

Sander Münster

## A. Die Begrifflichkeiten der 3D-Rekonstruktion

→ 3D-Rekonstruktion, Begriffe, Definitionen

Digitale 3D-Rekonstruktion ein Wissenschaftsfeld mit vielfältigen disziplinären und – daraus folgend – terminologischen Bezügen. Vor diesem Hintergrund benennt und erläutert der vorliegende Aufsatz grundlegende Begriffe sowie Konzepte. Dabei hat der Aufsatz neben der begrifflichen Einordnung der digitalen 3D-Rekonstruktion ihre disziplinäre Einbettung und die Darlegung wesentlicher Charakteristika, Arbeitsabläufe und Entstehungskontexte zum Ziel.

## ■ 01

Weiterführende Systematisierungen liefern beispielsweise: Etienne Wenger, *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*, Cambridge 1998.

## ■ 02

Hubertus Kohle, *Digitale Rekonstruktion*, in: Fotis Ioannides, Malte Rehbein, Hubertus Kohle (Hg.), *Digital Humanities. Eine Einführung*, Stuttgart 2017, S. 315–327.

Wie in vielen Wissenschaftsfeldern hat sich auch für den Bereich der digitalen 3D-Rekonstruktion ein eigenständiger Fachwortschatz herausgebildet. <sup>01</sup> Dieser Aufsatz soll einige in diesem Zusammenhang grundlegende Begriffe benennen und die damit verbundenen Konzepte erläutern sowie einordnen. Damit ergänzt er Überblicksdarstellungen wie die von **Kohle** <sup>02</sup> sowie historisch-kritische Betrachtungen wie die von **Messemer** (→ **060**). Mit Blick auf eine Gliederung zielt dieser Aufsatz auf (A.1) eine Begriffsklärung, (A.2) die disziplinäre Einordnung, (A.3) die Darlegung wesentlicher Abläufe und Charakteristika sowie (A.4) deren Entstehungs- und Verwendungskontexte ab.

## A.1 Der Begriff der »Digitalen 3D-Rekonstruktion«

### Rekonstruktion vs. Digitalisierung

Wie bereits im **Memorandum** (→ **021**) ausgeführt, finden digitale 3D-Modellierungstechniken, zu welchen auch die 3D-Rekonstruktion gehört, in den historischen Wissenschaften auf zweierlei Art Verwendung. <sup>03</sup> Sie dienen zum einen der Erfassung und Digitalisierung existierender historischer Objekte. Dafür kommen zumeist Datenerfassungstechnologien wie beispielsweise photogrammetrische und laser- sowie radarbasierte Verfahren zum Einsatz. <sup>04</sup> Zudem sind diese Vorhaben häufig mit einer weitgehend algorithmischen Modellgenese verbunden. Während die Arbeitsabläufe derartiger Digitalisierungsvorhaben vor allem technische und logistische Herausforderungen beinhalten, beinhaltet die Erstellung von virtuellen Rekonstruktionen zur Nachbildung nicht mehr existenter oder nie realisierter Objekte und Strukturen die Einbeziehung und Interpretation historischer Quellen sowie deren Umsetzung in ein virtuelles 3D-Modell mithilfe digitaler Werkzeuge.

## ■ 03

Siehe auch: Giuliana De Francesco, Andrea D'Andrea, Andrea, *Standards and Guidelines for Quality Digital Cultural Three-Dimensional Content Creation*, in: Marinos Ioannides, A. Addison, A. Georgopoulos, L. Kalisperis (Hg.), *Digital Heritage: Proceedings of the 14th International Conference on Virtual Systems and Multimedia. Project Papers*, Budapest 2008, S. 229–233.

## ■ 04

Grundlegend hierzu: Fabio Remondino, Sabry El-Hakim, Stefano Girardi, Alessandro Rizzi, Stefano Benedetti, Lorenzo Gonzo, *3D Virtual reconstruction and visualization of complex architectures – The 3D-ARCH project*, Zürich 2009. Wichtig ist, dass insbesondere in den Geowissenschaften und der Informatik die Digitalisierung von Objekten mitunter als Rekonstruktion bezeichnet wird, bei der das Objekt digital mittels Erfassungstechnologien »rekonstruiert« wird. Bspw. in: David Arnold, *3D-COFORM – D.1.5 – PROJECT FINAL REPORT*, in: [http://culturalinformatics.org.uk/sites/culturalinformatics.org.uk/files/3DC\\_D\\_1\\_5\\_Final\\_Report\\_v1\\_0\\_PUBLIC.pdf](http://culturalinformatics.org.uk/sites/culturalinformatics.org.uk/files/3DC_D_1_5_Final_Report_v1_0_PUBLIC.pdf).

**Digital vs. virtuell**

Es besteht ein grundlegender Konsens darüber, dass **digitale 3D-Rekonstruktionen** mithilfe des Computers erstellt werden und sich damit von den in einer langen Tradition stehenden physischen Rekonstruktionen von Artefakten **05** oder auch papierbasierten Rekonstruktionen wie beispielsweise der Architekturzeichnung **06** unterscheiden. Dabei werden die Begriffe der **digitalen** und der **virtuellen** Rekonstruktion weitgehend synonym gebraucht, wobei sich die zugrunde liegenden Konzepte des Digitalen als »in Ziffern aufgelöst« bzw. »auf Ziffern beruhend« **07** gegenüber dem Virtuellen als »entsprechend seiner Anlage als Möglichkeit vorhanden« **08** durchaus unterscheiden. Während das Digitale damit eine Materialität beschreibt, geht der Begriff des Virtuellen vom inhaltlichen Wirklichkeitsbezug aus. Empirisch betrachtet ist im deutschsprachigen Raum dabei häufiger von **virtueller Rekonstruktion** die Rede, während im Englischen die **digital reconstruction** überwiegt. **09** In Anlehnung an die bereits ausgeführte Praxis sollen beide Begriffe auch in diesem Buch synonym verwendet werden.

## ■ 05

Beispielsweise in der Experimentalarchäologie: Peter Stone, Phillippe Planel, *The Constructed past. Experimental archaeology, education and the public*, Routledge 1999.

## ■ 06

Hierzu bspw. Mario Carpo, *Architecture in the Age of Printing. Orality, Writing, Typography, and Printed Images in the History of Architectural Theory*, Cambridge 2001.

## ■ 07

Duden, digital, in: <http://www.duden.de/rechtschreibung/digital>.

## ■ 08

Duden, virtuell, in: <http://www.duden.de/rechtschreibung/virtuell>.

## ■ 09

Suchbegriffe bei Google.de: »Digitale Rekonstruktion«: 13 Tsd. Ergebnisse; »Virtuelle Rekonstruktion« 61 Tsd. Ergebnisse (23.8.2017). Suchbegriff bei Google.de: »Digital Reconstruction«: 434 Tsd. Ergebnisse; »Virtual reconstruction« 181 Tsd. Ergebnisse (23.8.2017).

## A.2 Die disziplinäre Verortung digitaler 3D-Rekonstruktion zwischen Digital Humanities, Cultural Heritage und historischen Wissenschaften

### ■ 10

Unter vielen: Rafael Alvarado, *The Digital Humanities Situation*, in: *The Transducer*, 5 (11) 2011. Bryan W. Carter, *Digital humanities: Current perspective, practices, and research*, Bingley 2013. Matthew K. Gold, *Debates in the digital humanities*, Minneapolis 2012. Matthew G. Kirschenbaum, *2010 What is Digital Humanities and what's it doing in English Departments?*, in: *ADE Bulletin*, (150) 2010, S. 55–61. Melissa Terras, Julianne Nyhan, Edward Vanhoutte, *Defining Digital Humanities. A Reader*, Farnham 2013.

Die digitale 3D-Rekonstruktion ist vereinfacht gesprochen ein digitales Werkzeug zur Untersuchung geistes- und kulturwissenschaftlicher Fragestellungen und damit – im Hinblick auf ihre disziplinäre Einordnung – als eine Arbeitstechnik der Digital Humanities zu sehen. Während die untersuchten Fragestellungen aus den historischen Wissenschaften und vor allem aus der Archäologie und der Kunstgeschichte stammen, sind die Quellengrundlagen bzw. Artefakte dem Kulturerbe zurechenbar.

## A.3 3D-Rekonstruktionen als Teil des Methodenkanons der Digital Humanities

### ■ 11

Alvarado 5 (11) 2011. Frederick W. Gibbs, *Digital humanities definitions by type*, in: *Internet Digital humanities definitions by type*, <https://moodle.ucl.ac.uk/course/view.php?id=11859&section=3>.

Trotz vielfältiger Definitionen <sup>10</sup> ist die Begriffsbestimmung von Digital Humanities noch immer unscharf und heterogen. <sup>11</sup> Aus historischer Perspektive haben sich die Digital Humanities etwa seit Mitte der 2000er Jahre durch die Herausbildung einer eigenständigen epistemischen Kultur aus der historischen Informatik bzw. dem Humanities Computing entwickelt. <sup>12</sup>

### ■ 12

Als eine der jüngsten Darstellungen der historischen Entwicklung der Digital Humanities: Manfred Thaller, *Geschichte der Digital Humanities*, in: Fotis Ioannides, Malte Rehbein, Hubertus Kohle (Hg.), *Digital Humanities. Eine Einführung*, Stuttgart 2017, S. 315–327. Zum Emanzipationsprozess: Cathy N. Davids, *Humanities 2.0: Promise, Perils, Predictions*, in: *Publications of the Modern Language Association of America (PMLA)*, 123 (3) 2008, S. 707–717. Patrik Svensson, *Humanities Computing as Digital Humanities*, in: *Digital Humanities Quarterly*, 3 (3) 2009 pp. Zur Geschichte der historischen Informatik: Susan Hockey, *The History of Humanities Computing*, in: Susan Schreibman, Ray Siemens, John Unsworth (Hg.), *A Companion to Digital Humanities*, Oxford 2004. Patrik Svensson, *The Landscape of Digital Humanities*, in: *Digital Humanities Quarterly*, 4 (1) 2010.

## ■ 13

Demgegenüber definiert Waters Digital Humanities als »the application of tools and processes to the »why possible?« questions of humanistic inquiry« Donald J. Waters, An overview of the digital humanities, in: *Research Library Issues*, (284) 2013, S. 3–22. Eine empirisch-sozialwissenschaftlich begründete Definition von Digital Humanities sieht diese mehrheitlich als »the application of technology to humanities work«, Gibbs, 2011.

## ■ 14

Vgl. Melissa Terras, *Disciplined: Using Curriculum Studies to Define Humanities Computing*, in: *Literary and Linguistic Computing*, 21 (2) 2006, S. 229–246.

## ■ 15

Vgl. S. Münster et al. (2016). A classification model for digital reconstruction in context of humanities research. *3D Research Challenges in Cultural Heritage II*. S. Münster et al. Cham, Springer LNCS: 3–31. Empirisch anhand von Fallbeispielen skizziert bspw. in: David J. Bodenhamer et al. (Hg), *The Spatial Humanities. GIS and the Future of Humanities Scholarship*, Bloomington 2010. Eugene Ch'ng et al. (Hg.), *Visual Heritage in the Digital Age*, London 2013. Franco Moretti, *Graphs, Maps, Trees: Abstract Models for Literary History*, London, New York 2007.

## ■ 16

Vgl. Cologne Center for eHumanities, *Digitale Geisteswissenschaften*, Köln 2011. Sowie: BMBF, *Bekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung von Richtlinien zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben aus dem Bereich der eHumanities*, <http://www.bmbf.de/foerderungen/21126.php>.

## ■ 17

Melinda Beland, *Digital Humanities Trend Report*, <https://www.library.uni.edu/rodcast/201604/digital-humanities-trend-report>.

Weitgehender Konsens herrscht darüber, dass sich die Digital Humanities hinsichtlich ihres Gegenstandes mit der Untersuchung geisteswissenschaftlicher Fragestellungen unter Nutzung digitaler Methoden beschäftigen. <sup>13</sup> Noch immer ist jedoch umstritten, was eine solche Nutzung digitaler Methoden bedeutet. Dies beinhaltet beispielsweise die qualitative Frage, ob die Digital Humanities als vorrangig praktisch orientiertes Feld eine hinreichende Wissenschaftlichkeit aufweisen. <sup>14</sup> Zumindest für die Anwendung von 3D-Rekonstruktionstechniken ist noch nicht scharf umrissen, welche neuen Forschungsperspektiven Digital Humanities zum Erkenntnisprozess beitragen. Aus Sicht der Geisteswissenschaften liegen die digitalen Mehrwerte insbesondere in der Skalierbarkeit und leichten Editierbarkeit von Informationen sowie in den bisher nicht da gewesenen Möglichkeiten zur Mustererkennung. <sup>15</sup> Ebenso ist fraglich, ob eine solche Definition nur digitale Forschungsmethoden umfasst oder ob alle Aspekte forschungsbezogener Informations- und Kommunikationspraxis umfasst sind. Demgegenüber herrscht Einigkeit in der Auffassung, dass die Zusammenarbeit in den Digital Humanities disziplinübergreifender Natur ist, wobei gerade im deutschsprachigen Raum eine Unterscheidung zwischen e(nhanced) Humanities als Zusammenarbeit zwischen Geisteswissenschaftlern und informatischen Disziplinen sowie den Digital Humanities als **hybrider Disziplin**, <sup>16</sup> welche Ansätze und Methoden beider disziplinärer Sphären umfasst, getroffen wird. Zur Definition einer solchen Kooperation merkt beispielsweise Beland an:

»Digital humanities research usually involves collaboration of individuals with different types of expertise: subject, analytical, data management, and project management. Some universities have established digital humanities research centers, and some academic libraries are collaborating with such centers. In other cases, collaboration takes place on an ad hoc basis«. <sup>17</sup>

## ■ 18

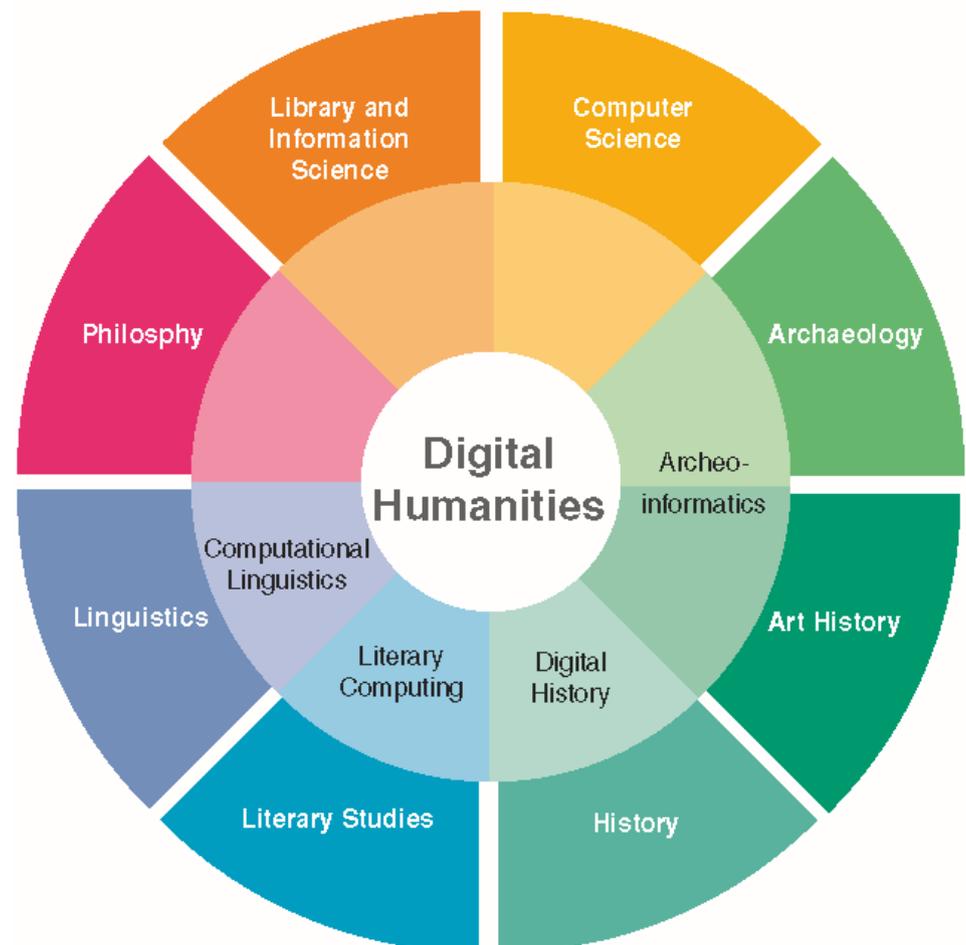
D. J. Waters, *An overview of the digital humanities*, in: *Research Library Issues*, 284 2013, S. 3–22. Ein erweitertes Bild zur Beschreibung der Digital Humanities anhand ihrer Themen und Akteure zeichnen Kompendien der Digital Humanities, bspw. Juho Hamari, Jonna Koivisto, *Why do people use gamification services?*, in: *International Journal of Information Management*, 35 (4) 2015, S. 419–431. Fotis Ioannides, Malte Rehbein, Hubertus Kohle, *Digital Humanities. Eine Einführung*, Stuttgart 2017. J. B. Metzler, Susan Schreibman, Ray Siemens, John Unsworth, *A Companion to Digital Humanities*, Oxford 2004. Blackwell, Melissa Terras, Julianne Nyhan, Edward Vanhoutte, *Defining Digital Humanities. A Reader*, Ashgate 2013. Dem breiten Spektrum an Themen und Akteuren entspricht eine große Bandbreite bei Lehrveranstaltungen im Bereich der Digital Humanities. Dies wird empirisch durch zahlreiche State-of-the-art-Erhebungen belegt, zuletzt: Chris Alen Sula, S. E. Hackney, Phillip Cunningham, *A Survey of Digital Humanities Programs*, 2017.

Mit Blick auf Anwendungsgebiete der Digital Humanities unterscheidet Waters aus historischer Perspektive zwischen Textanalyse, spatialer Analyse und Medienuntersuchung. <sup>18</sup>

Ein differenzierteres Bild zeichnen Thaller und Sahle mit einer Zuordnung von Anwendungsbereichen und inhaltsgebenden Disziplinen. <sup>[01]</sup> Demnach gehören Techniken der digitalen 3D-Rekonstruktion in die Bereiche der Archäoinformatik und Digital History und befördern vor allem Forschung in der Kunstgeschichte und Archäologie.

□ 01

Anwendungsgebiete der Digital Humanities nach Sahle (Anne Schimmeck)



## A.4 Kulturerbe als Gegenstand der 3D-Rekonstruktion

Als Gegenstand der Digital Humanities definiert Alvarado mit Bezug zu Panofsky:

»[...] ›the records left by men [...]‹ – works of literature, art, architecture, and other products and traces of human intellectual labor«. <sup>19</sup>

### ■ 19

Alvarado, Rafael, *The Digital Humanities Situation*, in: *The Transducer*, May 11th, 2011.

### ■ 20

Hierzu bspw.: »Cultural heritage [subsumes] material structures, institutional complexes and practices, and at the same time carries a powerful emotional charge and a value structure [...]«. Kai Huotari, Juho Hamari, *A definition for gamification: anchoring gamification in the service marketing literature*, in: *Electronic Markets*, 27 (1) 2016, S. 21–31.

### ■ 21

Beispielhaft zu benennen sind Unterstützungsfunktionen von 3D-Modellen bzw. spezielle Rekonstruktionen für die Erhaltung, den Wiederaufbau, die Dokumentation, die Erforschung und die Verbreitung von Kulturerbe. Ausgeführt beispielsweise in Fabio Bruno, Giovanna De Sensi, Stefano Bruno, Maria-Laura Luchi, Stefania Mancuso, Maurizio Muzzupappa, *From 3D reconstruction to virtual reality: A complete methodology for digital archaeological exhibition*, in: *Journal of Cultural Heritage*, 11 (1) 2010, S. 42–49.

### ■ 22

Zur Schwierigkeit der Abgrenzung des Konzeptes digitalen Erbes als »Agora« siehe Eugene Ch'ng, Vincent Gaffney, Henry Chapman, *Visual Heritage in the Digital Age*, London 2013.

### ■ 23

Marilena Vecco, *A definition of cultural heritage: From the tangible to the intangible*, in: *Journal of Cultural Heritage*, 11 (3), 2010, S. 321–324.

Das Konzept des Kulturerbes bzw. des Cultural Heritage stellt mithin das historische Artefakt bzw. Kulturgut in den Mittelpunkt. <sup>20</sup> Dies umfasst Aspekte der Bewahrung, Vermittlung und Erforschung des kulturellen Erbes <sup>21</sup> aus multidisziplinärer Perspektive, beispielsweise aus jener der Materialwissenschaften, der Denkmalpflege oder aber auch den Museumswissenschaften. <sup>22</sup> Darüber hinaus umfasst das Kulturerbe sowohl materielle als auch immaterielle Artefakte. <sup>23</sup> Zu letzteren zählen neben den bereits aufgeführten Kulturgütern wie beispielsweise Musik, Tanz, Theater, Spiele, Sprache, Geschichte, Literatur auch Kulturpraktiken wie Handwerke und Riten sowie hypothetische Konzepte wie architektonische Stile.

## ■ 24

Das europäische »Network of Excellence in Open Cultural Heritage« (EPOCH) betrieb zwischen 2004 und 2008 eine Statuserhebung des Digital Cultural Heritage und lieferte eine noch immer weitgehend aktuelle Übersicht des Fachgebiets und damit verbundener Zugänge und Herausforderungen. David Arnold, Guntram Geser, EPOCH Research Agenda – Final Report, Brighton 2008. Weiterführend beispielsweise: A. Bentkowska-Kafel et al., Digital Techniques for Documenting and Preserving Cultural Heritage, Kalamazoo 2017.

## ■ 25

Siehe Sander Münster, A Survey on Topics, Researchers and Cultures in the Field of Digital Heritage. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2017.

## ■ 26

Colin Renfrew, Paul Bahn, Archaeology, New York, Routledge 2005.

## ■ 27

Hinsichtlich der Bedeutung für die Geschichtswissenschaften wird die Archäologie traditionell als »Hilfswissenschaft« gesehen, welche materielle Evidenzen für eine weiterführende geschichtswissenschaftliche Interpretation liefert: Ernst Opgenoorth, Einführung in das Studium der neueren Geschichte, Paderborn 1997.

## ■ 28

E. Christofori et al., Recording cultural heritage using terrestrial laserscanning, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, S. 183–188, 2013. P. Clini et al., All-in-one laser scanning methods for surveying, representing and sharing information on archaeology; R. Lasaponara et al., Flights into the past, in: Journal of Archaeological Science, Vol. 38 2011, S. 2061–2070.

Die Bedeutung von 3D-Digitalisierungs- und Rekonstruktionstechniken für deren Erforschung hat immens zugenommen. <sup>24</sup> Eine Forschungslandschaft wird neben dem klassischen inhaltlich-geisteswissenschaftlichen Zugang zum digitalen Kulturerbe heute durch technologische Fragen wie die nach der digitalen Erfassung von Kulturerbe und des Datenmanagements sowie damit verbundene informatische, geodätische, ingenieurwissenschaftliche und architekturwissenschaftliche Zugänge dominiert. <sup>25</sup>

## A.5 Die fachwissenschaftlichen Perspektiven – Archäologie und Kunstgeschichte

### Archäologie

Die Archäologie als Disziplin zur Erforschung materieller Evidenzen untersucht Artefakte als Überreste menschlicher Kultur. <sup>26</sup> Sie wird im deutschsprachigen Raum traditionell den Kulturwissenschaften zugeordnet. Im Gegensatz zum Bereich des kulturellen Erbes steht bei der Archäologie nicht die physische Bewahrung des Artefakts, sondern dessen Bestandsaufnahme sowie – in unscharfer Abgrenzung beispielsweise zu den anderen historischen Wissenschaften – deren kulturelle Einordnung im Vordergrund. <sup>27</sup> Da dazu eine gründliche Datenerhebung und Dokumentation erforderlich ist, erhält die Archäologie die Rolle einer Vorreiterdisziplin bei der Verwendung von 3D-Digitalisierungsmethoden. Zu den dabei eingesetzten Verfahren gehören insbesondere das Laser-Scanning <sup>28</sup>

## ■ 29

Beispielsweise M. Lo. Brutto, P. Meli, *Computer vision tools for 3d modelling in archaeology*, in: M. Ioannides (Ed.), *Progress in Cultural Heritage Preservation – EUROMED 2012*, S. 1–6. Martin-Beaumont, N. Nony, B. Deshayes, M. Pierrot-Deseilligny, L. De Luca, (2013) *Photographer-friendly work-flows for image-based modelling of heritage artefacts*, in: *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-5 (2) 2013, XXIV International CIPA Symposium S. 421–424.

## ■ 30

Siehe Marcello Carrozzino, Massimo Bergamasco, *Beyond virtual museums: Experiencing immersive virtual reality in real museums*, in: *Journal of Cultural Heritage*, 11 (4) 2010, S. 452–458.

## ■ 31

Zur Geschichte der Disziplin: Heinrich Dilly, *Kunstgeschichte als Institution*, Frankfurt a. M. 1979; Hubert Locher, *Kunstgeschichte als historische Theorie der Kunst 1750–1950*, München 2001; Wiebke Ratzeburg, *Mediendiskussion im 19. Jahrhundert. Wie die Kunstgeschichte ihre wissenschaftliche Grundlage in der Fotografie fand*, in: *Kritische Berichte*, 30 (1) 2002, S. 22–39. Johannes Rößler, *Kunstgeschichte als Realpolitik*, in: W. Batus (Hg.), *Die Etablierung des Faches Kunstgeschichte in Deutschland, Polen und Mitteleuropa*, Warszawa 2010, S.61–85. Zum Begriff der »Kunst«: Hubert Locher, *Kunstabgrenzung und Kunstgeschichte – Schlosser, Gombrich, Warburg*, in: W. Batus (Hg.), *Die Etablierung des Faches Kunstgeschichte in Deutschland, Polen und Mitteleuropa* (S. 391–410), Warszawa S. 391–410.

## ■ 32

Zur Stilkritik siehe Ralf-Peter Seippel, *Architektur und Interpretation. Methoden und Ansätze der Kunstgeschichte in ihrer Bedeutung für die Architekturinterpretation*, Essen 1989. Zum Begriff des »Stils« vgl. Robert Suckale, *Stilgeschichte*, in: *Kunsthistorische Arbeitsblätter*, 11 2001, S. 17–26.

und die bildbasierte photogrammetrische Modellierung. <sup>29</sup> Als weitere Erhebungsmethode dienen Fotografien und Pläne der detaillierten Dokumentation von Ausgrabungen. Ausgehend von dieser Datengrundlage finden in der Archäologie häufig 3D-Rekonstruktionstechniken zur Untersuchung und Darstellung eines ursprünglichen Zustandes Verwendung. Sie unterstützen zudem die Erforschung und Vermittlung des historischen Kontextes dieser Artefakte wie beispielsweise deren Nutzung oder Funktion. <sup>30</sup>

### Kunst- und Architekturgeschichte

Kunstwerke wie Architektur, Bild und Skulptur stehen als spezifischer Teil eines kulturellen Erbes im Mittelpunkt der Kunstgeschichte wobei. <sup>31</sup> Durch das Studium der Realien sowie der dazugehörigen bildlichen und textlichen Quellen werden die Kunstwerke in allen ihren Aspekten erschlossen. Ein Hauptbereich der Methodik ist dabei die Stilkritik als Untersuchung genetischer und morphologischer Verbindungen. <sup>32</sup>

## ■ 33

Zu Ikonologie und Ikonographie siehe Ralf-Peter Seippel *Architektur und Interpretation. Methoden und Ansätze der Kunstgeschichte in ihrer Bedeutung für die Architekturinterpretation*, Essen 1989.

## ■ 34

Zur Strukturanalyse siehe ebd.

## ■ 35

Siehe Wolfgang Kemp, *Kunstgeschichte und Interdisziplinarität*, in: *Kunsthistorische Arbeitsblätter*, 7 (8) 2000, S. 43–48.

## ■ 36

Hubertus Kohle, *Digitale Bildwissenschaft*, Glückstadt 2013.

## ■ 37

Näher ausgeführt in Sander Münster, Wolfgang Hegel, Cindy Kröber, *A classification model for digital reconstruction in context of humanities research*, in: S. Münster, M. Pfarr-Harfst, P. Kuroczyński & M. Ioannides (Hg.), *3D Research Challenges in Cultural Heritage II*, Cham 2016, S. 3–31.

Ein anderer Bereich, nämlich das Feld der Ikonografie und Ikonologie, erforscht vornehmlich den Gehalt oder die Symbole hinter den sichtbaren Formen. <sup>33</sup> Eine Verschränkung beider Richtungen findet sich in der Strukturanalyse. <sup>34</sup> Daneben werden in jüngster Zeit verstärkt Methoden aus anderen Wissenschaftsbereichen herangezogen. Dazu zählen die Medienwissenschaften, die Visual Studies, die Cultural Studies, aber auch die Anthropologie. <sup>35</sup> Digitale dreidimensionale Rekonstruktionen ergänzen dabei die Fotografie um die Möglichkeit, nicht mehr vorhandene Objekte sichtbar zu machen sowie Objekte wie Skulpturen und Architektur plastisch-dimensional darzustellen. <sup>36</sup> Außerdem werden 3D-Rekonstruktionen zu Dokumentationszwecken sowie zur Prüfung von Hypothesen und Quellenkorrespondenz verwendet. <sup>37</sup> Anders als für die Archäologie oder für den Umgang mit Kulturerbe existiert dabei jedoch bis heute weder ein gemeinsames Verständnis noch eine umfassende Typologie bzw. Systematik einer Methodologie. Im Besonderen sichtbar wird dieses Desiderat vor dem Hintergrund der traditionell primären Objektorientierung kunst- und baugeschichtlicher Forschung, welche mit der Vielschichtigkeit der Forschungsfragen kontrastiert.

## A.6 Der 3D-Rekonstruktionsprozess – von der Quelle zum Modell und dessen Visualisierung

Der Prozess der digitalen 3D-Rekonstruktion umfasst nicht nur die Erstellung des virtuellen Modells mithilfe von Softwarewerkzeugen, durchgeführt zumeist von spezialisierten Modelleuren, sondern auch deren anschließende Visualisierung, also die Übertragung des Modells in ein Präsentationsformat. Dieser Prozess wird zumeist eng von geschichtswissenschaftlicher Forschungsarbeit begleitet, bei der zumeist Historiker anhand von Quellen eine fundierte Vorstellung vom Modellierungsobjekt entwickeln. <sup>38</sup>

## ■ 38

Vgl. Sander Münster, Peter-Heinrich Jahn, Markus Wacker, *Von Plan- und Bildquellen zum virtuellen Gebäudemodell. Zur Bedeutung der Bildlichkeit für die digitale 3D-Rekonstruktion historischer Architektur*, in: S. Ammon, I. Hinterwaldner (Hg.), *Bildlichkeit im Zeitalter der Modellierung. Operative Artefakte in Entwurfsprozessen der Architektur und des Ingenieurwesens*, München 2017, S. 255–286.

## Quellen und Befunde

Grundlage einer wissenschaftlichen 3D-Rekonstruktion sind Quellen bzw. Befunde. <sup>39</sup> Da es sich bei Quellen zumeist um vom Menschen geschaffene Überreste handelt, sind diese im Kontext ihrer Entstehungszeit und -kultur zu betrachten, aber auch hinsichtlich der dahinter liegenden Intention kritisch zu untersuchen. <sup>40</sup> In den Geschichtswissenschaften werden Quellen hinsichtlich ihrer Unmittelbarkeit in Primär- und Sekundärquellen sowie hinsichtlich der Quellenart (beispielsweise Text- oder Bildquellen sowie archäologische Befunde als »Gesamtheit historisch aussagefähiger Beobachtungen in archäologischen Fundsituationen« <sup>41</sup>) unterschieden. <sup>42</sup> Unter Primärquellen versteht man dabei den Rekonstruktionsgegenstand betreffende historische, meist zeitgenössische Bild-, Plan- und Textartefakte wie beispielsweise Veduten, Plandarstellungen oder Verträge. Demgegenüber sind Sekundärquellen zumeist zeitlich nachgelagerte Quellen wie beispielsweise wissenschaftliche Auseinandersetzungen mit dem Rekonstruktionsgegenstand sowie die daraus resultierende mediale Aufbereitung desselben in Text, Grafiken und Bildern. Eine Abgrenzung zwischen beiden Quellenarten kann wie im Fall des archäologischen Befunds nicht immer trennscharf vorgenommen werden. Eine darüber hinausgehende Metaebene zu den primären und sekundären Quellen bilden logische Quellen. Sie werden deduktiv auf der Basis logischer Überlegungen entwickelt und umfassen beispielsweise architektonische Kategorisierungen wie beispielsweise Bautypologien, Bautechniken oder die Systematiken der historischen Baustile. <sup>43</sup>

## Der Modellbegriff

Im Mittelpunkt einer digitalen 3D-Rekonstruktion steht die Erschaffung eines virtuellen Modells. Per definitionem ist ein Modell – wie im Beitrag von **Schelbert** (→137) ausführlich dargelegt wird – »die (vereinfachte) Nachbildung eines Originalsystems« und muss »dem Originalsystem im Hinblick auf den Zweck seiner Realisierung [...] hinreichend ähnlich« sein. <sup>44</sup> 3D-Rekonstruktionsmodelle zählen folglich unter dem Gesichtspunkt ihres Entstehungszeitpunkts zu den nachschaffenden Modellierungen beziehungsweise *post factum models*: das Modell wird erst im Nachgang des Originals geschaffen.

### ■ 39

Zum Rekonstruktionsbegriff vgl. Peter Geimer, Michael Hagner, 2012 *Vergangenheit im Bild*, in: P. Geimer et al., *Nachleben und Rekonstruktion*, München 2012, S. 9–13.

### ■ 40

Hierzu als grundlegende Überlegungen aus der Bildwissenschaft: F. Haskell, *Die Geschichte und ihre Bilder*, München 1995.

### ■ 41

M. Eggert, *Prähistorische Archäologie*, Tübingen 2001.

### ■ 42

Weiterführend beispielsweise bei: A. Brandt, *Werkzeug des Historikers*, Stuttgart 18. Auflage 2012. E. Opgenoorth, *Einführung in das Studium der neueren Geschichte*, Paderborn 1997.

### ■ 43

Innerhalb der architektonischen Epochenstile kommen, sobald sich Künstlerindividuen fassen lassen, als Unterkategorie die systemisch begreifbaren Personalstile bedeutender Architekten hinzu.

### ■ 44

Die angesprochene Modelltheorie geht dabei zurück auf Herbert Stachowiak. Die ursprüngliche allgemeine Modelltheorie wurde 1965 in Grundzügen skizziert. H. Stachowiak, *Gedanken zu einer allgemeinen Theorie der Modelle*, in: *Studium Generale*, 18 (7) 1965, S. 432–463. und 1973 dann in erweiterter und der heute häufig zitierten Form präsentiert H. Stachowiak, *Allgemeine Modelltheorie*, Wien 1973. Zum Modellbegriff vgl. außerdem aus der jüngeren Literatur: B. Mahr et al., *Bilder zeigen Modelle – Modelle zeigen Bilder*, in: G. Böhm et al., *Zeigen*, München 2010, S.183–205, insbes. S. 193–196. Vgl. außerdem I. Hinterwaldner, *Das systemische Bild*, München 2010, S. 116–120.

»to create the original appearance of ruined or totally vanished buildings and are frequently used in exhibition and museum display« **45**

## ■ 45

John Wilton-Ely, *Architectural Model*, in: n. b. (Hg.), *The Dictionary of Art*, Bd. 2, London 1996, S.335–338.

## ■ 46

Giuliana de Francesco, Andrea D'Andrea, 2008 *Standards and Guidelines for Quality Digital Cultural Three-Dimensional Content Creation*, in: M. Ioannides, A. Addison, A. Georgopoulos & L. Kalisperis (Hg.), *Digital Heritage: Proceedings of the 14th International Conference on Virtual Systems and Multimedia. Project Papers*, Budapest, Archaeolingua, Münster 2008, S. 229–233. Sander, Wolfgang Hegel, Cindy Kröber, *A classification model for digital reconstruction in context of humanities research*, in: S. Münster, M. Pfarr-Harfst, P. Kuroczyński & M. Ioannides (Hg.), *3D Research Challenges in Cultural Heritage II*, Cham 2016, S. 3–31.

## ■ 47

Mahr, Bernd, *Das Wissen im Modell*, Berlin 2004.

## ■ 48

P. E. Stephan, *Denken am Modell*, in: B. E. Bürdek (Hg.), *Der digitale Wahn*, Frankfurt a. M. 2001, S.109–129.

## ■ 49

Franco Niccolucci, *Setting Standards for 3D Visualization of Cultural Heritage in Europe and Beyond*, in: A. Bentkowska-Kafel, H. Denard & D. Baker (Hg.), *Paradata and Transparency in Virtual Heritage*, Burlington 2012, S.23–36.

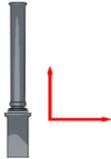
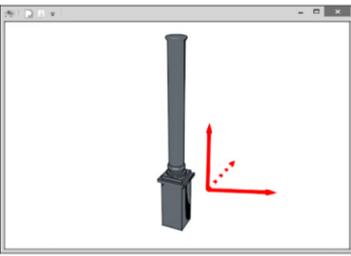
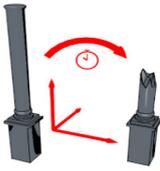
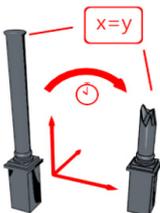
Wie im Beitrag von **Wendler** (→125) in diesem Buch noch fundiert, unterscheiden sie sich darin von vorgelagerten Entwurfsmodellen wie beispielsweise dem Architektorentwurf. Eine weitere wesentliche Unterscheidung der Untersuchungsgegenstände ist die zwischen materiellen und immateriellen Objekten – zu Letzteren zählen beispielsweise Bräuche oder Tänze. Hinsichtlich des Arbeitsvorgehens ist die Unterscheidung zwischen der Rekonstruktion nicht mehr existenter oder nie realisierter Objekte, wie beispielsweise nie realisierter Planungsstände, und der Digitalisierung noch existenter Objekte wesentlich. Während **Digitalisierung** die technologische Übertragung eines Objektes in ein Digitalisat, zum Beispiel mittels einer semi-automatischen Modellierung anhand von Laser-Scans, bezeichnet, beinhaltet ein digitaler Rekonstruktionsprozess die Notwendigkeit zur menschlichen Interpretation von Daten. **46** Während die althergebrachten physischen Gebäudemodelle von Modellbauern mit traditionellen handwerklichen Techniken materiell angefertigt werden, wird bei digitalen 3D-Rekonstruktionen ein virtuelles Modell primär computergestützt erstellt. Dabei kommen als digitale Werkzeuge für eine derartige Modellerstellung vorrangig CAD-, 3D-Modellierungs-, Animations- oder VR-Programme zum Einsatz, welche als Expertensysteme durch Modellierer bedient werden. Technische Abläufe und Werkzeuge einer manuellen 3D-Rekonstruktion sind den Entwurfsprozessen in den Ingenieurs- oder Gestaltungsdisziplinen sowie der Architektur ähnlich – weiterführend ausgeführt wird dies im folgenden Kapitel zur Methodologie.

### Die Rolle von Modellen im 3D-Rekonstruktionsprozess

Im wissenschaftlichen Erkenntnisprozess dienen Modelle gleichermaßen der Repräsentation sowie Kommunikation von Wissen **47** und als »methodisches Instrument zum Generieren von Erkenntnis«. **48** Dabei lässt ein Modellbegriff verschiedene Konnotationen zu. So entwickeln die am Forschungsprozess zu einem historischen Objekt beteiligten Personen in einer abstrakten Sichtweise verschiedene mentale Modelle als geistige Vorstellungen vom historischen Original. **49** Derartige Gedankengerüste sind hochgradig subjektiv und an individuelle Erfahrungswelten gekoppelt. Als Artefakt entsteht im Zuge des Arbeitsprozesses ein virtuelles, dreidimensionales Modell, in dem individuelle Wissensdomänen zusammenfließen. Wie in dieser Arbeit noch untersucht werden soll, erfordert eine solche computerisierte Simulation nicht nur eine Aushandlung zwischen individuellen mentalen Modellen der Beteiligten, sondern auch die Beachtung von Anforderungen der computerisierten Modellerstellung.

### 3D als Raumbezug

Gemeinhin bezieht sich das Präfix **3D** auf das im Mittelpunkt einer digitalen 3D-Rekonstruktion stehende räumlich-dreidimensionale Modell. Darüber hinaus haben sich insbesondere in Computergrafik und Geowissenschaften weitere Dimensionierungen etabliert. 02

	<p>2D bezeichnet räumlich-zweidimensional skalierte Modelle und Darstellungen wie beispielsweise Auf- oder Grundrisse mit den Dimensionen Breite und Länge</p>
	<p>2,5D bezeichnet in der Computergrafik die perspektivische Darstellung eines Modells auf einem räumlich zweidimensional skalierten Medium wie dem Computermonitor oder einem Ausdruck.</p>
	<p>3D bezeichnet ein virtuelles oder physisch räumlich-dreidimensionales Modell, welches in den Dimensionen Höhe, Länge und Breite skaliert ist.</p>
	<p>4D steht für ein räumlich-dreidimensional sowie zeitlich skaliertes Modell. Beispielhaft hierfür ist das Modell eines Baus, welches neben der dreidimensional-räumlichen Gliederung auch Informationen zu dessen Veränderung über die Zeit wie den Bauablauf beinhaltet.</p>
	<p>5D und höher: Vereinzelt wird neben der Einbeziehung der drei räumlichen sowie der zeitlichen Dimension in ein virtuelles Modell noch dessen semantische Anreicherung als weitere Dimension benannt. <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">50</span></p>

■ 50  
 Beispielhaft: A. Doulamis et al. (2015) 5D Modelling: An Efficient Approach for Creating Spatiotemporal Predictive 3D Maps of Large-Scale Cultural Resources, In: ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. Volume II-5, No. W3, S. 61-68

□ 02  
 Modell- und Abbildungsdimensionen virtueller 3D-Rekonstruktion. (Sander Münster)

### Das Modell als Objekt

Auch wenn in Modellen ein Sachbezug zum dargestellten Objekt erkennbar bleiben muss, werden Modelle und das darin enthaltene Wissen selbst zum Objekt und zum Gegenstand sozialer Interaktion. Zu Funktion und Autonomie von Modellen hat sich ein wissenschaftstheoretisch wichtiger Diskurs entwickelt. Vor diesem Hintergrund führt Kuhn aus, dass »Modelle [...] der Gruppe bevorzugte Analogien [liefern]«. <sup>51</sup> Dabei werden Modelle nach Mahr wiederum zu einem vom ursprünglichen Kontext losgelösten »Modell für etwas« <sup>52</sup> und repräsentieren als solches ein Ordnungssystem, das zum Objekt – beispielsweise von Diskursen – werden kann oder auf andere Sachverhalte übertragbar ist.

#### ■ 51

Thomas Kuhn, *Die Entstehung des Neuen*, Frankfurt a. Main 1978.

#### ■ 52

Bernd Mahr, *Das Wissen im Modell*, Berlin 2004.

### Die Simulation

Eng mit dem Modellbegriff verwandt ist der Begriff der Simulation. Während ein Modell einen statischen Zustand bezeichnet, beinhaltet die Simulation die »retrospektiv-historische oder [...] perspektivische Darstellung eines zeitlichen Verlaufs«. <sup>53</sup> Simulationen dienen der »Nachbildung eines Systems mit seinen dynamischen Prozessen in einem experimentierbaren Modell, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die auf die Wirklichkeit übertragbar sind.« <sup>54</sup>

Im Kontext der 3D-Rekonstruktion bezeichnen Modell und Simulation somit gemeinsam eine – gegenüber der Realität – auf ausgewählte Parameter reduzierte Nachbildung und deren computerisierte Berechnung. Law und Kelton unterscheiden Simulationsarten anhand der verwendeten Modelle, wobei sich folgende Klassifikationen ergeben: <sup>55</sup>

- statisch oder dynamisch,
- diskret oder kontinuierlich.
- deterministisch oder stochastisch.

Entsprechend dieser Klassifikation ist beispielsweise das 3D-Modell von Zeitschnitten eines Bauablaufs eine dynamische (Bauablauf), diskrete (Zeitschnitte) und deterministische (nicht-zufällige) Simulation.

#### ■ 53

Hubertus Kohle, *Digitale Rekonstruktion*, in: F. Ioannides, M. Rehbein, H. Kohle (Hg.), *Digital Humanities. Eine Einführung*, Stuttgart 2017, S. 315–327. J. B. Metzler. Siehe auch Racha Chahrouh, *Integration von CAD und Simulation auf Basis von Produktmodellen im Erdbau*, Kassel 2006.

#### ■ 54

Zitiert nach: Franz Liebl, *Simulation: problemorientierte Einführung*, 2., überarb. Aufl., München 1995. Thomas Sauerbier, *Theorie und Praxis von Simulationssystemen: eine Einführung für Ingenieure und Informatiker*, Braunschweig 1999.

#### ■ 55

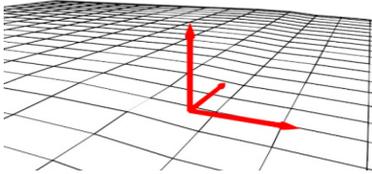
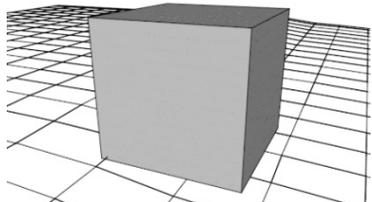
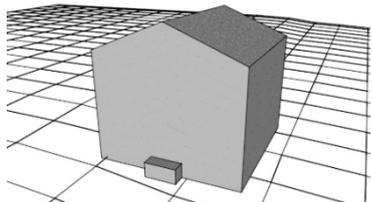
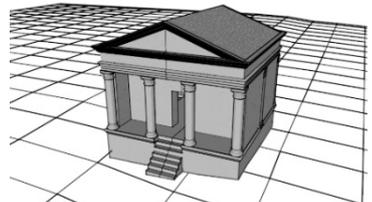
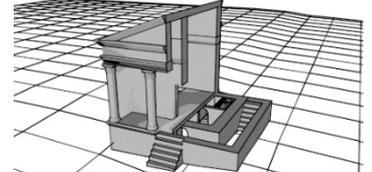
Averill M Law, W. David Kelton, *Simulation modeling and analysis*, 3. ed., New York 2000.

### Level of Detail (LoD) – Klassifizierung nach Detaillierungsgrad

Einen inzwischen weitverbreiteten Ansatz zur Qualifizierung von 3D-Rekonstruktionen stellt der aus den Geowissenschaften stammende Ansatz des Level of Detail (LoD), also die Klassifizierung nach Detaillierungsgrad, dar. <sup>56</sup> Diese unterscheidet zwischen fünf Abstufungen. <sup>03</sup> Da diese hinsichtlich der Graduierung nur grob beschrieben sind, führt dies in der Praxis häufig zu Zwischenstufen wie bspw. einem LoD 2,5 als Modell der Gebäudeaußenhülle inklusive Fensterteilung. Darüber hinaus haben sich in einigen Anwendungsfeldern spezifische LoD-Klassifikationen entwickelt, wie beispielsweise im Aufsatz von Martens für das Building Information Management ausgeführt wird.

■ 56

Filip Ir. Biljecki, *The concept of level of detail in 3D city models*, 62 2013, Delft.  
 Ähnlich auch in der Computergrafik:  
 David Luebke, *Level of Detail for 3D Graphics*, San Francisco 2003.

	<p>LoD0: Regionalmodell bzw. Geländemodell, welches der Verdeutlichung von Lagebeziehungen dient.</p>
	<p>LoD1: Auf die Kubatur reduziertes Modell.</p>
	<p>LoD2: Vereinfachtes 3D-Modell der Außenhülle.</p>
	<p>LoD3: Detailliertes 3D-Modell der Außenhülle.</p>
	<p>LoD4: Detaillierte Nachbildung von Außen- und Innenräumen.</p>

□ 03

Modell- und Abbildungsdimensionen virtueller 3D-Rekonstruktion.  
 (Sander Münster)

## ■ 57

Rendering bezeichnet in der Computergrafik die Berechnung einer Abbildung des virtuellen Modells. Weiterführend hierzu: José Luis Encarnação, Wolfgang Straßer, Reinhard Klein, Graphische Datenverarbeitung, München [u. a.], Oldenbourg 1996. Heidrun Schumann, Wolfgang Müller, Visualisierung, Berlin [u. a.] 2000.

## ■ 58

Allgemein zu dieser Relation vgl. Mahr, Wendler, Bilder zeigen Modelle (Anm. 37), S. 199–203. Generell zur Bildlichkeit visueller Vergangenheitsrekonstruktionen: Geimer, Hagner, Vergangenheit im Bild (Anm. 13), S. 12f.

## ■ 59

Einen Ansatz zur Klassifikation stellt die von nachfolgend zitierten Autoren entwickelte »Engagement Taxonomy« dar, welche solche visuellen Ausgaben anhand interaktiver Einflussmöglichkeiten unterscheidet: S. Grissom, M. F. McNally, T. Naps, Algorithm visualization in CS education: Comparing levels of student engagement, in: Proceedings of the ACM Symposium on Software Visualization, 2003.

## ■ 60

Vgl. bspw. Marc Grellert, Rapid Prototyping in the Context of Cultural Heritage and Museum Displays. Buildings, Cities, Landscapes, Illuminated Models, in: S. Münster, M. Pfarr-Harfst, P. Kuroczyński & M. Ioannides (Hg.), 3D Research Challenges in Cultural Heritage II, Cham 2016.

## ■ 61

Diane Favro, In the eyes of the beholder. Virtual Reality re-creations and academia, in: L. Haselberger, J. Humphrey, D. Abernathy (Hg.), Imaging ancient Rome: Documentation, visualization, imagination: Proceedings of the 3rd Williams Symposium on Classical Architecture, Rome, 20.- 23. 5. 2004, Portsmouth 2006, S. 321–334.

## ■ 62

Ausgeführt u. a. in: Bernard Frischer, Dean Abernathy, Fulvio Giuliani, Scott Cairoli, T. Russell, Hauke Ziemssen, ibid. A new digital model of the Roman Forum, S. 163–181.

## Visualisierung

Ergebnis der 3D-Rekonstruktion ist ein 3D-Modell, das als digitaler Datensatz vorliegt. Als solches ist sowohl dem Bearbeiter als auch dem Betrachter nur mittelbar zugänglich. Um ein digitales 3D-Modell sichtbar und bearbeitbar zu machen, muss es abgebildet bzw. gerendert <sup>57</sup> werden <sup>58</sup>, wobei neben statischen Einzelbildern häufig Bewegtbilddarstellungen oder interaktive Anwendungen entstehen. <sup>59</sup> Neben einer geometrischen Form sind für die visuelle Qualität sowohl eine virtuelle Beleuchtung als auch die Nachbildung von Materialeigenschaften des Referenzobjektes entscheidend. Auch physische Ausgaben des virtuellen 3D-Modells, erstellt beispielsweise mittels 3D-Druck-Verfahren oder anderen Techniken des Rapid Prototyping, erlangen zunehmend an Relevanz. <sup>60</sup> Da im Gegensatz zu textlichen Forschungsergebnissen bei einer digitalen 3D-Rekonstruktion selbst bei fehlenden oder inkonsistenten Befunden eine Entscheidung bezüglich der durch die Modellierung herauszuarbeitenden historischen Gestalt getroffen werden muss, sind digitale 3D-Modelle und damit verbundene Visualisierungen keine holistischen Darstellungen <sup>61</sup>, sondern stellen nur eine Hypothese beziehungsweise Interpretation dar. <sup>62</sup> Wie im Kapitel zur Darstellung noch ausgeführt wird, stellt die Darstellung damit verbundene »Unschärfen« und »Unsicherheiten« ebenso wie der zugrunde liegende Forschungs- und Interpretationsprozesse eine Herausforderung dar.

## A.7 Die Entstehung von 3D-Rekonstruktionen in interdisziplinären Projekten

Die Erstellung digitaler 3D-Rekonstruktionen findet vorrangig in Form von Projekten als zeitlich abgegrenzte, zielgerichtete und prototypische Arbeitsfolge statt, hinter welcher als Akteure interdisziplinäre Teams stehen.

### Projekte

Projekte stellen unter arbeitswissenschaftlichen Gesichtspunkten eine Form temporärer Arbeitsorganisation dar, die sich durch Systeme aus Regeln zur Koordination einer arbeitsteiligen Zielerreichung auszeichnet. <sup>63</sup> Dabei stellen Projekte nach DIN 69901 Aufgaben dar, die »im Wesentlichen durch Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet« sind. <sup>64</sup> Wesentliche Merkmale dieser Arbeitsform sind Aufgabenorientierung, Teamarbeit, zeitliche Begrenztheit und eine Zustandsveränderung. <sup>65</sup> Alle Aspekte der Steuerung von Projekten werden unter dem Dachbegriff Projektmanagement zusammengefasst. 3D-Rekonstruktionsprojekte sind dabei spezifisch Innovationsprojekte. Derartige Vorhaben zeichnen sich durch den hohen Komplexitätsgrad der Aufgabenstellung und die damit verbundene Unklarheit der Problemstruktur sowie die Unabsehbarkeit von Problemkomponenten aus <sup>66</sup>, wodurch ein Arbeitsablauf ein ständiges Probieren, Annähern, sehr häufig verbunden mit Wiederholungsschritten ist, bis ein Ergebnis als »brauchbar selektiert wird«. <sup>67</sup>

### Interdisziplinäre Teams

Eine Bearbeitung von 3D-Rekonstruktionsprojekten erfolgt zumeist durch interdisziplinäre Teams. Der Begriff des Teams bezeichnet eine »auf Dauer oder vorübergehend zusammengehörige, zahlenmäßig überschaubare Gruppe von Personen, die sich durch eine gemeinsame Zielsetzung, relativ hohe, grundsätzlich aber begrenzte Autonomie und eine spezifische Arbeitsform auszeichnet«. <sup>68</sup> Interdisziplinarität bezeichnet eine »Konfrontation von mehreren Disziplinen mit einem [alle betreffenden] Thema oder einer Fragestellung.« <sup>69</sup> Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zeichnet sich gleichermaßen durch die Entwicklung einer disziplinübergreifenden Terminologie sowie eine gemeinsame Methodologie aus. <sup>70</sup>

#### ■ 63

Zur Definition siehe P. Nausner, *Projektmanagement*, Wien 2006. Die *Organisation von Arbeitsprozessen als Projekt* ist dabei ein zumindest den gesamten Zeitraum der Neuzeit umfassendes Phänomen; H. Kerzner, *Project management*, New York 2003.

#### ■ 64

Vgl. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., *DIN 69901-5 Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 5. Begriffe*, Berlin 2009.

#### ■ 65

Hierzu: R. A. Lundin et al., *A theory of the temporary organization*, in: *Scandinavian Journal of Management*, 11 (4) 1995, S. 437–455. P. Nausner, *Projektmanagement*, Wien 2006.

#### ■ 66

J. Hauschildt et al., *Innovationsmanagement*, München 2007.

#### ■ 67

P. Nausner, *Projektmanagement*, Wien 2006.

#### ■ 68

F. X. Bea et al., *Organisation*, Stuttgart 2010.

#### ■ 69

M. Schophaus et al., *Von Brücken und Einbahnstraßen*, Berlin 2003, synonym: M. Gibbons, *The New Production of Knowledge*, London 1994.

#### ■ 70

Gibbons, *The New Production of Knowledge*, London 1994; A. Krishnan, *What are academic disciplines*, Southampton 2009.

## ■ 71

Julie Thompson Klein, *A Conceptual Vocabulary of Interdisciplinary Science*, in: P. Weingart, N. Stehr (Hg.), *Practising Interdisciplinarity*, Toronto 2000, S.3–24.

## ■ 72

Ähnliche Vorgehensmodelle gibt es beispielsweise zu Entwurfsprozessen des Produktdesigns: Gerhard Pahl, Wolfgang Beitz, J. Feldhusen, Karl-Heinrich Grote, *Konstruktionslehre. Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung Methoden und Anwendung*, Berlin [u. a.] 2007.

## ■ 73

Sander Münster, *Militärgeschichte aus der digitalen Retorte – Computergenerierte 3D-Visualisierung als Filmtechnik*, in: A. Kästner, J. Mazerath (Hg.), *Mehr als Krieg und Leidenschaft. Die filmische Darstellung von Militär und Gesellschaft der Frühen Neuzeit (Militär und Gesellschaft in der frühen Neuzeit, 2011/2)*, Potsdam 2011 S. 457–486. Als Beispiel für populäre Rekonstruktionen mit dem Anspruch historischer Plausibilität sei auf die Computerspielreihe »Assassin Creed« verwiesen.

## ■ 74

Beispielhaft sei auf einige mit der kostenfreien 3D-Software Blender realisierte Filme verwiesen, <http://www.blender.org/features-gallery/movies/>.

Ein diesbezüglicher Grad der Institutionalisierung reicht von temporären Kooperationen bis hin zur Schaffung feldübergreifender, hybrider Forschungsdisziplinen wie beispielsweise den bereits benannten Digital Humanities. <sup>71</sup> Im Fall der 3D-Rekonstruktion findet eine Zusammenarbeit vor allem zwischen Modelleuren, welche für die Erstellung und Visualisierung des virtuellen Modells mithilfe von Softwarewerkzeugen verantwortlich sind, und geschichtswissenschaftlichen Forschern statt, die anhand von Quellen eine fundierte Vorstellung vom Modellierungsobjekt entwickeln. <sup>72</sup> Zwischen allen beteiligten Akteuren einen Konsens über Sprache, Fragestellungen und Methodologie, über die Integration des gemeinsamen Ergebnisses sowie die Diffusion und Verbreitung dieses Ergebnisses zu finden, stellt dabei eine große Herausforderung dar.

### Geschichtswissenschaftliche und populäre Inhalte

Eine wissenschaftliche Rekonstruktion zielt auf ein möglichst enges Verhältnis zwischen dem Modell und einer vergangenen Wirklichkeit ab. Da man der Vergangenheit medial nur mithilfe von Quellen habhaft werden kann, sind diese von grundlegender und damit entscheidender Bedeutung. Damit unterscheidet sich die wissenschaftliche Rekonstruktion von digitalen 3D-Modellierungen im Kontext von Unterhaltungsanliegen wie beispielsweise der Film- und Computerspielproduktion. Letztere sollen beim Betrachter primär eine authentisch anmutende Wirkung von Vergangenheit erzielen, während eine korrekte Objektnachbildung häufig von lediglich optionaler Bedeutung ist. <sup>73</sup> Ein anderes Phänomen betrifft die Popularisierung der Produktion: Mit der flächendeckenden Verbreitung von Computern nebst 3D-Werkzeugen, Bildbearbeitungs- und Videoschnittsoftware ist beinahe jedem die Produktion und Verbreitung von 3D-Modellen und Modelldarstellungen möglich. Die Qualität weist gegenüber professionellen Angeboten – zumindest hinsichtlich der erreichbaren Ergebnisse - nur wenige Einschränkungen auf. <sup>74</sup> Auch mit Blick auf die inhaltliche Qualität lässt sich keine pauschale Unterscheidung zwischen wissenschaftlicher und nicht-wissenschaftlicher 3D-Visualisierung treffen. Wenn in der hier vorliegenden Arbeit eine Betrachtung geschichtswissenschaftlicher Rekonstruktionen weitgehend synonym für eine Beteiligung akademischer Institutionen steht, resultiert dies primär daraus, dass Publikationen zu kommerziellen Vorhaben eine Geschichtswissenschaftlichkeit nur selten thematisieren und bewertbar machen.

## A.8 Resümee

Die Vielschichtigkeit disziplinärer Zugänge zur digitalen 3D-Rekonstruktion spiegelt sich auch in deren Terminologie wider. So sind relevante Begrifflichkeiten und Konzepte den Geistes- und Kulturwissenschaften, der Informatik sowie den Geowissenschaften entlehnt. Wichtige Elemente für eine Emanzipation als wissenschaftliches Feld sind zudem die Entwicklung unikatler Terminologien und Konzepte **75**, welche in Grundzügen bei Konzepten wie dem der 5D-Modelle erkennbar ist. Dabei lässt sich jedoch feststellen, dass nicht zuletzt aufgrund der disziplinären Heterogenität des Feldes nur bedingt ein gemeinsames Verständnis existiert. Vor diesem Hintergrund ist ein wichtiges Anliegen dieses Buches, mit digitaler 3D-Rekonstruktion verbundene Konzepte zu diskutieren und exemplarisch darzulegen und so zu einem gemeinsamen Grundverständnis beizutragen.

### ■ 75

Armin Krishnan, *What are academic disciplines. Some observations on the Disciplinary vs. Interdisciplinarity debate*, Southampton 2009, S. 9.

## A.9 Danksagungen

Ich danke Dr. Peter-Heinrich Jahn und Dr. Wolfgang Hegel für ihre wichtigen Impulse und Literaturhinweise. Teile dieses Textes wurden in ausführlicherer Form veröffentlicht in: Sander Münster, Wolfgang Hegel, Cindy Kröber, *A classification model for digital reconstruction in context of humanities research*, in: Sander Münster, Mieke Pfarr-Harfst, Piotr Kuroczyński, Marinos Ioannides (Hg.), *3D Research Challenges in Cultural Heritage II*, Cham 2016, S. 3–31, ebd. Sander Münster, Peter-Heinrich Jahn, Markus Wacker, *Von Plan- und Bildquellen zum virtuellen Gebäudemodell. Zur Bedeutung der Bildlichkeit für die digitale 3D-Rekonstruktion historischer Architektur*, in: Sabine Ammon, Inge Hinterwaldner (Hg.), *Bildlichkeit im Zeitalter der Modellierung. Operative Artefakte in Entwurfsprozessen der Architektur und des Ingenieurwesens*, München 2017, S. 255–286.