

Der „Gesprengte Turm“ am Heidelberger Schloss

Untersuchung eines Kulturdenkmals mithilfe hoch auflösender terrestrischer Laserscans

Der Krautturm des Heidelberger Schlosses, heute als „Gesprengter Turm“ bekannt, wurde 1693 im Zuge des Pfälzer Erbfolgekriegs gesprengt. Der massive Rundturm aus rotem Sandstein, der eine Mauerstärke bis zu 6,50 m besitzt, wurde dabei teilweise zerstört, wobei sich ein riesiges abgesprengtes Mauerstück heute noch eindrucksvoll gegen den Turm legt. Es schien lohnenswert zu sein, mit einem Laserscanner ein maßstabsgetreues Modell des Turms aufzunehmen, um zu testen, inwiefern es möglich ist, diesen Turm virtuell wieder zusammzusetzen. Zu diesem Zweck wurde der Turm in drei Tagen rundum von verschiedenen Standpunkten aus gescannt. Das Projekt war eine Kooperation von Doktoranden der Fachbereiche Wissenschaftliches Rechnen, Physische Geografie und Europäische Kunstgeschichte der Universität Heidelberg und resultierte aus dem Interesse der Beteiligten, Anwendungen und Möglichkeiten der jeweils anderen Fachbereiche kennenzulernen.

Markus Forbriger/Hubert Mara/Bastian Rieck/Christoph Siart/Olaf Wagener

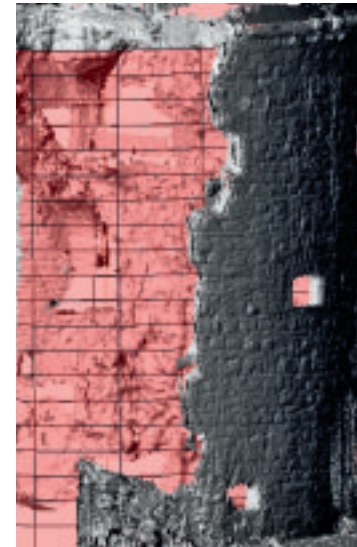
„Gesprengter Turm“ und historischer Hintergrund

Das Heidelberger Schloss befindet sich auf einem Bergsporn oberhalb der am Neckar gelegenen Stadt, während die Höhen dahinter weiter steil ansteigen. An der Südostecke der Schlossanlage steht der „Gesprengte Turm“ (Abb. 1). Die unteren Geschosse entstanden wohl noch im 15. Jahrhundert, während der achteckige Aufsatz erst unter Kurfürst Friedrich IV. von der Pfalz in der Zeit um 1600 erbaut wurde. Es handelt sich um einen massiven Rundturm aus rotem Sandstein, mit einem Durchmesser von etwa 24 m und einer ursprünglichen Höhe von vermutlich annähernd 30 m. Da das Turminnere zur Hofseite radial versetzt ist, besitzt der Turm an der zu sichernden Außenseite im Osten eine Mauerstärke von bis zu 6,5 m im Gegensatz zur Hofseite mit einer Mauerstärke von 3,5 m. Die beiden oberen Geschosse wurden nachträglich eingewölbt, während im unteren Geschoss ein Mittelpfeiler eingebaut wurde – offenbar, um die durch den Einsatz von Kanonen zu erwartenden Erschütterungen aushalten zu können.

Sprengung des Turms 1693

Die Zerstörung der Stadt Heidelberg, des Schlosses und des Turms erfolgte während des Pfälzischen

Erbfolgekriegs (1688–1697). Ab Herbst 1688 griffen französische Truppen die Kurpfalz und ihre Verbündeten an und konnten binnen kürzester Zeit weite Landstriche erobern. Heidelberg wurde im März 1689 das erste Mal Opfer von Zerstörung: Die Franzosen steckten das Schloss mithilfe von Pechkränzen in Brand, sodass insbesondere die Wohn- und Wirtschaftsbauten ausbrannten. Explodierende Munition beschädigte den Glockenturm. Sodann wurden die bereits seit Langem vorbereiteten Minen gezündet, die unter anderem



1 Ansicht des
„Gesprengten Turms“.

den „Dicken Turm“ und die Karlsbastion zum Einsturz brachten, aber an den restlichen Festungswerken des Schlosses nur verhältnismäßig geringen Schaden anrichteten (Abb. 2). Bei einer anschließenden Brandstiftung in der Stadt wurden 34 Häuser vollständig zerstört.

Im Rahmen des Feldzugs 1693 rückte der südwestdeutsche Raum erneut in den Fokus Ludwigs XIV. Heidelberg wurde eines der ersten Ziele im französischen Operationsplan und konnte am 22. Mai 1693 eingenommen werden.

Als das Gros des französischen Heeres am 31. Mai aus Heidelberg abzog, war die Stadtbefestigung stark beschädigt. Auf dem Schloss verblieb eine Besatzung, zu deren Aufgabe es gehörte, dieses endgültig in Schutt und Asche zu legen. Wie aufwendig dieses Vorhaben war, zeigt sich daran, dass erst am 6. September Ausrüstung und Beute abgefahren und das Schloss gesprengt werden konnte. Zu diesem Zweck zündete man nicht weniger als 38 Minen, geladen mit 27 000 Pfund Pulver, von denen allerdings 20 000 Pfund feucht und damit praktisch unbrauchbar waren, sodass die Sprengungen teilweise nur geringen Effekt hatten. Die Minen waren vorrangig an den Befestigungen des Schlosses platziert worden, und auch im „Gesprengten Turm“ befanden sich mehrere Sprengkammern. Über das Ergebnis am „Gesprengten Turm“ berichtet der Philippsburger Kommandant des Bordes: „La moitié de la tour, 13, et traverse,

14, est renversée dans le fossé. Les voultres sont ruinéz.“ („Die Hälfte des Turmes, 13, und die Traverse, 14, sind in den Graben gestürzt. Die Gewölbe sind zerstört.“) – also der Zustand, wie er sich dem Betrachter heute noch eindrucksvoll darstellt.

Warum ein Laserscan?

Es lassen sich durchaus Rückschlüsse auf die Zerstörungswirkung der Minen ziehen: Das Ergebnis dieser Sprengung war das Mauerstück des „Gesprengten Turms“ im Graben – unklar ist jedoch, wie groß das Teil im Verhältnis zur entstandenen Mauerlücke ist, und wie viel des Mauerwerks in kleine Fragmente zerfallen ist. Da es sich bei dem Turm und dem erhaltenen Bruchstück um geometrisch komplizierte, unregelmäßige Mauerflächen in beliebiger Lage handelt, kann der Prozentsatz des fehlenden Materials mit herkömmlichen Methoden nicht exakt bestimmt werden. Im Bereich der physischen Geografie gibt es Methoden, um Volumina mittels 3D-Modellen zu bestimmen. Dafür werden hoch auflösende terrestrische Laserscanner (TLS) eingesetzt, die in kurzer Zeit beliebige Formen in hoher Punktdichte und Genauigkeit erfassen können (Abb. 3).

Daher wurden in einem dreitägigen Feldversuch die relevanten Teile des „Gesprengten Turms“ und dessen Mauerfragment gescannt. Die Aufnahme von mehreren Standorten aus ermöglicht eine lückenlose Erfassung des Untersuchungsobjekts. Abbildung 4 zeigt eine erste Darstellung nach der Datenerfassung, bei der die dabei entstehende Punktwolke bereits vermascht, also die Punkte miteinander verbunden wurden. Der Turm entspricht annäherungsweise einem Zylinder mit einem Durchmesser von 24 m. Für das Bruchstück lässt sich die Rotationsachse berechnen, sodass es modellhaft wieder an der ursprünglichen Stelle eingesetzt werden kann. In Abbildung 5 ist das eingesetzte Teil und der approximierte, also idealisierte Zylinder der gesamten Turmaußenseite erkennbar.

Das Modell

Das aufbereitete 3D-Modell steht im Stanford Polygonformat (PLY) als Dreiecksnetz mit den fotografisch erfassten Echtfarben zur Verfügung. Da die Mauerstärke des Turms variiert und Details wie Mauerfugen, Fenster und Bruchflächen die geometrische Form vom Ideal abweichen lassen, wird auf 3D-Daten eine zylindrische Abrollungsoperation angewandt. Dabei entsteht ein neues 3D-Modell, das den Turm wie eine gerade Mauer aussehen lässt. Zwei Ansichten dieses Modells zeigt die perspektivische Abbildung 6, bei der zusätzlich virtueller Nebel eingesetzt wird, um den räumlichen Aspekt der Bilder zu verstärken. Für bauhistorische

2 Plan der Minen am Heidelberger Schloss (aus: Vetter 2009, S. 115).





Fragestellungen können auch Parallelprojektionen berechnet werden, um an der abgerollten Mauer- oberfläche genaue Maße abnehmen zu können. Da dabei noch immer die dreidimensionale Infor- mation zur Verfügung steht, kann zum Beispiel die Abweichung des Bauwerks vom idealen Zylinder exakt bestimmt werden (Abb. 7). Dadurch werden bereits Details wie Bewuchs und Mauerfugen deutlich erkenn- und messbar.

Ergebnisse

Bei der Betrachtung des erstellten 3D-Modells des „Gesprengten Turms“ mit dem wieder eingesetz- ten, heute im Graben befindlichen Mauerstück wird sehr schnell deutlich, dass dieses trotz seiner beeindruckenden Größe nur einen Teil des ge- sprengten Lochs füllt. Auch wenn es nicht ausge- schlossen werden kann, dass ähnlich große Bruch- stücke existierten, die zur Baustoffgewinnung „abgebaut“ wurden, so drängt sich doch der Ein- druck auf, dass es eher dem Zufall zuzuschreiben ist, dass dieses markante Mauerstück als Gesamt-

block die Sprengung überstanden hat und in den Graben gerutscht ist. Eine weitere Erkenntnis ist, dass sich die Sprengung des Heidelberger Schlo- ses technisch kaum von zeitgenössischen Sprengun- gen anderer Burgen und Schlösser unterschieden haben dürfte – den romantischen Geist vermochte die eindrucksvolle Szenerie des „Gesprengten Turms“ jedoch umso mehr zu beeindrucken. Wei- terhin konnte aufgezeigt werden, dass der Turm stellenweise vom Ideal eines Zylinders abweicht, wobei diese Abweichung aufgrund der genauen Messdaten zentimetergenau abgelesen und die gescannte Oberfläche als maßstabsgetreue Ab- rollung dargestellt werden konnte.

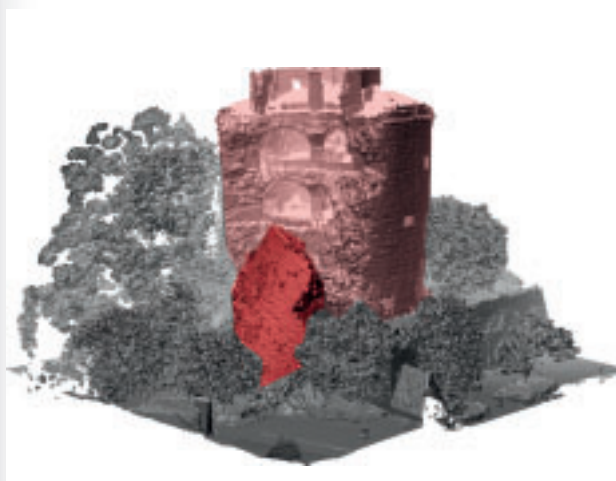
Ausblick

Wie der Feldversuch gezeigt hat, sind in Zukunft für die Geistes- und Kulturwissenschaften noch eine Fülle an neuen Möglichkeiten und Unters- suchungsmethoden aus dem Bereich der Naturwis- senschaften zu erwarten. In Bezug auf Schloss Hei- delberg soll das gewonnene Modell mit den his-

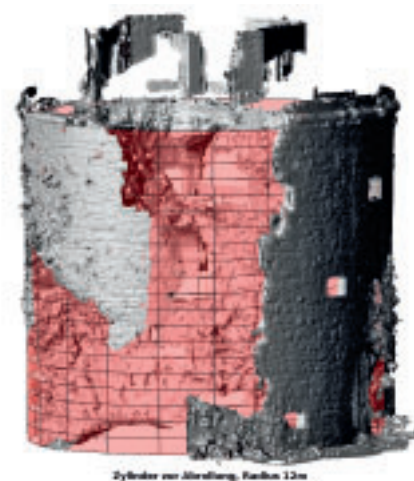
3 Riegl-Scanner vor der Kulisse des „Gesprengten Turms“.

4 „Gesprengter Turm“ mit Außenbereich.

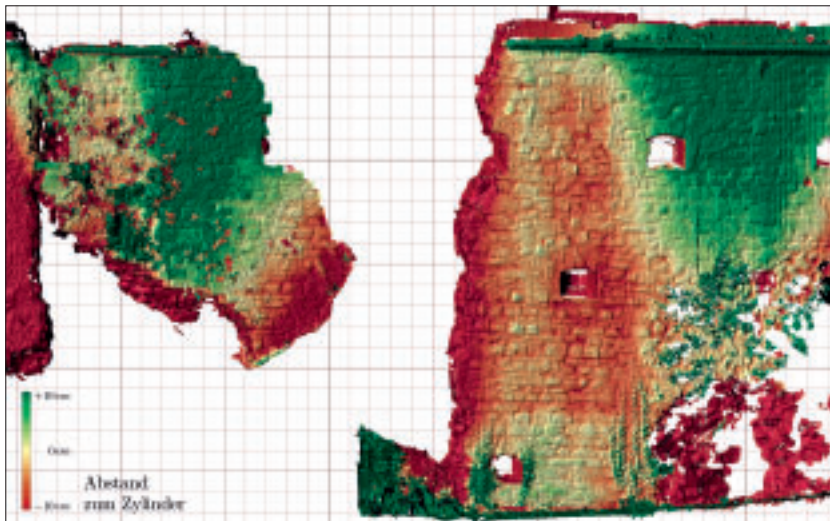
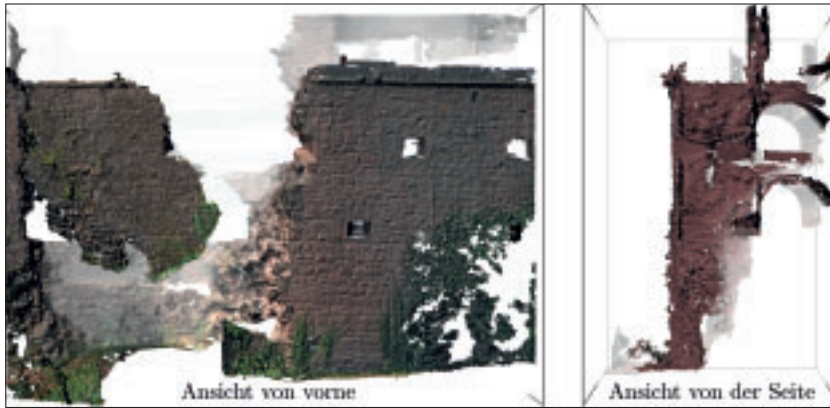
5 „Gesprengter Turm“ mit eingesetztem Bruch- stück.



Konstruktion mit ebenfalls angrenztem Bruchstück



Zylinder zur Järlburg, Radius 12m



6 „Gesprengter Turm“,
Abrollung.

7 „Gesprengter Turm“,
Abrollung mit Abstands-
angabe zum Idealzylinder.

torischen Plänen des Schlosses von Koch und Seitz aus dem 19. Jahrhundert abgeglichen werden, um eventuelle Ungenauigkeiten in den Plänen erkennen zu können, und auch die Einbindung der Ergebnisse in das geodätische Netz von Schloss und Garten ist beabsichtigt. Des Weiteren beschäftigen sich aktuelle Forschungsprojekte am Interdisziplinären Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (IWR) der Universität Heidelberg, der Heidelberger Graduiertenschule HGS MathComp und am Geografischen Institut der Universität Heidelberg mit der automatisierten Berechnung von Merkmalen in 3D-Modellen. Bei Geländemodellen geht es dabei etwa um Detektion von Oberflächenphänomenen wie beispielsweise Wasserabflüssen. Für kleinere Objekte aus der Archäologie wird ein digitales Werkzeug zur Schrifterkennung von Inschriften und Keilschrifttafeln entwickelt. Diese Software wurde vorliegend erstmals auch an einem Bauwerk getestet. Auch wenn momentan der Zeitaufwand für die Erstellung derartiger Scans noch recht hoch ist, lässt die Entwicklung erwarten, dass sie eine Bereicherung zu fotogrammetrischen Aufnahmen darstellen können. Insbesondere wenn zum Beispiel die Bewuchssituation deren Einsatz erschwert oder amorphe Strukturen die klassischen Verfahren an ihre Grenzen bringen, kann der Laserscanner seine Vorteile ausspielen, da die Scans von verschiedenen Standpunkten aus

ohne Verzerrungen aneinandergesetzt werden können und ein schlüssiges Gesamtbild ergeben. Mittelfristig ist zu erwarten, dass in Kombination von Laserscanning und einer Weiterentwicklung der eingesetzten Software steingerechte Aufmaße generiert werden können, wobei manuelle Nacharbeit nie auszuschließen ist.

Literatur

Markus Forbriger/Hubert Mara/Christoph Siart/Olaf Wagener: 3D-Darstellung und Abrollung von hochauflösenden Terrestrischen Laserscans des „Gesprengten Turmes“ am Heidelberger Schloss, in: *Forschungen zu Burgen und Schlössern* 15, in Vorbereitung. Roland Vetter: Die ganze Stadt ist abgebrannt. Heidelbergs zweite Zerstörung im Pfälzischen Erbfolgekrieg 1693, Karlsruhe 2009.

In der archäologischen Denkmalpflege Baden-Württemberg werden Airborne und Terrestrisches Laserscanning bereits regelmäßig eingesetzt. Vgl. dazu Artikel in: *Denkmalpflege in Baden-Württemberg* 3/2007, S. 153–158, 1/2011, S. 35–39, 3/2011, S. 218–221.

Praktischer Hinweis

Schloss Heidelberg
Schlosshof 1, 69117 Heidelberg
täglich 8–17.30 Uhr
www.schloss-heidelberg.de

Dipl. Geogr. Markus Forbriger
Geografisches Institut der Universität zu Köln
Albertus-Magnus-Platz
50923 Köln

Dr. Hubert Mara
Dipl. Math. Bastian Rieck
Universität Heidelberg
Interdisziplinäres Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen
Im Neuenheimer Feld 368
69120 Heidelberg

Dr. Christoph Siart
Metropolenregion-Rhein-Neckar GmbH
Business Development/Innovation – GeoNet.MRN Cluster
P7, 20–21
68161 Mannheim

Dipl. Rpfl. Olaf Wagener M.A.
Universität Heidelberg
Institut für Europäische Kunstgeschichte
Seminarstr. 4
69117 Heidelberg