

# Digitale Konservierung eines mittelalterlichen Reliefs am Wittekindsberg als 3-D-Modell

Kreis Minden-Lübbecke, Regierungsbezirk Detmold

Leo Klinke,  
Vera Brieske

Nahe der Porta Westfalica in Barkhausen, mitten in einem bereits im Mittelalter genutzten Steinbruch südlich des Kammwegs zwischen dem Kaiser-Wilhelm-Denkmal und der Wittekindsburg, befindet sich an der sogenannten Leonhardis Ruh ein figürliches Felsrelief aus dem 13./14. Jahrhundert (Abb. 1). In leichter Unterlebensgröße ist hier eine menschliche Darstellung aus dem anstehenden Portasandstein herausgearbeitet worden. In frontaler Ansicht werden Kopf, Oberkörper und Arme wiedergegeben. Die Arme sind im Ellenbogen seitlich abgewinkelt, die gespreizten Finger der Handflächen ruhen auf dem Becken. Hier endet die Darstellung an einem quer laufenden natürlichen Felsriss. Während der umgebende Fels nahezu senkrecht aufragt, ist das Relief an einem hervorstehenden, ungefähr um 50° gen Felswand geneigten Bereich angebracht. Dadurch erhält die figürliche Darstellung eine exponierte Betonung ihres Beckens. Rechts unterhalb der Halbfigur haben sich weitere bildhauerische Spuren erhalten. Die Bogenformen wurden als möglicher Schiffsanker angesprochen. Im oberen Bereich ist diese Darstellung allerdings durch starke Gesteinsabplatzungen verloren gegangen. Auch das figürliche Steinrelief weist erhebliche Verwitterungsspuren auf. An vielen Stellen ist die Sandsteinoberfläche von festeren Gesteinsadern durchzogen, die sich heute in der Textur erhaben abzeichnen. Sie lassen die frühere Reliefplastizität und ihr Volumen erahnen.

Daniel Berénger schlug eine Interpretation des Reliefs als Sheela-na-gig vor und machte damit auf eine Darstellungsform aufmerksam, die bislang in Deutschland weitgehend unbekannt war (Berénger 2013). Die nun vorliegende digitale Aufnahme des Reliefs legt jedoch die weit weniger spektakuläre und auch schon bekannte Deutung nahe, dass hier wohl doch eine männliche Person dargestellt wurde. Dafür sprechen das völlige Fehlen weiblicher Attribute, der Gürtel, die Frisur mit der charakteristischen Außenrolle und vor allem die maskulinen Proportionen, die gerade in der Seitenansicht des 3-D-Bildes sichtbar werden (Abb. 2). Die Figur erin-

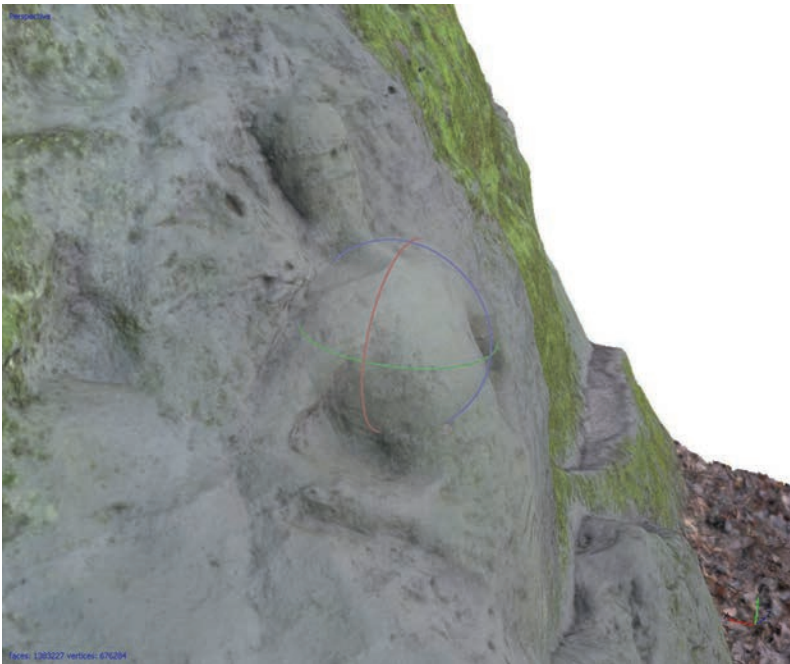
nert an Darstellungen von Rittern und Adligen auf Grabplatten des 13. und vor allem des 14. Jahrhunderts und stellt vielleicht einen Entwurf – oder einen misslungenen Versuch – für eine solche Platte dar. Der seitliche Anker, wenn die Ansprache stimmt, wird z. B. als Wappenmotiv auf den Grabplatten Konrads II. und Rudolfs (d.Ä.) von Brochterbeck dargestellt, die im Kloster Gravenhorst aufgestellt sind.



Da das weitere Absanden der Steinoberfläche dieses einen von nur zwei mittelalterlich datierten Felsreliefs in Ostwestfalen zu befürchten und eine angemessene Steinfestigung aufgrund von Bewitterung und Geländesituation nicht möglich ist, sucht die Altertumskommission für Westfalen schon seit längerer Zeit eine optimale Methode zur Dokumentation des Reliefs. Als erster Schritt erfolgte im Dezember 2013 zunächst seine digitale Konservierung.

Die Originalität und Einzigartigkeit des Steinreliefs fordern seine Konservierung, aber der bereits jetzt schlechte Erhaltungszustand rechtfertigt kaum noch hohe Kosten. Der Einsatz eines terrestrischen Laserscanners zur konservierenden Datenerfassung verursacht diese jedoch. Auch die Unwegsamkeit des Ge-

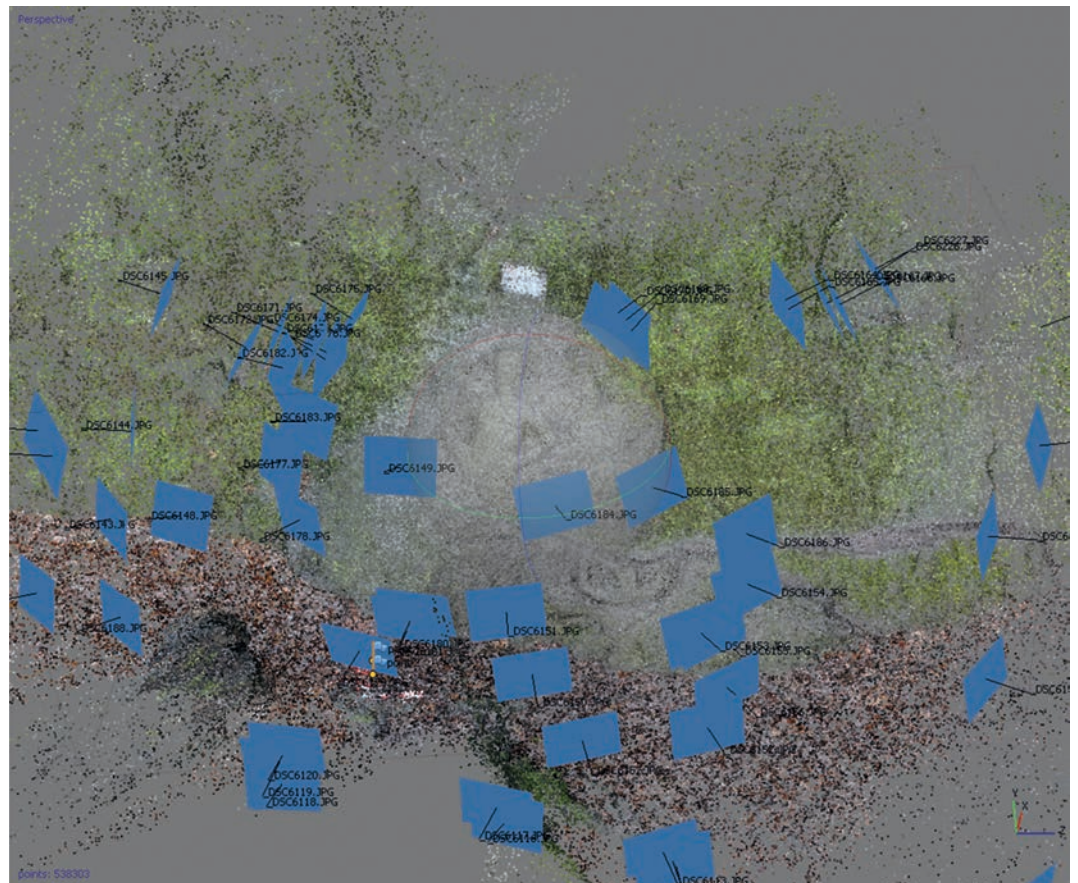
Abb. 1 3-D-Modell des figürlichen Felsreliefs am Wittekindsberg mit fotorealistischer Textur (Digitales Modell: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).



**Abb. 2** Die seitliche Ansicht lässt die eher maskulinen Proportionen der Figur erkennen. Mithilfe des Trackballs kann man das Modell frei drehen (Digitales Modell: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinken).

ländes macht den Lasereinsatz fraglich oder sogar unmöglich, da die Technologie Zielweiten benötigt, die im Hangbereich kaum einzuhalten sind. Eine Lasererfassung der Stein-oberfläche und der Relieftextur wird darüber hinaus auch durch einen vor dem Fels wachsenden Baum erschwert und verunklart.

**Abb. 3** Mit Agisoft Photoscan errechnete Messpunkt- wolke. Die blauen Felder zeigen die Positionen der Kamera bei der Aufnahme (Digitales Modell: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinken).



Als echte Alternative zu kostspieligen, starkstromabhängigen und zeitintensiven Laserscans bot sich hier die digitale Bilderfassung durch die Bearbeitungsmethode Structure from Motion, kurz SfM, an. SfM ermöglicht es, auch ohne Laserscanner ein maßstäbliches 3-D-Modell in hoher Qualität zu erstellen, das am Computer beliebig virtuell zu drehen ist.

Die Methode SfM nutzt gewöhnliche digitale Fotografien, um mithilfe einer Analyse- software aus ihnen 3-D-Modelle zu berechnen. Diese Aufnahmen können mit einer handels- üblichen Kamera erstellt werden. Bereits die Fotografien einer Nicht-Spiegelreflexkamera sind nutzbar. Eine Spiegelreflexkamera konserviert allerdings einen komplexeren Bilddaten- satz für die Zukunft. Das mittelalterliche Felsrelief ist daher mit einer Nikon D 300s mit einem 35 mm Objektiv fotografiert worden. In den digitalen Bildeigenschaften sind große Datenmengen von Bildpunkten sowie Informationen über Aufnahmezeitpunkt, Objektiv, Brennweite und Verschlusszeit gespeichert.

Die SfM-Methode benötigt Fotografien, die das Relief aus möglichst vielen verschiedenen Perspektiven abbilden und sich nach

Möglichkeit überlappen (Abb. 3). Für eine Georeferenzierung des digitalen Datensatzes werden mindestens drei sichtbare und unbewegte Referenzpunkte im Bild tachymetrisch eingemessen.

Zur 3-D-Generierung erfolgt die Dateneingabe in ein Berechnungsprogramm. Dort werden die Bilder in Hinblick auf markante Passpunkte und charakteristische Strukturen analysiert, die auf möglichst vielen Aufnahmen zu sehen sind. Diese werden dann zunächst als Messpunktwolke dargestellt. Zwischen den Einzelpunkten wird in einem weiteren Arbeitsschritt ein Oberflächennetz geknüpft, das abschließend mit einer fotorealistischen Textur überzogen wird (Abb. 4).

Unbefriedigende Ergebnisse liefert die SfM-Methode lediglich für völlig über- oder unterbelichtete Aufnahmebereiche, da hier schlicht die Bildinformationen fehlen. Der steile Lichtwechsel bei stark reflektierenden oder transluzenten Objektflächen macht ebenfalls Schwierigkeiten, weil die SfM-Berechnungen aufgrund gleichbleibender Referenzpunkte erfolgen. Die Hardwarevoraussetzungen für SfM stellen eigentlich keine echten Schwierigkeiten dar. Die Be- und Verarbeitung der fotografischen Datenmengen bis hin zum 3-D-Modell werden durch eine Mehrprozessorenarchitektur des Rechners, eine schnelle Grafikkarte und ausreichenden Arbeitsspeicher zwar beschleunigt, dies ist aber nicht zwingend notwendig.

Das entstandene digitale 3-D-Modell konserviert und sichert nun circa 500.000 Messpunktdaten der Steinoberfläche. Es zeigt und dokumentiert das derzeitige dreidimensionale Aussehen von Oberfläche und Relief. Darüber hinaus speichert es die Verortungsdaten im Gelände.

Neben dem interaktiven Betrachten erlaubt das 3-D-Modell das berührungsfreie Vermessen und Auswerten des Objekts. Veränderungen, z.B. durch die weitere Bewitterung, werden zukünftig im Deformationsabgleich erfassbar. Abweichungen von Volumen und Formen können dokumentiert, exakt vermessen und objektiv ausgewertet werden. Da die Daten dabei digital vorliegen, wird ihre wissenschaftliche Zugänglichkeit und Verbreitung erleichtert.

Zudem ist im digitalen 3-D-Modell eine solche Vielzahl an Bilddaten in ihrer räumlichen Zu- und Anordnung konserviert, dass auf ihrer Grundlage auch ein reales dreidimensionales Objekt als Replik generiert werden

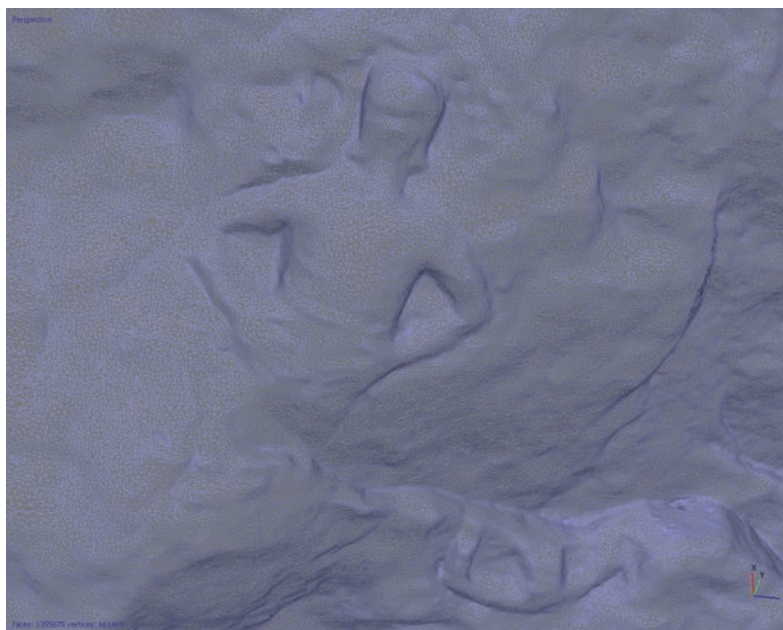


Abb. 4 Die Ansicht der Dreiecksvermaschung der Messpunkte zeigt die im 3-D-Modell konservierten Strukturen des Reliefs (Digitales Modell: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

kann. Hierfür stehen die Techniken des 3-D-Druckens oder die des computergestützten Ausfräsens zur Verfügung. Der 3-D-Drucker rechnet die in der Bilderfassung ermittelten Volumendaten eines dreidimensionalen Objekts in eine Abfolge von waagerechten Schichten um. Diese Schichten werden mit pulverisiertem, verschmelzendem Material übereinander gedruckt, sodass allmählich die dreidimensionale Form aufgebaut wird – einem plastischen Arbeiten vergleichbar. Die 3-D-Fräse baut dagegen von einem Materialblock die Bereiche ab, die nicht zum berechneten Volumen gehören – einem skulpturalen Arbeiten vergleichbar. Die ästhetischen Ergebnisse beider Methoden unterscheiden sich jedoch kaum. Bei beiden Methoden ist inzwischen eine Vielzahl an Materialien einsetzbar. Die vorliegenden, durch SfM ermittelten digitalen Bilddaten ermöglichen dabei auch die Modellgenerierung in den verschiedensten Maßstäben.

Die digitale Konservierung des mittelalterlichen Steinreliefs an der Porta Westfalica sichert nun die weitere notwendige Forschung an diesem Objekt. Die gewonnenen Bilddatensätze sind als hochauflösendes, virtuell drehbares Modell bei der Altertumskommission für Westfalen hinterlegt.

### Summary

Because of its uniqueness and in view of increased erosion-related damage the Antiquity Commission for Westphalia decided to digitally conserve a medieval figurative rock relief on Wittekindsberg hill. The three-dimension-

al photogrammetric model records the relief in its current state and allows us to create a replica that is accurate in every detail, for instance by using a 3D printer. Moreover, the change in perspective allows for further research into the object.

### Samenvatting

Een middeleeuws figuratief rotsreliëf aan de Wittekindsberg werd, op basis van het gegeven dat het uniek is en vanwege de toenemende aantasting door erosie, door de Altermiskommissie für Westfalen digitaal geconserveerd. Het fotogrammetrisch ontstane driedimensionale model legt de huidige staat van het reliëf vast en maakt het mogelijk een tot in details nauwkeurige replica te maken, bijvoorbeeld met een 3-D-printer. Bovendien wordt, door de mogelijkheid om het perspectief te wisselen, verder onderzoek aan het object ondersteund.

### Literatur

**Gabriele Böhm**, Mittelalterliche figürliche Grabmäler in Westfalen von den Anfängen bis 1400. Kunstgeschichte 19 (Münster 1993). – **Daniel Bérenger**, Sheela-na-gig in Barkhausen an der Porta Westfalica? Ein rätselhaftes Felsrelief. Archäologie in Westfalen-Lippe 2012, 2013, 125–128. – **Thomas P. Kersten u. a.**, Automatische 3D-Objekt-Rekonstruktion aus unstrukturierten digitalen Bilddaten für Anwendungen in Architektur, Denkmalpflege und Archäologie. In: Eckhardt Seyfert (Hrsg.), Erdblicke – Perspektiven für die Geowissenschaften 32. Wissenschaftliche-Technische Jahrestagung der DGPF, 14.–17. März 2012 in Potsdam. Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation e. V. 21 (Potsdam 2012) 137–148. – **Martin Schaich**, Mit digitalen Fotoserien zum 3-D-Modell – Anwendungsmöglichkeiten einer Software. Restauro 5, 2012, 26–30. – **Jochen Reinhard**, Structure from Motion, Drohnen & Co. Neue Wege in der Dokumentation archäologischer Ausgrabungen. Tugium 29, 2013, 177–188.

Archäometrie

## »Structure from Motion« am Beispiel der Ausgrabungen am Philosophikum in Münster

Ulrich Holtfester,  
Torben Schreiber

Kreisfreie Stadt Münster, Regierungsbezirk Münster

Maßstabsgetreue Zeichnungen sind neben der Fotografie einer der Grundpfeiler der Dokumentation auf archäologischen Ausgrabungen. Digitale Vermessungstechniken ersetzen dabei zunehmend das Zeichnen von Hand und sind vor allem bei zeitlich eng begrenzten Maßnahmen sehr hilfreich.

Seit 2012 findet im Doliche-Projekt der Forschungsstelle Asia Minor (Westfälische

Wilhelms-Universität Münster) im Bereich der Felddokumentation das sogenannte Structure-from-Motion-Verfahren (SfM) Anwendung. 2013 wurde diese Methode in einem Kooperationsprojekt erstmals bei der Stadtarchäologie Münster während umfangreicher Ausgrabungen anlässlich eines Neubauprojektes in der Innenstadt von Münster angewandt.

SfM ermöglicht es, aus gewöhnlichen Digitalfotos eines Objektes oder einer Fläche 3-D-Modelle zu erstellen und aus diesen wiederum vollständig entzerrte und georeferenzierte Ansichten (Orthofotos) zu exportieren, die dann in den digitalen Grabungsplan eingelesen werden können (s. Beitrag S. 223). Entscheidend für das Zeichnen von Plana ist, dass die Orthofotos in jedem beliebigen Maßstab geplottet und somit als Zeichengrundlage dienen können, was die Dokumentation erheblich beschleunigt.

Die Grabungsfläche erstreckt sich vom westlichen Rand des Domplatzes hangabwärts in Richtung Aa und umfasst insgesamt eine

Abb. 1 Ausschnitt aus der Grundkarte (Stadt Münster) mit gekennzeichnete Grabungsfläche (Karte: Stadtarchäologie Münster/ U. Holtfester).

