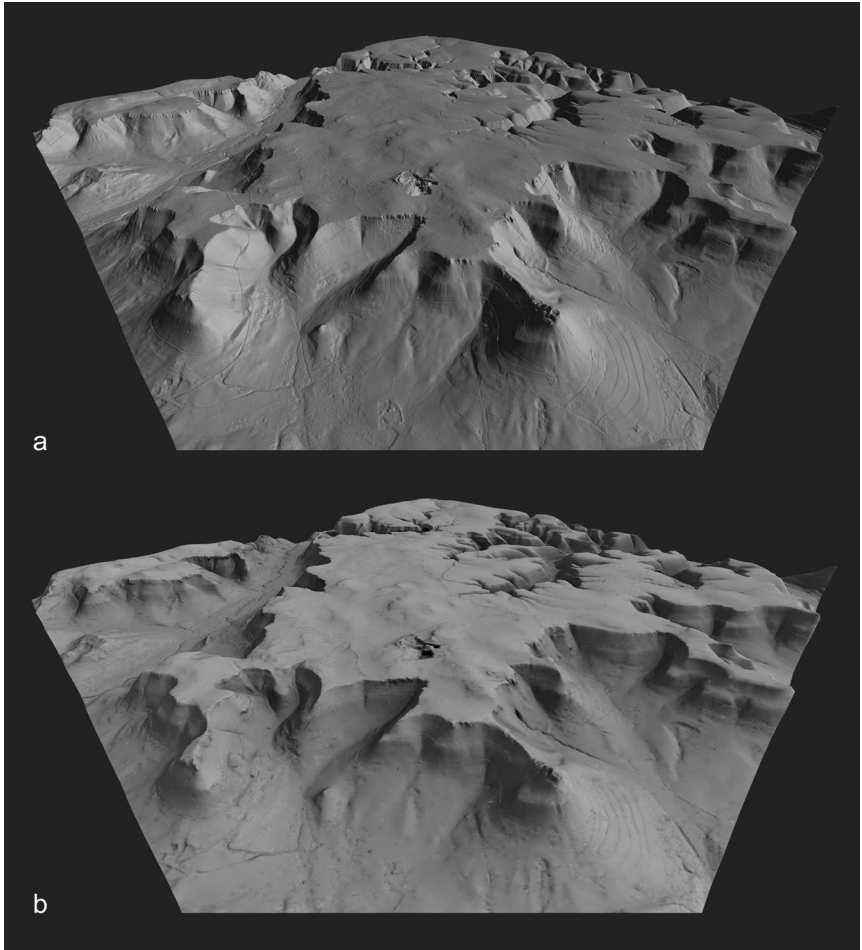
Ein Problem bei der Veröffentlichung von 3D-Computermodellen über einen Webbrowser besteht wiederum aufgrund der umfangreichen Datenmengen, die bei der Erstellung eines solchen Modells generiert werden und nicht ohne weiteres in einem Webbrowser verarbeitet werden können. Um die Modelle flüssig in einem geeigneten Viewer betrachten zu können, ist eine Reduktion der Modelle notwendig. Gleichzeitig sollte der Detailverlust jedoch möglichst gering sein.

Um dies zu erreichen, stehen eine Reihe von Techniken zur Verfügung. Hierzu gehören sogenannte „Normalen-Maps“ sowie Farb- und/oder Licht-Schatten-Texturen, v. a. die sogenannte „Ambient Occlusion“ (Umgebungsverdeckung), durch die eine ideale Verschattung eines Modells unabhängig von Lichtquellen gegeben ist. Diese „Maps“ und Texturen werden von einem hochaufgelösten Modell gewonnen und anschließend auf ein reduziertes Modell abgebildet. Damit können z. B. Schatteneffekte einer hochaufgelösten Geometrie auf einem reduzierten Modell erzeugt werden.

Auch wenn ein Qualitätsverlust eines reduzierten Modells v. a. in Detailansichten nicht gänzlich zu vermeiden ist, so zeigt eine Gegenüberstellung von Original einerseits und reduziertem Modell mit Normalen-Map und Ambient Occlusion-Textur andererseits, dass auch in einem reduzierten Modell viele Details zu erkennen sind (Abb. 5).

Im Rahmen des Projekts „Virtuelle Archäologie“ des Landesamtes für Denkmalpflege im Regierungsprä-

5 Das hochaufgelöste Modell des Heidengrabens (a) und das reduzierte Modell mit Normalen-Map und Ambient Occlusion-Textur (b) im Vergleich; Blick von Nordwesten.



sidium Stuttgart wurde der Heidengraben neben anderen herausragenden archäologischen Denkmälern als frei verfügbares 3D-Modell veröffentlicht. Eingebettet in einen „Steckbrief“ mit kurzen Infos zum Heidengraben und seinen archäologischen Funden kann das Modell über einen integrierten 3D-Viewer des Anbieters Sketchfab von beliebiger Perspektive angesehen werden.

Es zeigt sich schließlich, welches Potential in der bislang vor allem zu

Dokumentationszwecken genutzten Technologie von 3D-Computermodellen steckt. Bei entsprechender Aufarbeitung ist es möglich, über das Internet eine große Anzahl archäologischer Funde und Befunde in Form von 3D-Modellen der Öffentlichkeit zu präsentieren. Mit dem hier skizzierten Vorgehen unter Verwendung von LiDAR-Daten kann auch ein großflächiges Denkmal wie der Heidengraben adäquat und öffentlichkeitswirksam dargestellt werden. Eine

gelungene virtuelle Präsentation wird Aufmerksamkeit erregen und Interesse wecken, sich die Region auch vor Ort anzusehen.

Weiterführende Literatur

- D. Ade/M. Fernández-Götz/L. Rademacher/G. Stegmaier/A. Willmy, Der Heidengraben – Ein keltisches Oppidum auf der Schwäbischen Alb. Führer arch. Denkmälern Baden-Württemberg 27 (Stuttgart 2013).
- J. Bofinger/R. Hesse, Mit dem Laser durch das Blätterdach – der Einsatz von Airborne-Laserscanning zur Entdeckung von archäologischen Geländedenkmälern. In: J. Bofinger/M. Merkl (Hrsg.), Mit Hightech auf den Spuren der Kelten. Begleitheft zur gleichnamigen Sonderausstellung. Arch. Inf. Baden-Württemberg 61 (Esslingen 2010) 70–89.
- P. Cignoni/C. Montani/C. Rocchini/R. Scopigno, A general method for preserving attribute values on simplified meshes. In: D. Ebert (Hrsg.), Visualization '98: Proceedings of the ninth Annual IEEE Conference on Visualization October 18–23, 1998 (Los Alamitos 1998) 59–66.
- S. M. Heidenreich/M. Steffen, Virtual Archaeology in Southwestern Germany – Processing and Online-Presentation of 3D-Models / Virtuelle Archäologie in Baden-Württemberg – Verarbeitung und Online-Präsentation von 3D-Modellen. In: A. Bienert / P. Santos (Hrsg.), Electronic Media and Visual Arts / Elektronische Medien & Kunst, Kultur und Historie. Konferenzband EVA Berlin (Berlin 2014) 143–149.
- S. M. Heidenreich, Virtuelle Archäologie in Baden-Württemberg. Von der wissenschaftlichen Dokumentation zur öffentlichen Web-Präsentation von 3D-Modellen archäologischer Denkmale. Denkmalpflege in Baden-Württemberg 2014/4, 2014, 261–264.
- M. Pharr / S. Green, Ambient Occlusion. In: R. Fernando (Hrsg.), GPU gems: programming techniques, tips, and tricks for real-time graphics (Boston 2004): http://http.developer.nvidia.com/GPUGems/gpugems_ch17.html (letzter Zugriff 22.10.2015).
- Internetseite des Projekts „Virtuelle Archäologie“ des Landesamtes für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart: <http://www.denkmalpflege-bw.de/denkmale/projekte/archaeologische-denkmalpflege/3d-modelle.html>

Abbildungsnachweis

Abb. 1–5: S. M. Heidenreich.