

# 3D-Rekonstruktion und kulturelle Objekte

Christiane Clados<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Kultur- und Sozialanthropologie, Philipps-Universität Marburg, Deutschland,  
clados@staff.uni-marburg.de

**KURZDARSTELLUNG:** Die digitale 3D-Rekonstruktion gewinnt bei der Visualisierung bestimmter Aspekte des materiellen und immateriellen Kulturerbes zunehmend an Bedeutung. Dies trifft nicht allein für Visualisierungen von vergangenen Bauwerken und bedeutenden Individuen aus ausgegrabenen Gräbern, sondern insbesondere auch für fragmentarisch erhaltene Museumsobjekte zu, die eine ganz andere Ausgangslage der Dokumentation und Kontextualisierung aufweisen. Welche Arten von digitalen 3D-Rekonstruktionen gibt es in Verbindung mit kulturellen Objekten in Museen, mit welchem Visualisierungsziel, und welche Technologien kommen zum Einsatz? Dies, und die Frage nach einer theoretischen Verankerung dieses spezifischen Rekonstruktionstyps in bestehende kulturtheoretische Ansätze, soll im Beitrag erörtert werden.

## 1. EINFÜHRUNG

Schon seit einigen Jahren etablieren sich digitale 3D-Rekonstruktionen in der Forschung und Bewahrung von Kulturerbe zunehmend erfolgreich als ein Instrument zur Visualisierung von archäologischen und historischen Befunden. Über die akademischen Grenzen hinaus bieten digitale 3D-Rekonstruktionen ein breites Anwendungsspektrum, insbesondere im Kontext von Museen, Publikationen, in der Bildung und nicht zuletzt im kommerziellen Sektor. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der „Übersetzung“ wissenschaftlicher Daten, da sie diese in Form eines virtuellen Modells interpretieren. In dieser Eigenschaft tragen sie so zu einem besseren Verständnis bestimmter Aspekte des kulturellen Erbes bei und helfen, komplexe wissenschaftliche Daten der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Da sie das Vergangene, Nicht-Mehr-Erhaltene in den Fokus der wissenschaftlichen Diskussion rücken ermöglichen sie auch die Überprüfung von Arbeitshypothesen [Siliotti 1997: 13]. Die London Charter [2009] und die Seville Principles [2011] diskutieren eingehend den Einsatz digitaler 3D-Rekonstruktionen als Werkzeug und zur Visualisierung wissenschaftlicher Erkenntnisse, nachdem zuvor Lesley und Roy Adkins [1989] und Daniel Tietsch-Tyler [2007] ganz generell die archäologische Rekonstruktion als bedeutendes Instrument der Kommunikation beschreiben, die durchgeführt wird, wenn materielles oder immaterielles Kulturerbe, das nicht mehr existiert, dem Betrachter vor Augen geführt werden muss. Digitale 3D-Rekonstruktionen haben gegenüber ihrer Vorgängern, die zeichnerisch angefertigt

[Adkins /Adkins 1989: 131; Clados 1999] oder als traditionelles Modell erstellt wurden, außerdem den Vorteil, daß sie mehr als eine unbewegte Darstellung sind. Sie sind Simulationen, die es ermöglichen, das Modell aus verschiedenen Perspektiven zu untersuchen oder zu animieren, und durch das Einbeziehen der vierten Dimension, der Zeit, Erkenntnisse zu erlangen, die ohne den Aspekt der Animation nicht möglich wären.

## 2. KULTURELLE OBJEKTE - MUSEUMSOBJEKTE

Digitale 3D-Rekonstruktionen thematisieren die Wiedererstellung von vergangenen, nicht mehr erhaltenen Bauwerken und -schmuck, aber auch von bedeutenden Individuen, deren Überreste man z.B. in Gräbern gefunden hat. Solche von menschlichen Überresten, und auch von kulturellen Objekten bilden dennoch immer noch die Ausnahme. Die Glaubwürdigkeit der Modelle steht dabei oftmals in einem direkten Zusammenhang mit kontrollierten Grabungen, aber auch mit erprobten Dokumentationsmethoden, die den Befund öffentlich zugänglich machen. Wie aber sind digitale 3D-Rekonstruktionen von kulturellen Objekten zu handhaben, die keinen oder nur einen eingeschränkten Grabungskontext aufweisen? Dies ist z.B. für portable und fragmentarisch erhaltene archäologische und ethnologische Objekte in Museen der Fall, wo sich eine ganz andere Ausgangslage der Dokumentation und Kontextualisierung zeigen kann. Denn im Gegensatz zu kulturellen Objekten, die in rezenten Grabungen zu Tage gefördert werden (Abb. 1), können Museumsobjekte aus vergangenen Grabungen stammen, deren Grabungsleiter bereits verstorben

ist, oder als Schenkung, Nachlaß, Dauerleihgabe und durch Tausch in das Museum gelangt sein (Abb. 2).



Abb. 1: Objekt in einer Grabung, Foto: C. Clados



Abb. 2: Objekte im Museum, Foto: C. Clados

In diesen Fällen ist eine andere Quellenlage gegeben, aus der digitale 3D-Rekonstruktionen entstehen, die Marc Grellert [2010] als "Rekonstruktionen ohne Befund" beschreibt. Im Falle von Museumsobjekten ist das Wissen ein anderes als bei Objekten mit rezenten Grabungskontext, wo der Befund selbst und die Interpretation des Befundes in Form des Grabungsleiters unmittelbar zugänglich ist, und, vorausgesetzt Modellierer und Grabungsleiter fallen nicht in einer Person zusammen, sich die Rekonstruktion aus der Kooperation von Modellierer und Grabungsleitung ergibt. Dennoch erfüllt auch das sachgerechte Dokumentationssystem des Museums und die Expertise der Kuratoren alle Voraussetzungen, um Rekonstruktionen von kulturellen Objekten zu erstellen, in denen sich nicht nur das Wissen zum Objekt spiegelt, sondern sich auch Hintergrundinformation zu ehemaligen Sammlern oder das Wissen im Umfeld ehemaliger Sammler abbildet. Denn, wie schon Amico et al. [2018: 111] betonen, ist die Authentizität eines Objektes nicht allein an einen Grabungskontext geknüpft, sondern an den Begriff der Provenienz

und an die Transparenz der Objektdaten [Beacham et al. 2006].

Durch die Weiterentwicklung digitaler Technologien gibt es seit der Jahrtausendwende ein vermehrtes Interesse an der digitalen 3D-Rekonstruktion von kulturellen Objekten. Die Mehrzahl der Objekte stammt aus Grabungen [Hermon et al. 2011 / Barreau 2014], jedoch gibt es im Rahmen von computerbasierter Restauration auch digitale 3D-Rekonstruktionen von Museumsobjekten [Subodh et al. 2003 / Kappel 2005 / Kotoul 2009 / Mara et al. 2010 / Powell 2012 / Amico et al. 2018]. In vielen Projekten ist der eigentliche Anteil der zu rekonstruierenden Parteien klein und in nicht wenigen Fällen handelt es sich mehr um die Transferierung eines realen, gut erhaltenen Objektes in den virtuellen Raum als um eine Rekonstruktion im eigentlichen Sinne. Denn ist die Wiederherstellung das Ziel, sind eher sehr fragmentarisch erhaltene Artefakte in den Museumsdepots und weniger die gut erhaltenen Exponate einer Dauerausstellung geeignet, um eine digitale 3D-Rekonstruktion durchzuführen. Bei einigen Projekten liegt der Schwerpunkt insbesondere auf der Demonstration der angewendeten Technologie und weniger auf dem Objekt selbst. Zurecht beklagen manche Autoren deshalb, daß einige Modelle nicht den Anforderungen des Kulturerbesektors entsprechen [Kotoul 2009: 433]. Oft sind digitale 3D-Rekonstruktionen aber auch nur Teil eines anderen Visualisierungsziels, z.B. wenn das Endprodukt die Restauration oder eine nicht-virtuelle, ausgedruckte Replica ist [Amico et al. 2018].

## 2.1 TECHNOLOGIEN

Um das Objekt in den virtuellen Raum zu transferieren, erfolgt die Bilderfassung entweder mit einem Laserscanner oder auf der Basis digitaler Photogrammetrie. Der 3D-Scanner ist ein Gerät zur Analyse und Aufzeichnung realer Objekte in einem virtuellen 3D-Raum. Es gibt viele verschiedene Arten, aber ihr allgemeines Prinzip ist ähnlich. Der Scanner sendet einen Laserstrahl, Röntgenstrahlen oder einen Ton aus. Ausgehend von der Zeit, die auf der Oberfläche verstreicht, wird die Entfernung zu diesem Punkt der Szene berechnet. Die Photogrammetrie wurde von der American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS) als die Kunst, Wissenschaft und Technologie definiert, präzise Informationen über physikalische Objekte und die Umwelt durch Verfahren des Aufzeichnens, Messens und Interpretierens von fotografischen Bildern und Mustern von elektromagnetischer Strahlungsenergie zu liefern. Beide Methoden dienen einerseits dem Zwecke der Dokumentation und können gleichzeitig als Grundlage und Referenz für die Analyse dienen.

Eine dritte Methode ist die manuelle Modellierung, die sich auf die Erstellung von Polygonmodellen mit einer 3D-Modellierungssoftware bezieht. Auch diese Methode ermöglicht es, sehr detaillierte Modelle zu erstellen, und ist insbesondere auch dann geeignet, wenn das reale Objekt nicht zugänglich ist.

## 2. 2 ÄSTHETIK

Die ästhetische Wirkung einer 3D-Rekonstruktion richtet sich einerseits nach der Frage des Visualisierungsziels und andererseits nach der Zielgruppe [Dewitz et al. 2019 / Lengyel und Tolouse 2011]. Grellert und Svenshon [2010: 189] definieren im Bereich der Architektur zwei unterschiedliche Rekonstruktionstypen, die sie wie folgt definieren: „Zwei Hauptfelder gilt es zu unterscheiden: Erstens Rekonstruktionen als Visualisierung von Forschungsergebnissen und Hypothesen im Kontext des wissenschaftlichen Diskurses, und zweitens Rekonstruktionen, die die Aufgabe haben, für eine allgemeine Öffentlichkeit vergangene Architektur interessant in Szene zu setzen.“ Die Autoren unterscheiden zum einen digitale 3D-Rekonstruktionen, die als didaktisches Modell fungieren und Sachverhalte abstrakt und manchmal geradezu „skizzenhaft“ darstellen. Zum anderen führen sie den Begriff der „atmosphärischen Rekonstruktion“ ein, der photorealistische Modelle mit immersiver Wirkung beschreibt. Beide Rekonstruktionstypen lassen sich ohne weiteres auf Objektrekonstruktionen - und im übrigen auch auf die Rekonstruktion menschlicher Überreste - übertragen. Darüber hinaus lassen sich auch Kombinationen beider Typen beobachten, sowie photorealistische Modelle, die die hypothetischen Partien sichtbar machen (Messemer 2019).

## 2. 3 DIGITALE 3D-REKONSTRUKTION VON OBJEKTEN

Grundsätzlich lassen sich mit Hinblick auf das Visualisierungsziel zwei Typen der Objektrekonstruktion unterscheiden: Die virtuelle Restaurierung eines Objekts, die den Schwerpunkt auf das Objekt selbst legt, und die virtuelle Kontextualisierung des Objekts, die die Funktion des Objekts und seine Handhabung in der Gesellschaft veranschaulicht. Die virtuelle Restaurierung eines Objekts beschreibt digitale 3D-Rekonstruktionen, die von zum Teil sehr fragmentarisch erhaltenen Objekten angefertigt werden können. Die Rekonstruktion kann dabei entweder bestimmte Aspekte des Objekts materialisieren und diese in einem eher didaktischen Modell veranschaulichen, oder dieses photorealistisch-immersiv wiedergeben. In beiden Fällen hängt die Verlässlichkeit des Modells von einer umfassenden Datenaquirierung ab, die die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse

einbezieht [Grellert 2010: 189] und Unsicherheiten im Wissen kenntlich macht. Wie auch im Falle der digitalen 3D-Rekonstruktion von Architektur lässt sich das virtuelle Modell des Objekts aus vielen Perspektiven dreidimensional erforschen. Darüber hinaus kann im Falle von vierteiligen Objekten eine Simulation im Moment der Bewegung zu Erkenntnissen führen, die ohne diese nicht gewonnen werden können. Die Rekonstruktion muss sich aber nicht allein auf das Objekt beschränken, sondern kann den einstigen Kontext des Objekts verdeutlichen. Eine virtuelle Kontextualisierung des Objekts kann Kleidung und Schmuck am Träger im Moment der Bewegung und in Interaktion mit dem Körper (Abb. 3, 4), oder die Funktion und Handhabung des Objekts im Ritual demonstrieren.

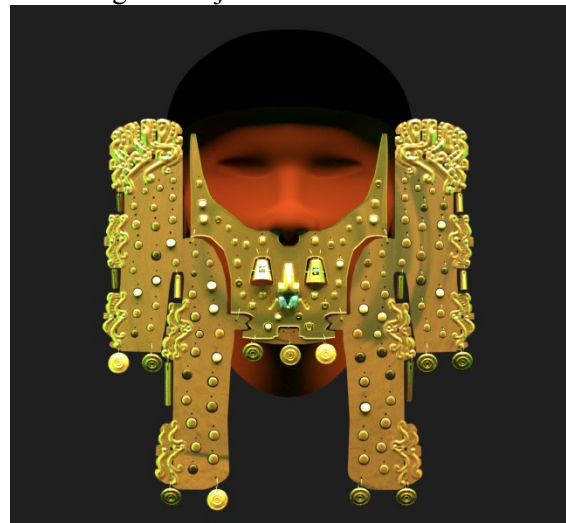


Abb. 3: Altkolumbianischer Nasenschmuck kontextualisiert, © C. Clados

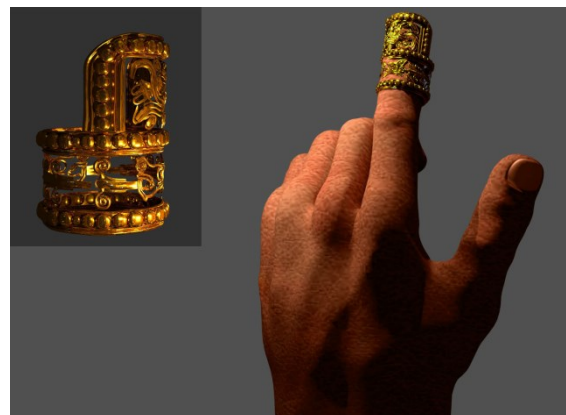


Abb. 4: Mixtekischer goldener Nagel kontextualisiert, © C. Clados

## 3. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Auch wenn die Quellenlage von Objekten in Museen eine andere ist und ein Grabungsort (oder der Ort der Feldforschung) nicht aktuell zugänglich ist, erfüllen auch Museumsobjekte, deren Authentizität gesichert ist, alle Voraussetzungen, digital rekonstruiert zu werden. Unter der steigenden Zahl

von digitalen 3D-Rekonstruktionen stellen solche zu Museumsobjekten immer noch eine Ausnahme dar. Aufgrund der Unterschiedlichkeit von Objekttypen und Visualisierungsziel reichen diese von didaktisch-orientierten bis zu atmosphärischen Visualisierungen, wobei die Mehrheit der Modelle dem ersten Visualisierungstyp zuzuordnen ist. Bei den bisherigen digitalen 3D-Rekonstruktionen zu Museumsobjekten zeigt sich auch deswegen eine große Vielfalt, da die Objekte je nach Erhaltungszustand unterschiedliche Grade von Unsicherheiten in der Darstellung aufweisen. Die Glaubwürdigkeit des Modells hängt dabei weniger von der Anzahl der hypothetisch-rekonstruierten Partien des Objekts ab, als vielmehr von einer sachgerechten Sichtbarmachung derselben.

#### 4. LITERATURHINWEIS

- Adkinson, Lesley / Adkinson, Roy: *Archaeological Illustration*. New York: Cambridge University Press, 1989.
- Amico, Nicola / Ronzino, Paola / Vassallo, Valentina / Miltiadous, Nicolea / Hermon, Sorin / Niccolucci, Franco: Theorizing authenticity – practising reality: the 3D replica of the Kazaphani boat, in: Di Giuseppantonio Di Franco, Paola / Galeazzi, Fabrizio / Vassallo, Valentina (Hrsg.): *Authenticity and cultural heritage in the age of 3D digital reproductions*. McDonald Institute of Archaeological Research: University of Cambridge, 2018, pp. 111-122.
- Beacham, Richard / Denard, Hugh / Niccolucci, Franco: An Introduction to The London Charter, in: M. Ioannides, D. Arnold, F. Niccolucci, K. Mania (eds.), *The E-volution of ICTechnology in Cultural Heritage*, Papers from the Joint Event CIPA/VAST/EG/EuroMed Event, Budapest: Archaeolingua, 2006, pp. 263–9.
- Berzovan, Alexandru / Toma, Claudiu: 3D reconstruction of ancient pottery using drawn profiles. A case study: reconstructing a Dacian fruit bowl, in: *Annales d'Université Valahia Targoviste*, Tome XIV, Numéro 2, 2012, pp. 87-92.
- Bruschke, Jonas / Wacker, Markus: Simplifying Documentation of Digital Reconstruction Processes. Introducing an Interactive Documentation System, in: Münster, Sander / Pfarr-Harfst, Mieke / Kuroczyński, Piotr / Ioannides, Marinos (Hrsg.): *3D Research Challenges in Cultural Heritage II. How to Manage Data and Knowledge Related to Interpretative Digital 3D Reconstructions of Cultural Heritage*. Lecture Notes in Computer Science, Bd. 10025. Cham: Springer, 2016, pp. 256-271.
- Barreau, Jean-Baptiste / Nicolas, Théophile / Bruniaux, Guillaume / Petit, Emilien / Petit, Quentin et al.: *Ceramics Fragments Digitization by Photogrammetry, Reconstructions and Applications*. International Conference on Cultural Heritage, EuroMed, 2014, Lemessos, Cyprus, 2014, <https://arxiv.org/abs/1412.1330> [letzter Zugriff 21.10.2019].
- Clados, Christiane: *Moche-Vasenmalerei und hypothetische Rekonstruktion von Zeremonialszenen*, Magisterarbeit, Freie Universität Berlin, 1999.
- Denard, Hugh (Hrsg.): *London Charter. For the Computer-based Visualisation of Cultural Heritage*. Draft 2.1. 7 February 2009. London <http://www.londoncharter.org/> [letzter Zugriff 20.09.2019].
- Dewitz, Leyla / Kröber, Cindy / Messemer, Heike / Maiwald, Ferdinand / Münster, Sander / Bruschke, Jonas / Niebling, Florian: Historical Photos and Visualizations: Potential for Research, in: *27th CIPA International Symposium "Documenting the past for a better future"* (= Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., Bd. XLII-2W15, 2019, pp. 405-412.
- Forte, Maurizio / Siliotti, Alberto (Hrsg.): *Virtual Archaeology. Re-creating Ancient Worlds*. New York: Harry N. Abrams Inc., 1997.
- Grellert, Marc / Svenshon, Helge: „Rekonstruktion ohne Befund?“, in: *Befund und Rekonstruktion*. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit 22, 2010, pp. 189-198.
- Lengyel, Dominik / Toulouse, Catherine: Darstellung von unscharfem Wissen in der Rekonstruktion historischer Bauten, in: K. Heine / K. Rheidt / F. Henze / A. Riedel (Hrsg.): *Von Handaufmaß bis High Tech III. 3D in der historischen Bauforschung*. Darmstadt, Mainz, 2011, pp. 182-186.
- o.A.: *Principles of Seville. International Principles of Virtual Archaeology*, 2011, o.O. <http://smarterheritage.com/wp-content/uploads/2015/03/FINAL-DRAFT.pdf> [letzter Zugriff 20.09.2019].
- Hermon, Sorin / Pilides, Despina / Iannone, Giancarlo / Georgiou, Ropertos / Amico, Nicola / Ronzino, Paola: Ancient Vase 3D Reconstruction and 3D Visualization. *CAA2011 - Revive the Past: Proceedings of the 39th Conference in Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, Beijing, China, 12-16 April, 2011, pp. 59-64.
- Kampel, Martin / Sablatnig, Robert / Mara, Hubert: Robust 3D Reconstruction of Archaeological Pottery based on Concentric Circular Rills, in: Magnenat-Thalmann N. and Rindel J.H. (Eds.), *WIAMIS05: The 6th International Workshop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services*, Montreux, Switzerland, 2005, pp. 14-20.

Kotoul, Eleni: 3D Reconstruction / Visualization of Artefacts and Ageing Effects. *14<sup>th</sup> International Congress „Cultural Heritage and New Technologies“*, Wien, 2009, pp. 433-446.

Kumar, Subodh / Snyder, Dean / Duncan, Donald / Cohen, Jonathan / Cooper, Jerry: Digital Preservation of Ancient Cuneiform Tablets Using 3D-Scanning. *4th International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling (3DIM)*, Banff, Alberta, Canada, 6.–10. Oktober. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 2003, pp. 326–333.

Messemer, Heike: Entwicklung und Potentiale digitaler 3D-Modelle historischer Architektur. Kontextualisierung und Analyse aus kunsthistorischer Perspektive, Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität, München, 2018.

Pfarr, Mieke: Dokumentationssystem für Digitale Rekonstruktionen am Beispiel der Grabanlage Zhaoling, Provinz Shaanxi, China, Dissertation, Technische Universität Darmstadt, 2010.

Pfarr-Harfst / Grellert, Marc: The Reconstruction – Argumentation Method: Proposal for a Minimum Standard of Documentation in the Context of Virtual Reconstructions, in: *Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection. 6th International Conference, EuroMed*, (Proceedings Part 1), 2016, pp. 39-49.

Mara, Hubert; Krömker, Susanne; Jakob, Stefan; Breuckmann, Bernd: GigaMesh and Gilgamesh — 3D Multiscale Integral Invariant Cuneiform Character Extraction, *Proceedings of VAST International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage*, Palais du Louvre, Paris, France: Eurographics Association, 2010, pp. 131–138.

Powell, Alvin: “An ancient statue, re-created, Harvard Gazette”, December 4, 2012, <http://news.harvard.edu/gazette/story/2012/12/an-ancient-statue-re-created/>[letzter Zugriff 20.10.2019].

Tietzch-Tyler, Daniel: Archaeological Reconstruction, 2007, <http://www.dantt.net/>[letzter Zugriff 20.10.2019].