

# 3D-DIGITALISIERUNG VON KULTURDENKMALEN DER TECHNIK. NEUE MÖGLICHKEITEN FÜR DIE OBJEKTFORSCHUNG

Erika Érsek, M.A.

Institut für Geschichte, Karlsruher Institut für Technologie, Deutschland,  
[erika.ersek@kit.edu](mailto:erika.ersek@kit.edu)

**KURZDARSTELLUNG:** Das Institut für Geschichte am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und das Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg, Esslingen (LAD BW) arbeiten im Rahmen des *eHeritage*-Förderprogramms des Bundesministeriums für Forschung und Bildung (BMBF) als Projektpartner daran, Kulturdenkmale der Technik mittels SfM-Verfahren zu digitalisieren und zu virtuellen 3D-Modellen aufzubereiten. Diese sollen auf einer Open-Access-Plattform mit weiteren Informationen verknüpft und für Forschung, Lehre und Öffentlichkeit frei zugänglich gemacht werden. Die Digitalisate bieten einen informativen und visuellen Mehrwert zum Verständnis historischer Bauten der Technik. Ziel ist eine digitale Sammlung, die zunächst Kulturdenkmale der Technik in Baden-Württemberg, später auch bundesweit erfasst.

## 1. EINFÜHRUNG

Die dreidimensionale Digitalisierung von Kulturgut hat bereits vor einigen Jahren Einzug in die Denkmalpflege erhalten. Die Archäologie ist im Allgemeinen der Vorreiter im 3D-Bereich. Ausgrabungen müssen möglichst schnell vermessen und dokumentiert werden, vor allem wenn sie im Rahmen von Bauvorhaben durchgeführt werden. Das SfM-Verfahren macht das möglich. Die Archäologie im Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg in Esslingen führt seit 2012 3D-Digitalisierungen mit der SfM-Methode durch.[1] Auch die Bauforschung erstellt bei Bauaufnahmen seit längerem 3D-Modelle – allerdings nur als Zwischenprodukt. Bei der Vermessung von Gebäuden und Räumlichkeiten verwendet die Bauforschung, wie auch Architektur- und Vermessungsbüros, Laser-scanner. Dabei werden sog. Punktwolken erzeugt, die dreidimensional sind (Abb. 1).

Diese werden jedoch nicht zu fertigen 3D-Modellen weiter entwickelt, sondern in zweidimensionale Darstellungen umgewandelt. Aus Punktwolken lassen sich maßhaltige Grundrisse, Ansichten, Orthobilder und Schnitte anfertigen. Doch auch in der Bauforschung bahnt sich langsam eine Hinwendung zur 3D-Digitalisierung an.[2]



*Abb.1 Punktwolke vom Unteren Wasserwerk in Schwetzingen*

## 2. 3D-DIGITALISIERUNG VON KULTURDENKMALEN DER TECHNIK

Das KIT plant nun in Zusammenarbeit mit dem LAD BW im Rahmen des BMBF-Projekts *eHeritage* die dreidimensionale Digitalisierung von Kulturdenkmälern der Technik. Zu Denkmälern der Technik zählen Bauten der Industrie und Technik wie Kraftwerke, Dampfmaschinen, Textilfabriken, Bergwerke, Mühlen usw. Denkmale der Technik sind kaum im öffentlichen Bewusstsein verankert. Eine digitale Sammlung von 3D-Modellen liegt bisher nicht vor. Die besondere Eigenschaft der Sammlung wird es sein, dass die ausgewählten Denkmale, im Unterschied zu musealen Objekten, vollständig und noch in ihrem ursprünglichen räumlichen Umfeld zu sehen sind.

Das Vorhaben ist sehr ambitioniert, denn technische Einrichtungen sind meist sehr weiträumig, verzweigt und komplex, während archäologische Ausgrabungen und Gebäudefassaden vor allem flächig sind. Objekte müssen allseitig erfasst werden um einen 3D-Eindruck zu erzielen. Das Projekt befasst sich daher auch mit der Frage, ob die SfM-Scanmethode Digitalisierungen in diesen Dimensionen bewältigen kann. Die Digitalisierung von Kulturdenkmalen der Technik in 3D ist dagegen unumstritten – der Nutzen ist beachtlich.

## 2.1 METHODE

Die Erfassung der Objekte erfolgt durch digitale Fotoaufnahmen aus verschiedenen Perspektiven (Abb. 2).

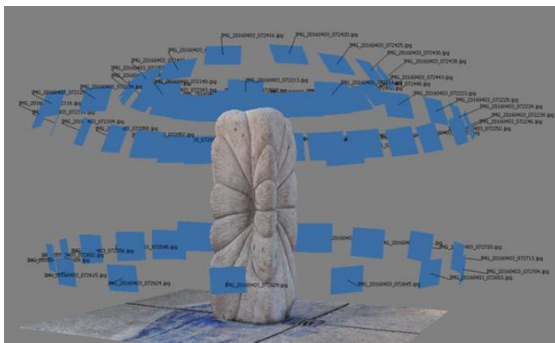


Abb. 2 Darstellung der Objekterfassung nach dem SfM-Verfahren

Eine 3D-Software errechnet aus den Bildern eine räumliche Struktur. Dieses Verfahren nennt sich SfM, Structure from Motion. SfM ist ein photogrammetrisches Vermessungsverfahren, das dreidimensionale Oberflächenstrukturen aus zweidimensionalen Bildinformationen erstellt. Der Vorteil an photogrammetrischen Verfahren ist die daraus gewonnene Fototextur. Laserscanner (Abb. 3) erzielen dieses Ergebnis nicht, das Prinzip der beiden Methoden ist jedoch gleich.

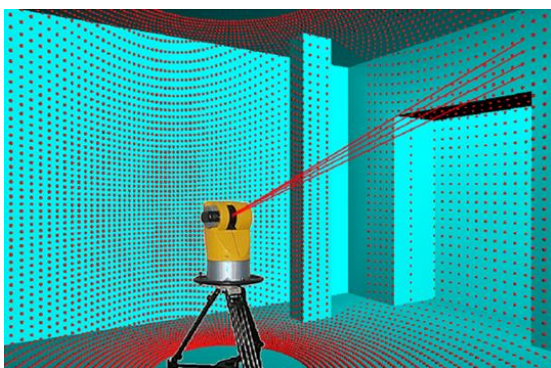


Abb. 3 Vermessungsverfahren mit Laserscanner

Die Verwendung von Laserscannern mit integrierten Messbildkameras ist eine Alternative, jedoch sehr kostenintensiv. Zudem lassen die oft engen und schwer zugänglichen Räumlichkeiten die Aufstellung eines Laserscanners aus allen Perspektiven nicht zu. Die Erfassung wäre unvollständig. Lücken würden bei der Errechnung der dreidimensionalen Raumstruktur zu inkorrekten Verknüpfungen innerhalb der Punktwolke führen. Die Raumdarstellung wäre im Endeffekt falsch.

## 2.2 DIGITALISIERUNGSKONZEPT

Zum einen wird ein 3D-Foto-Modell (Abb. 4) erstellt, das mit einer VR-Brille virtuell begehbar ist.



Abb. 4 Screenshot des 3D-Foto-Modells: Pumpenraum des Schwetzingen Wasserwerks

Mittels dieses fotorealistischen 3D-Raums erhält man einen sehr guten Eindruck von der technischen Einrichtung und den Räumlichkeiten.

Zum anderen wird die technische Einrichtung mit Hilfe der aus dem SfM-Scan gewonnenen Geometrie mittels „reverse engineering“ virtuell nachgebaut (Abb. 5).



Abb. 5 Virtueller Nachbau der Fördertechnik in einem Bergwerkschacht

Auf diese Weise besteht die Möglichkeit Animationen durchzuführen, die die

Funktionsweise der Maschinen demonstrieren. Auch die einzelnen Bestandteile der Maschinen sind so ersichtlich und greifbar. Dies ist Voraussetzung für 3D-Drucke sowie für die Durchführung von physikalischen Simulationen.

### **2.3 NEUE MÖGLICHKEITEN FÜR DIE OBJEKT-FORSCHUNG**

Das eHeritage-Projekt am KIT und LAD BW möchte der Forschung, Lehre und Öffentlichkeit eine digitale Sammlung an historisch technischen Anlagen bieten.

Die Forschung verfügt durch solch eine Sammlung über eine größere Bandbreite an Studienobjekten und ermöglicht dadurch direkte Vergleichsstudien. Umso größer die Sammlung ist, umso besser sind Vergleiche möglich. Bei entsprechender Ausweitung der Sammlung sind Studien auf nationaler wie internationaler Ebene möglich. Diese können ortsunabhängig betrieben werden. Die Modelle dienen der Vorbereitung wie auch der Nachbereitung von Begehungen. Ortsbegehungen sind oftmals nicht immer möglich, da die technischen Anlagen nicht öffentlich zugänglich sind. Gewisse Teile der Anlagen sind unter Umständen gar nicht betretbar und einsehbar.

Die 3D-Modelle sind nicht nur reine Anschauungsobjekte. Sie sind Visualisierungen von verschiedenen Informationen, die sich kompakt in den Modellen darstellen lassen.

Die Digitalisate entsprechen den Standards der Vermessungstechnik. Sie beinhalten Maße, die an den Modellen individuell abgerufen werden können.

Die Foto-Modelle geben einen aktuellen Eindruck vom Zustand der Kulturdenkmale. Durch die Fototextur ist die Beschaffenheit der Materialien und Oberflächen ersichtlich. Die fotorealistische Erfassung durch die SfM-Methode macht im Allgemeinen die verschiedenen Materialien kenntlich. Ein Effekt, den Laserscanner nicht darstellen können. Auch Schäden sind erkennbar und können mit entsprechender Software kartiert werden. Schadenskartierungen die bisher auf verschiedenen einzelnen Fotografien vorgenommen werden, können in einem einzigen Modell umfassend in 3D dargestellt werden.

Indem die räumliche Umgebung miterfasst wird, lassen sich auch die Arbeitsabläufe in

einem technischen Betrieb verfolgen und nachvollziehen.

Durch Animationen sind die mechanischen Funktionsabläufe der technischen Einrichtungen darstellbar. Der virtuelle Nachbau macht auch vor Ort nicht einsehbare Stellen sichtbar. Technische Vorgänge, die hinter Schutzabdeckungen stattfinden, können so nachvollzogen werden. Komplexe Maschinen, die sich über mehrere Stockwerke erstrecken, können visuell in dichter Form zusammengefasst und verständlich gemacht werden. Anlagen die aufgrund von Schäden, Stilllegung oder Verfall nicht mehr in Betrieb sind, lassen sich mit Hilfe von virtuellen Animationen wieder aktivieren. Abgegangene Teile lassen sich beim virtuellen Nachbau ergänzen oder gar gänzlich rekonstruieren. Bei entsprechender Quellenlage besteht die Möglichkeit die verschiedenen Bauphasen oder die Nutzungsgeschichte einer Einrichtung visuell darzustellen.

Die Möglichkeiten von 3D-Darstellungen sind vielfältig. Durch physikalische Simulationen lassen sich die Kapazitäten einer Maschine berechnen.

Trotz der umfänglichen visuellen Darstellung an Informationen und Zusammenhängen, sind herkömmliche Informationsträger nicht obsolet. Die 3D-Digitalisate und -Modellanimationen sollen frei zugänglich auf einer Open-Access-ePlattform zur Verfügung gestellt werden. Die Objekte werden mit schriftlichen und bildlichen Hintergrundinformationen, Daten, Plänen und neueren Untersuchungen zur Baugeschichte etc. verbunden. Zudem werden die Sammlungsgegenstände auch mit historischen Quellen und externen Links verknüpft. Es sollen alle bestehenden Informationen zu den Objekten zusammengeführt und komprimiert in einer Datenbank für eine umfassende Objektforschung aufbereitet werden.

### **3. SCHLUSS**

Der visuelle und informative Mehrwert von 3D-Modellen ist unbestreitbar. Der Aufwand für die Erstellung solcher Modelle ist nicht zu unterschätzen. Die Aufbereitung erfordert fächerübergreifende Kenntnisse. Die Erfassung, besonders der virtuelle Nachbau der Maschinen und Räumlichkeiten bedarf Fähigkeiten aus den Bereichen Photogrammetrie, Geoinformatik, sowie Maschinenbau bzw. Ingenieurwesen. Die Bedienung der

Software-Programme wie auch der Hardware benötigt zudem vertiefte Computerkenntnisse. Insbesondere darf die Ausstattung der EDV und der technischen Werkzeuge nicht unterschätzt oder gar vernachlässigt werden. Die fotografische Erfassung erfordert eine hochwertige Kameraausrüstung. Die erforderlichen Software-Programme benötigen entsprechende Hardwareleistungen.

#### **DIE BEDIENUNG, DAS SEHEN UND DAS LESEN SOLCHER MODELLE MÜSSEN ERKLÄRT UND ERLERNT WERDEN.**

Trotz der Hürden lohnt sich die finanzielle und fachliche Investition in den digitalen Ausbau, sowohl in der Denkmalpflege wie auch in den Geisteswissenschaften. Digitale Modelle sind eine erweiterte Form der Präsentation und Kommunikation von Informationen. Die 3D-Digitalisierung ist eine Investition in die nahe Zukunft. Eine Zukunft die in anderen Bereichen längst Gegenwart ist. Diese Entwicklung lässt sich nicht umgehen oder aussitzen.

#### **4. DANKSAGUNG**

Ich möchte einen großen Dank an Christoph Steffen und Markus Steffen vom Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg aussprechen, deren Vorgehensweise bei der 3D-Digitalisierung in der Archäologie für das *eHeritage*-Projekt am KIT und LAD BW adaptiert wurde. Sie haben mich sowohl theoretisch wie auch praktisch unterstützt, und standen mir jederzeit beratend zur Seite. Herzlichen Dank an Christoph und Markus!

#### **5. LITERATURHINWEISE**

[1] Heidenreich, Stephan M.: Virtuelle Archäologie in Baden-Württemberg. Von der wissenschaftlichen Dokumentation zur öffentlichen Web-Präsentation von 3D-Modellen archäologischer Denkmale, In: Denkmalpflege in Baden-Württemberg. Nachrichtenblatt der Landesdenkmalpflege 4/2014, S. 261-264.

[2] Brusckke, Andreas (Hrsg.): Bauaufnahme in der Denkmalpflege, Reihe MONUDOCthema, Bd. 2, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2005.

#### **6. ABBILDUNGSNACHWEIS**

Abb. 1 Erika Érsek, KIT.

Abb. 2 [www.3dscanexpert.com/agisoft-photoscan-photogrammetry-3d-scanning-review/](http://www.3dscanexpert.com/agisoft-photoscan-photogrammetry-3d-scanning-review/) (Stand 18.10.2017).

Abb. 3 <http://www.spatialhumanities.de/ibr/technologie/terrestrisches-laserscanning.html> (Stand 18.10.2017).

Abb. 4 Modell und Bild von Christoph und Markus Steffen, LAD BW.

Abb. 5 Modell und Bild von Christoph und Markus Steffen, LAD BW.