

# DIE DIGITALISIERUNG DER „BERLINER GÖTTIN“

## VON DER AUFNAHME BIS ZUR VISUALISIERUNG

Fanet Göttlich<sup>a</sup>, Christoph Forster<sup>b</sup>, Alexander Hennig<sup>a</sup>

<sup>a</sup> ZEDIKUM, Vorderasiatisches Museum – Staatliche Museen zu Berlin – Stiftung  
Preußischer Kulturbesitz, Deutschland, f.goettlich@smb.spk-berlin.de

<sup>b</sup> datalino PartG, Berlin, Deutschland, forster@datalino.de

**KURZDARSTELLUNG:** Die sogenannte „Berliner Göttin“ (Abb.1) ist eine annähernd zwei Meter hohe griechische Marmorstatue die in der Antikensammlung im Alten Museum auf der Museumsinsel Berlin ausgestellt ist. Ihre Größe, ihre frühe Entstehung im 6. Jh. V. Chr. sowie vor allem auch die teilweise immer noch gut erhaltene antike polychrome Bemalung rücken die „Berliner Göttin“ immer wieder in den Fokus der wissenschaftlichen Untersuchungen und so wurde die Möglichkeit einer dreidimensionalen Aufnahme genutzt, um zusätzliche Analysemöglichkeiten zu schaffen. [1] Das Zentrum für digitale Kulturgüter in Museen (ZEDIKUM [2]) wurde daher mit der Digitalisierung dieser beeindruckenden Großplastik betraut.

Die Aufnahme der Berliner Göttin war kompliziert. Sie steht hinter Glas und kann nicht bewegt werden. Mit zahlreichen Tricks und Kniffen konnte sie aber dennoch an ihrem Standort in ihrer Vitrine mit zwei verschiedenen Aufnahmeverfahren dreidimensional erfasst werden. Das fertige, texturierte Modell unterstützt nun restauratorische Untersuchungen und an ihm können verschiedene Szenarien für die Museumsarbeit gestaltet werden. Schließlich ergeben sich mit dem Digitalisat neue Blickwinkel und Möglichkeiten der Objektanalyse.

### EINFÜHRUNG

„Obwohl dieses Bildwerk als „Berliner Göttin“ zu Weltruhm gelangte, ist hier wohl keine Gottheit dargestellt. Vielmehr haben wir die Grabstatue einer Frau aus reicher Familie vor uns, die als „Braut des Totengottes Hades“ auftritt. Ihren gesellschaftlichen Status unterstreicht das prachtvolle Gewand in leuchtendem Rot.“[3]

Mehrere Disziplinen haben nun Fragestellungen und Ideen, zu deren Klärung ein digitales 3D-Modell der Statue beitragen kann:

So ist unter anderem noch nicht geklärt, welche Farben für die Kolorierung des Gewandes der Frau benutzt worden sind. Mit Hilfe eines 3D-Modells können die Farben digital nachgestellt, im virtuellen Raum verschiedene Farbkombinationen untersucht

und auf ihre Plausibilität geprüft werden. Zudem soll das 3D-Modell für einen eventuellen Verkauf im Museumsshop gedruckt und als 3D-Puzzle hergestellt werden. Im Bereich des 3D-Drucks sollen schließlich Testdrucke angefertigt werden, anhand derer die Farbqualität der Drucke überprüft werden kann.

### AUFNAHME

Bereits die Aufnahme der über zwei Meter großen Marmorstatue war eine große Herausforderung. Die Statue steht direkt neben einem großen Fenster in einer Glasvitrine in der Ausstellung der Antikensammlung. Die Vitrine ist nur nach vorne zu öffnen und im Boden fixiert. Da der Transport der Plastik aus der Vitrine heraus mehr als riskant gewesen wäre, mussten die Aufnahmeverfahren an die Situation angepasst werden. Daher konnte nur die Vorderseite der Statue mit einem

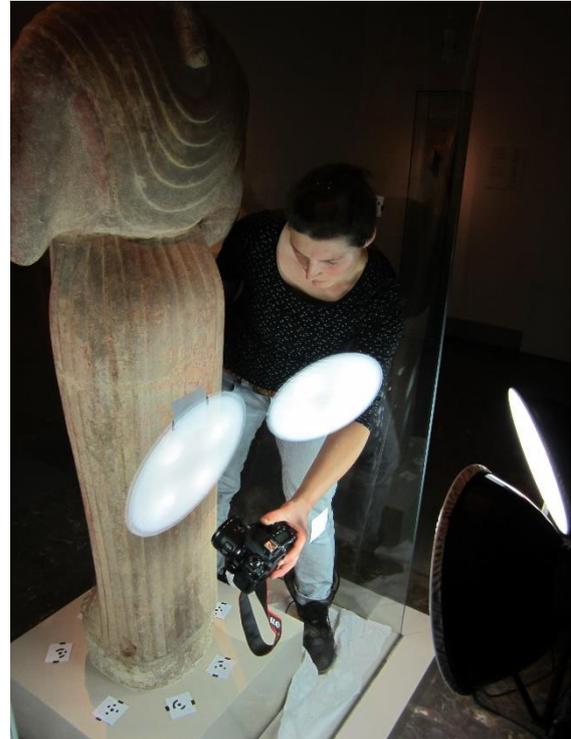
hochauflösenden Streifenlichtscanner [4] aufgenommen werden, während die übrige Statue mittels Mehrbildphotogrammetrie (structure-from-motion, SfM) [5] dreidimensional erfasst wurde.



**Abb. 1:** Die „Berliner Göttin“ © Johannes Laurentius / SMB Antikensammlung

Die beiden Verfahren unterscheiden sich in ihrem Ergebnis hauptsächlich in ihrer Auflösung. Während der Streifenlichtscan bis zu 0,23 mm Punktauflösung erreicht, liegen die Punktabstände beim SfM-Verfahren über 1 mm. Da das Fotografieren durch die Vitrine zu viele Reflexionen erzeugt hätte, wurden sämtliche Fotos innerhalb der Vitrine aufgenommen. Erschwerend kam hinzu, dass der Abstand der Kamera zum Objekt durch die Begrenzung der Vitrine stark eingeschränkt war, durch die Beengtheit zudem das Okular der Kamera nicht genutzt werden konnte und

das klappbare Display nur teilweise half, diese Schwierigkeiten auszugleichen (Abb. 2). Der Standort unmittelbar neben einem großen Tageslichtfenster erschwerte den Einsatz des Streifenlichtscanners zusätzlich, da bei der Aufnahme keine zusätzlichen Lichtquellen vorhanden sein dürfen. So fiel der Entschluß



**Abb. 2:** Durchführung der Fotoaufnahmen

die Aufnahmen im Winter und in den Nachtstunden durchzuführen, so dass ein Einfluss des Tageslichts auf die Messungen ausgeschlossen werden konnte. Nachdem alle Schwierigkeiten aus dem Weg geräumt wurden, konnte in einer langen Januarnacht mit den Aufnahmen begonnen werden. Der Scan verlief reibungslos und wurde innerhalb von zwei Stunden nach 37 Scanpositionen abgeschlossen. Die Aufnahmen für die SfM-Berechnung dauerten hingegen wesentlich länger. In vier Stunden konnten zunächst 1200 Bilder aufgenommen werden. Die nach den ersten Berechnungen detektierten Fehlstellen mussten nach fotografiert werden und so wurden schließlich insgesamt 1303 Bilder für die Berechnung des dreidimensionalen Modells verwendet. Für die optimale Ausleuchtung der Oberfläche zur anschließenden Generierung einer realistischen Textur wurden beim Scannen Studioblitz und bei der Photogrammetrie Tageslichtlampen eingesetzt. Bei der Fotografie wurde zusätzlich

eine Farbtabelle am Objekt platziert, so dass im Anschluß Farbprofile berechnet werden konnten, um eine Farbtreue der Textur zu erreichen.

### **DATENVERARBEITUNG**

Die Bearbeitung der enormen Datenmengen erfolgte mit einer zweckmäßig ausgestatteten Workstation. Dabei dauerte die Verarbeitung der über tausend Bilder mehr als drei Tage reine Rechenzeit. Die Ergebnisse des Scans waren einwandfrei und auch die photogrammetrischen Berechnungen führten - allerdings erst nach der Anpassung verschiedener Parameter - ebenfalls zu einem zufriedenstellenden Ergebnis. Auf Grund der Verwendung von Passmarken konnte die Maßhaltigkeit der Modelle durch alle Prozesse gewährleistet werden. Nun mussten beide Datensätze zusammen gefügt werden. Hierzu wurden die beiden Geometrien zueinander transformiert und skaliert.



*Abb. 3: Zusammenfügen von SfM- und Scandaten*

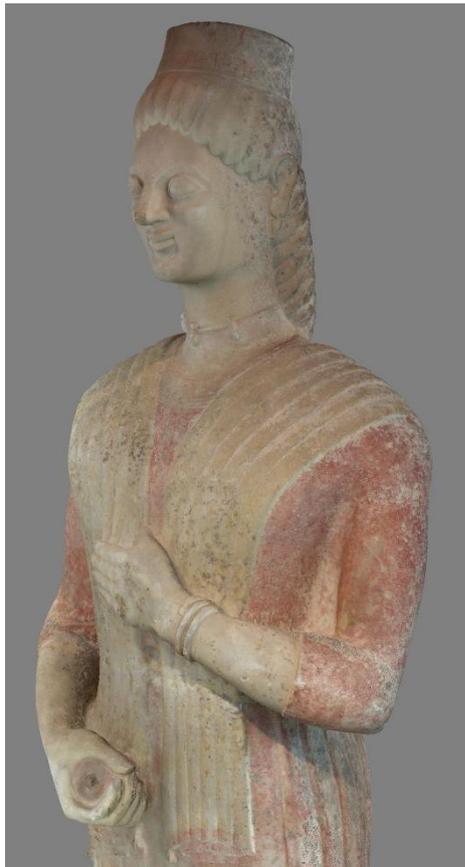
Im Anschluss wurde der SfM-Datensatz an den Scandaten angepasst (Abb.3). Im daraus resultierenden zusammengeführten Modell ist

der Auflösungsunterschied der beiden Verfahren zwar sichtbar, verändert aber nicht das Erscheinungsbild der „Berliner Göttin“ und alle wesentlichen Details sind auch auf der Oberfläche der SfM-Daten zu erkennen (Abb. 4). Durch die Texturierung des Modells entsteht schließlich ein nahezu realistisches Abbild der Großplastik (Abb.5), das nun für weitere Untersuchungen genutzt werden kann.



*Abb. 4: Finales Oberflächenmodell*

## WEITERVERWENDUNG

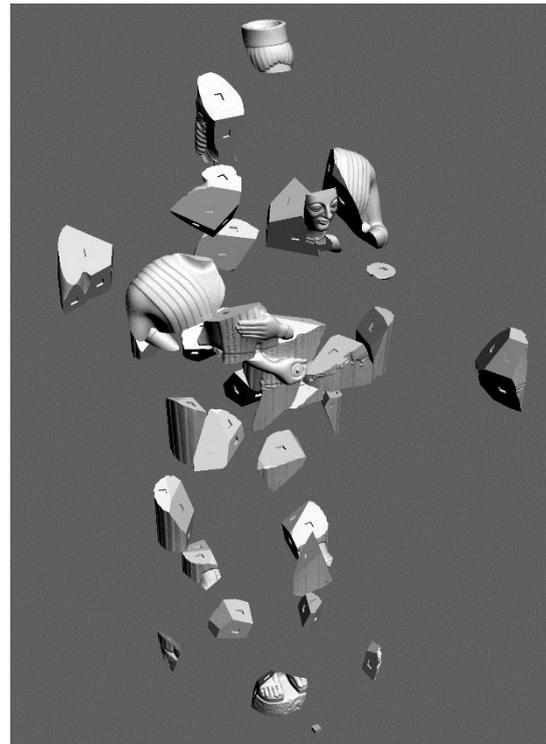


*Abb. 5: Finales texturiertes Modell*

Für die Weiterverwendung des Digitalisats sind zwei Anwendungsszenarien geplant: Einerseits unterstützt das 3D-Modell die wissenschaftliche Auswertung und andererseits sollen auf der Grundlage des Modells 3D-Drucke und interaktive Visualisierungen erstellt werden, die schließlich für die Vermittlung im musealen Kontext verwendet werden können.

Im Restaurierungsbereich konnte mit Hilfe eines Sculptingtools aus dem 3D-Grafiksoftwarebereich die Suche nach der realistischsten Kolorierung der Plastik unterstützt werden. Mit dem Programm kann - unter Verwendung verschiedenster Werkzeuge - direkt auf der dreidimensionalen Oberfläche gezeichnet werden. Dadurch können im Anschluß verschiedene Varianten der Oberflächengestaltung miteinander verglichen werden.

Andererseits können nun Anwendungen im Bereich der Museumsdidaktik generiert werden. Beispielsweise wurde das 3D-Modell um ein Fünftel skaliert und virtuell in 33 Einzelteile zerlegt (Abb.6).



*Abb. 6: Beispiel für Puzzleteile*

Diese Teile werden im 3D Drucker hergestellt und anschließend mit Magneten versehen. So entsteht der Prototyp eines 3D-Puzzles, das später sowohl die Ausstellung als auch den Museumsshop bereichern könnten.

Die „Berliner Göttin“ ist ein sehr prominentes Exponat der Antikensammlung. Daher wird zur Zeit überlegt, die Museumbesucherinnen und -besucher aktiv in die Verwendung des Digitalisats einzubinden. Mittels einer digitalen Museumsstation könnte das 3D-Modell in der Ausstellung präsentiert werden. Denkbar wäre, dass sich die Besucherinnen und Besucher mittels eines digitalen Zeichenwerkzeuges selbst an der Farbgestaltung der „Berliner Göttin“ ausprobieren oder dass die Statue virtuell in ihren ursprünglichen Fundkontext eingebettet wird. Den technischen und virtuellen Möglichkeiten für den museumsdidaktischen Einsatz sind mittlerweile ja kaum noch Grenzen gesetzt.

## DANKSAGUNG

Mein besonderer Dank gilt dem stellvertretendem Direktor der Antikensammlung Dr. Martin Maischberger sowie dem Leiter der Restaurierungswerkstatt Wolfgang Maßmann für die außerordentlich gute und unkomplizierte Zusammenarbeit.

## REFERENZEN

[1] Heilmeyer, Wolf-Dieter; Maßmann, Wolfgang: *Die ‚Berliner Göttin‘*, Kunstverlag Josef Fink, Lindenberg i. Allgäu, 2014.

[2] ZEDIKUM: Online im Internet: <http://www.zedikum.de/> (18.10.2017)

[3] SMB-digital: *Grabstatue einer Frau* („Berliner Göttin“), Online im Internet: <http://www.smb-digital.de/eMuseumPlus?service=ExternalInterface&module=collection&objectId=698517&viewType=detailView> (18.10.2017).

[4] AICON: *Funktionsprinzip SmartScan*, Online im Internet: <http://aicon3d.de/produkte/aicon-scanner/smartsan/auf-einen-blick/funktionsprinzip.html> (18.10.2017)

[5] Westoby, M. J.; Brasington, J.; Glasser, N. F.; Hambrey, M. J.; Reynolds, J. M.: *‘Structure-from-Motion’ photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. Geomorphology, Volume 179: 300–314, 12/2012.*

<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.08.021>

## BILDNACHWEIS

Abb. 1: Johannes Laurentius

Abb. 2: Wolfgang Maßmann

Abb. 3-5: Fanet Göttlich

Abb. 6: Alexander Hennig