



SAMMLUNGSBEREICH RÖMISCHE ARCHÄOLOGIE

„Carnuntum CARes“

Digitale Erfassung römischer Funde

Von Martin Baer, Bernadette Malkiel und Harald Wraunek

Bereits seit 2006 werden im Sammlungsgebiet Archäologie, Sammlungsbereich Römische Archäologie, der Landessammlungen Niederösterreich (LSNÖ) Laserscans eingesetzt, um rundplastische Objekte geometrisch präzise zu erfassen und aus allen Blickwinkeln analysierbar zu machen.¹ Doch die Anforderungen an die digitale Dokumentation haben sich weiterentwickelt: Über die reine geometrische Vermessung hinaus bietet eine fotorealistiche Wiedergabe heute dem breiten Publikum einen visuellen Mehrwert und der Forschung neue Analysemöglichkeiten.

Mit der erfolgreichen Einwerbung von Drittmitteln beim zweiten Call des Erfolgsprojekts „Kulturerbe digital“ des Bundesministeriums für Kunst, Kultur, öffentlichen Dienst und Sport (seit April 2025 Bundesministerium für Wohnen, Kunst, Kultur, Medien und Sport, BMWKMS) konnte 2024 eine vollständige technische und personelle Infrastruktur für die digitale Erfassung

archäologischer Funde aufgebaut werden. Sie ermöglicht sowohl die Erstellung hochauflösender fotogrammetrischer 3D-Modelle als auch die Anfertigung standardisierter 2D-Aufnahmen.

Das Projekt „CARE – Capturing Archaeological Reality“ schafft damit die technischen und methodischen Voraussetzungen, um bis April 2026 rund 400 römische Objekte dreidimensional sowie 2.311 Münzen des Sammlungsbereichs digital zu erfassen.² Noch wichtiger als die Menge der Digitalisate ist jedoch der nachhaltige Aufbau von Arbeitsprozessen und technischem Fachwissen, da die im Projekt entwickelte Infrastruktur auch über die Projektlaufzeit hinaus nutzbar sein wird und eine kontinuierliche digitale Erfassung ausgewählter Objekte ermöglicht. So wird die Grundlage dafür geschaffen, archäologische Objekte künftig in ihrer dreidimensionalen Qualität sichtbar und wissenschaftlich auswertbar zu machen. >>

Foto: Landessammlungen NÖ

Automatisierte fotogrammetrische Aufnahme einer Statuette des Mars
(Inv.Nr. CAR-M-4659)

3D-DIGITALISIERUNG

Beim Verfahren der Fotogrammetrie ist das digitale Rohmaterial (Fotos) ausschlaggebend für die Qualität der 3D-Modelle. Da der Sammlungsbereich Römische Archäologie viele Kleinfunde (bis 50 Zentimeter Größe) umfasst, die sich nur durch Makrofotografie detailliert dokumentieren lassen, wird eine Kombination aus Fokusstacking und Fotogrammetrie genutzt.

Fokusstacking ist ein technisches Hilfsmittel, das es erlaubt, mehrere Fotos mit unterschiedlichen Fokusebenen aufzunehmen und anschließend zu einem Bild mit durchgehend hoher Schärfe zusammensetzen. Für einzelne Objektfotos (beispielsweise für Publikationen) kann das Fotostacking auch manuell durchgeführt werden.

Um eine genaue Geometrie und lückenlose Textur zu erhalten, sind je nach Objekt mehrere Hundert Fotos erforderlich, die jeweils wiederum aus mehreren Fokusebenen bestehen. Das bedeutet: Für ein 3D-Modell braucht es Tausende Einzelfotos. Dies manuell abzuarbeiten wäre enorm zeitaufwendig und ineffizient. Zudem verschleißt ein mechanischer Verschluss bei einer derart hohen Anzahl an Fotos schnell, da die kontinuierliche Bewegung der Komponenten zu Materialermüdung führt.

Für ein 3D-Modell ist aber nicht nur die Anzahl der Fotos wichtig: Um ein präzises Modell zu generieren, muss die Außenfläche des Objekts lückenlos (rund 40 Prozent Überlappung) abfotografiert werden.

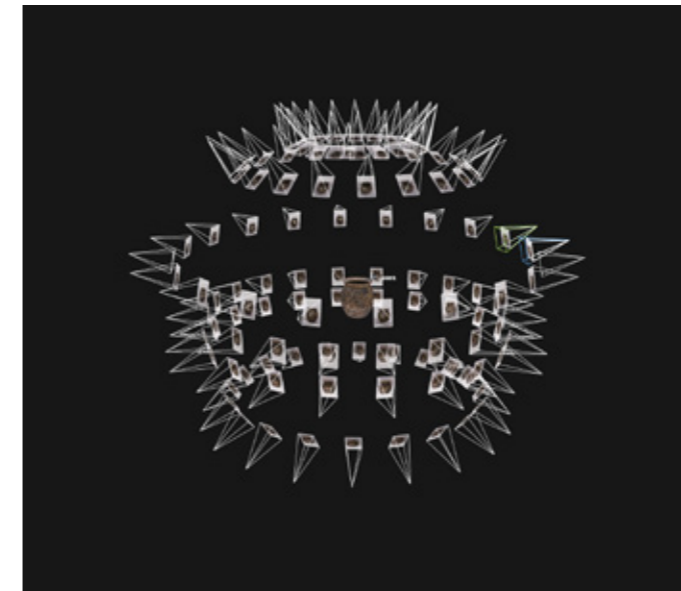
Zur Lösung dieser Herausforderungen werden die Abläufe automatisiert: Zum Einsatz kommt eine Kamera mit internem Fokus Bracketing und elektronischem Verschluss in Kombination mit einem automatisierten Drehteller. Dabei wird der Aufnahmegegenstand gedreht, während die Kameraposition konstant bleibt. Die Kamera ist auf einem Stativ befestigt und aus erhöhter Position auf das Objekt ausgerichtet, während dieses mit zwei Dauerlichtanlagen beleuchtet wird. Für die Drehung des Exponats wird ein Schrittmotor mit Drehtellerlaufwerk verwendet, den eine Steuereinheit antreibt. Die Steuereinheit ist ebenfalls mit der Kamera verbunden.

Ein Beispiel für den Ablauf: Nach jeder Drehung um

18 Grad nimmt die Kamera die Anzahl der eingestellten Fokusebenen auf. Dies geschieht so oft, bis eine vollständige Umdrehung absolviert ist. In der Regel dauert dieser Vorgang wenige Minuten und funktioniert autonom. Im Anschluss wird das Objekt gewendet und der Prozess wiederholt sich. Oberflächen mit hoher geometrischer Komplexität benötigen weitere Aufnahmerunden mit zusätzlichen Winkeln.

Nach dem Zusammenrechnen der Fokusebenen mit Helicon Focus werden die Fotos mit einer durchgehenden Schärfentiefe in die Software Reality Capture geladen. Der Prozess beginnt mit der Ausrichtung der Fotos im dreidimensionalen Raum. Dabei werden alle Fotos eingelesen und analysiert, gemeinsame Bildpunkte erkannt und daraus die genaue Position sowie die Ausrichtung jeder Kamera (Foto) im Raum berechnet. So entsteht die Grundlage für das spätere 3D-Modell: eine grobe Punktwolke des Modells. Falls sich Fotos nicht verrechnen ließen, sind noch einige Perspektiven im Zuge dieses Schritts nachzureichen. Nach erfolgreichem Abschluss der Ausrichtung aller Fotos wird die Punktwolke vernetzt und dadurch ein Mesh (Netz) aus vielen Millionen Polygonen generiert. Für die Darstellung im Web wird die Polygonanzahl im nächsten Schritt stark reduziert – auf unter eine halbe Million Polygone. Dann werden die Bildinformationen auf die Mesh-Oberfläche projiziert: Es entsteht eine Textur. Der Export erfolgt als OBJ-Datei, die das Mesh, die Textur und die Materialinformationen enthält.

Das so entstandene Modell erfordert meist eine Nachbearbeitung in der Software Blender. Während die Oberfläche des Originals glatt ist, verursachen reflektierende Materialien im digitalen Mesh oft ein sogenanntes Rauschen. Es äußert sich in feinen, unregelmäßigen Störungen auf der Oberfläche, die kleine Unebenheiten erzeugen und die ursprüngliche Glätte der Oberfläche am Modell beeinträchtigen. Nach einer entsprechenden Korrektur wird das Modell erneut in Reality Capture importiert, um eine neue Textur auf die korrigierte Geometrie zu projizieren. Dabei erfolgt eine neuerliche Berechnung der UV-Koordinaten und eine optimierte Texturprojektion.



Screenshot der ausgerichteten Fotos eines Objekts (Inv.Nr. CAR-M-3074) mit einer groben Punktwolke in der Software Reality Capture

Abschließend findet der Upload auf die Plattform Sketchfab statt. Dort werden zusätzliche Einstellungen für die Online-Darstellung vorgenommen (Beleuchtung, Materialien, Ausrichtung etc.). Der Sketchfab-Viewer ermöglicht die einfache Einbindung in die Online-Datenbank der LSNÖ sowie weitere Webseiten.

2D-DIGITALISIERUNG ZWEIER MÜNZBESTÄNDE

Neben der dreidimensionalen Digitalisierung ausgewählter Objekte richtete sich ein zweiter Arbeitsschwerpunkt des Projekts „CARE“ auf die 2D-Erfassung numismatischer Bestände aus Carnuntum. Im Fokus standen dabei zwei bislang nicht vollständig erschlossene Konvolute: die Fundmünzen der Grabungen am Heidentor und der unveröffentlichte Restbestand der Sammlung Weber aus der Zivilstadt Carnuntums.

1998 bis 2001 waren beim Heidentor im Zuge einer umfassenden Grabungskampagne 313 Münzen zutage getreten. Diese wurden bisher weder digital dokumentiert noch vollständig ausgewertet; in der Literatur liegen lediglich 260 Stück in publizierter Form vor.³ Ihre systematische fotografische Erfassung schafft erstmals eine verlässliche Grundlage für weiterführende Untersuchungen zu Chronologie, Umlauf und Fundzusammenhängen am Heidentor. Zugleich können die Digitalisate mit der bereits vorhandenen 3D-Darstellung des Monuments verknüpft werden, um eine kontextualisierte Darstellung zu realisieren.⁴

Auch der numismatische Bestand aus der Zivilstadt Carnuntums weist eine erhebliche Forschungslücke auf. Während 4.117 Münzen der Sammlung Weber bereits publiziert wurden, blieben 1.237 Stück bislang unberücksichtigt.⁵ Diese Münzen sind für das Verständnis des Geldumlaufs in der Zivilstadt Carnuntums jedoch wesentlich und ermöglichen wichtige Vergleiche mit dem Material aus der sogenannten Lagerstadt und den militärischen Anlagen. Die 2D-Digitalisierung im Rahmen von „CARE“ stellt daher einen notwendigen Schritt dar, um den gesamten Bestand wissenschaftlich nutzbar zu machen und langfristig auch in das überregionale numismatische Datennetzwerk nomisma.org einzubinden.

¹ Die Laserscans sind auf der folgenden Webseite zugänglich: <https://kulturdatenbank.at/>, abgerufen am 26.11.2025.

² Weitere 3D- und 2D-Digitalisate im Rahmen von CARE betreffen den Sammlungsbereich Urgeschichte und Historische Archäologie, vgl. den Beitrag von Jakob Maurer und Duygu Özlem Breineder (S. 78–81).

³ Vgl. Werner Jobst: Das Heidentor von Carnuntum. Ein spätantikes Triumphalmonument am Donaulimes. Wien 2001, S. 221–228.

⁴ Das 3D-Modell befindet sich auf: <https://sketchfab.com/3d-models/the-heidentor-in-petronell-carnuntum-807a34403d12449ea667f3c586d47a98>, abgerufen am 26.11.2025.

⁵ Vgl. Klaus Vondrovec: Gesamtdarstellung und Auswertung des antiken Fundmünzmaterials im Museum Carnuntinum. In: Michael Alram, Franz Schmidt-Dick (Hrsg.): Numismata Carnuntina. Forschungen und Material. FMRÖ Abteilung III: Niederösterreich. Band 2: Die antiken Fundmünzen im Museum Carnuntinum. Denkschriften der phil.-hist. Klasse der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 353. Wien 2007, S. 55–340, hier S. 235, S. 243–248.