

Aktuelle Herausforderungen im Kontext digitaler Rekonstruktion

Beitrag der Arbeitsgruppe Digitale Rekonstruktion des Digital Humanities im deutschsprachigen Raum e.V. zum Agendaprozess "Zukunft sichern und gestalten" des BMBF

Beitragende:

Henning Burwitz	BTU Cottbus
Dr.-Ing. Marc Grellert	TU Darmstadt
Frank Henze	BTU Cottbus
Prof. Dr. Stephan Hoppe	LMU München
Cindy Kröber	TU Dresden
Dr. Piotr Kuroczynski	Herder-Institut Marburg
Prof. Dominik Lengyel	BTU Cottbus
Sander Münster	TU Dresden
Dr.-Ing. Mieke Pfarr-Harfst	TU Darmstadt
Dr. Nikolas Prechtel	TU Dresden
Dr. Georg Schelbert	HU Berlin
Catherine Toulouse	BTU Cottbus
Prof. Dr. Markus Wacker	HTW Dresden

Redaktion und Ansprechpartner:

Sander Münster

Technische Universität Dresden - Medienzentrum

01062-Dresden

Sander.muenster@tu-dresden.de

Stand: 31.8.2014

Die Arbeitsgruppe Digitale Rekonstruktion des Digital Humanities im deutschsprachigen Raum e.V.

Die Arbeitsgruppe „Digitale Rekonstruktion“ ging aus der 1. Jahrestagung der Digital Humanities im deutschsprachigen Raum (25.-28.03.2014, Universität Passau) hervor. Die Arbeitsgruppe versammelt Kolleginnen und Kollegen, die sich dem Thema digitale Rekonstruktion aus dem Blickwinkel der Architektur, Archäologie, Bau- und Kunstgeschichte sowie Computergraphik und Informatik verschrieben haben. Die Arbeitsgruppe bietet eine Plattform für einen Austausch und eine feste Etablierung der digitalen Rekonstruktion im Dienste einer Erfassung, Erforschung und Vermittlung kultureller und geschichtlicher Inhalte innerhalb der Digital Humanities. Vorrangiges Ziel der Arbeitsgruppe ist es, die Akteure im deutschsprachigen Raum zusammenzubringen, um sich den Fragen der Begriffsklärung und der Arbeitsmethodik sowie der Dokumentation und Langzeitarchivierung von digitalen Rekonstruktionsprojekten zu widmen.

Präambel

Einordnung von Digitaler Rekonstruktion

Digitale Rekonstruktionen besitzen als Wissensträger, Forschungswerkzeuge und Darstellungsmittel eine zunehmende Bedeutung für die nachhaltige Bewahrung, Erforschung und breite Zugänglichmachung materiellen und immateriellen Kulturerbes. Im Mittelpunkt digitaler Rekonstruktion steht die Erschaffung eines spatialen, temporalen und semantischen virtuellen Modells. Wesentliche Unterscheidungen betreffen dabei die Art des Untersuchungsgegenstandes in Form materieller und immaterieller Objekte (beispielsweise Bräuche oder digitale Daten). Darüber hinaus hinsichtlich eines Arbeitsvorgehens wesentlich ist die Unterscheidung zwischen einer Rekonstruktion nicht mehr existenter oder nie realisierter Objekte (beispielsweise nie realisierter Planungsstände) und der Digitalisierung noch existenter Objekte [1]. Während eine Digitalisierung die technologische Übertragung eines Objektes in ein Digitalisat (beispielsweise mittels einer semi-automatischen Modellierung anhand von Laserscans) bezeichnet, beinhaltet ein digitaler Rekonstruktionsprozess die Notwendigkeit zur menschlichen Interpretation von Daten.

State-of-the-Art

Mit Blick auf einen Etablierungsgrad haben digitale Rekonstruktionen in der Praxis inzwischen sowohl im akademischen als auch im kommerziellen Umfeld vielfältig Anwendung gefunden. Digitale Rekonstruktionen erfolgen aktuell zumeist im **Einzelzusammenhang** mit **spezifischen Anwendungshorizonten**, durch **interdisziplinäre Arbeitsgruppen** und unter **Nutzung von Expertentechnologien**. Gerade vor diesem Hintergrund stellt sich die Schwierigkeit, dass eine Fülle von Standards sowie Leit- und Richtlinien zum Umgang mit kulturhistorischen Inhalten existieren [2-6], welche jedoch nur eingeschränkte Praxisrelevanz besitzen [7, 8]. Demgegenüber hat sich das Konzept der Metadaten als Ansatz zur Klassifikation und Beschreibung von kulturgeschichtlichen Informationen inzwischen weitgehend etabliert. Auch wenn mit CIDOC-CRM [9] eines dieser Schemata inzwischen als Referenzontologie (im Sinne eines generischen Wissensstrukturkonzeptes) in der Archäologie eine gewisse Popularität erlangt hat, präsentieren sich sowohl eine Landschaft existierender Metadatenstandards als auch deren Umsetzung höchst heterogen [10-12]. Ebenso sind bisherige Ansätze zur nachhaltigen Dokumentation des Erstellungsprozesses digitaler Rekonstruktionen trotz vielfältiger und innovativer Konzepte [13, 14] in der Praxis nur wenig etabliert [15]. Eine internationale wissenschaftliche Community ist durch Akteure aus Südeuropa, Großbritannien sowie den USA geprägt und greift vor allem Perspektiven der Archäologie sowie der Cultural Heritage Conservation auf [16-18]. Im deutschsprachigen Raum beschäftigt sich eine Vielzahl von Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft mit Themen digitaler Rekonstruktion. Für einen disziplin- und anwendungsübergreifenden wissenschaftlichen Diskurs fehlen bisher aber etablierte Podien.

Aktuelle Förderlandschaft

Mit Blick auf eine Förderlandschaft adressierte das BMBF jüngst beispielsweise die Untersuchung geisteswissenschaftlicher Fragestellungen mittels digitaler Werkzeuge („eHumanities“) sowie die wissenschaftliche Aufbereitung von Sammlungen („Sprache der Objekte“). Ein derzeit laufendes Projekt untersucht mit BMBF-Unterstützung die raumbezogene Verortung von Inschriften [19]. Ferner untersucht werden mittels Förderung der Leibniz-Gemeinschaft der Aufbau einer virtuellen Forschungsumgebung zur webbasierten Dokumentation und Darstellung von semantischen 3D-Datensätzen zerstörter Architektur [20] sowie mit Hilfe der DFG die Dokumentation und Visualisierung archäologischer Inhalte [21]. Auf europäischer Ebene adressiert die im Rahmen des Horizon-2020-Programmes aktuell laufende Ausschreibungen „Reflective 7“ Fragen nach umfassenden Standards und Formaten für kulturgeschichtliche Informationen [22]. Ähnlich zu Richtlinien vergangener ICT-Programme zielt diese Ausschreibung primär auf eine Technologieentwicklung ab. Demgegenüber fokussieren die EU-Förderungen zum Creative Europe wiederum spezifische Anwendungsfälle [23]. Durch eine aktuelle Förderlandschaft nur bedingt berücksichtigt wird, dass es sich bei digitalen Rekonstruktionen um komplexe soziotechnische Anwendungen handelt, welche inzwischen sowohl im akademischen Umfeld als auch in Museen, Medienwirtschaft und Tourismus breite Anwendung finden. Damit erwachsen sind eine ganze Reihe von Unterstützungsbedarfen, welche über eine reine Technologieentwicklung oder Einzelanwendung hinausgehen.

Vorschläge und Ideen zu relevanten Themen und Fragestellungen

Eine Reihe aktueller Aufgaben der Digital Humanities im deutschsprachigen Raum wurde in einem zur Jahrestagung 2014 veröffentlichten Thesenpapier des Vorstands des Digital Humanities im deutschsprachigen Raum e.V. geschildert [24]. Darüber hinaus stellt sich eine Reihe von spezifischen Herausforderungen im Kontext digitaler Rekonstruktion:

Die Bandbreite digitaler Rekonstruktion untersuchen

Digitale Rekonstruktionen nutzen nicht nur Technologien aus der Informatik zur Bearbeitung geisteswissenschaftlicher Fragestellungen, sondern inkorporieren darüber hinaus eine Vielzahl unterschiedlicher disziplinärer Perspektiven und Verwendungskontexte. Neben der Archäologie sowie verschiedenen Aufgaben der Bewahrung eines Kulturerbes als Schwerpunkten der EU-Förderung sind in der deutschen Forschungslandschaft spezifische Szenarien der Kunst- und Architekturgeschichte, Kulturwissenschaft, Denkmalpflege, Bauforschung sowie Museologie relevant [25, 26]. Damit verbunden ist der Bedarf einer **Erfassung und Systematisierung von Forschungs- und Nutzungsansätzen digitaler Rekonstruktion**. Diese umfassen über die Darstellung historischer Objekte hinaus die Erforschung von historischen Erstellungsprozessen (beispielsweise eines historischen, werkmeisterlichen Planungsvorgehens), die Kontextualisierung und Prüfung der Konsistenz von Quellen, die Klassifikation von Objekten und die Identifikation von Schemata (beispielsweise im Kontext der Provenienzforschung). Darüber hinaus existieren verschiedene Anwendungen jenseits eines Bezugs zu konkreten historischen Objekten, wie beispielsweise die Auslotung einer Bandbreite anhand von Architektursystemen zu schaffender hypothetischer Gebäude [27, 28]. Als Aufgaben leiten sich die Erfassung sowohl von **Good-Practice-Beispielen** als auch von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben in einer **Forschungsagenda** ab, wie sie beispielsweise für Cultural Heritage Research [29] und Archäologie [30] erstellt wurden.

Digitale Rekonstruktion zwischen Forschung und Praxisanwendung

Digitale Rekonstruktionen sind wie kaum ein anderer Bereich der Digital Humanities ein Querschnittsgebiet zwischen Forschung und praktischer Anwendung. Entsprechend existieren neben Fragen der Forschung und Wissenschaft vielfältige Anwendungen jenseits akademischer Nutzung – beispielsweise im Kontext von Lehre, musealer Präsentation, virtueller Touristik, Cultural Heritage Management oder Unterhaltungsmedien [31-33]. Entsprechend wesentlich ist die Gestaltung eines **Transfers und Austauschs zwischen Forschung und Praxisanwendung**, beispielsweise hinsichtlich verwendeter Technologien, Standards und Schemata,

Strategien und Qualitätsanforderungen. Darüber hinaus wesentlich ist eine **Untersuchung von praxisrelevanten Aspekten jenseits geisteswissenschaftlicher Forschungsfragen**, wie beispielsweise zur lernförderlichen Gestaltung, Usability oder tragfähigen Geschäftsmodellen.

Virtuelle Modelle und visuelle Ergebnisse als Gegenstände des wissenschaftlichen Diskurses etablieren

Anders als in textbezogenen Disziplinen findet ein Erkenntnisaufbau bei einer digitalen Rekonstruktion vor allem bei der Erstellung eines virtuellen Modells und dessen digitaler, zumeist bildlicher Darstellung statt. Zudem sind in derartigen Medien Beiträge unterschiedlicher Autoren ebenso wie eine Vielzahl intuitiver, auf Erfahrungswissen basierender Entscheidungen enthalten [34]. Bisher fehlen sowohl eine **akademische Kultur als auch konkrete Mechanismen, digitale Modelle und generierte Bilder wissenschaftlich anknüpfbar und diskursfähig zu machen**. Dazu gehören Fragen nach einem Zugang und einer Bewertbarkeit von Modellen und Bildern, der Transparentmachung von Autorschaft sowie von Bezügen zwischen Rekonstruktion und (explizierbaren) Wissensgrundlagen wie beispielsweise Quellen. Ferner umfasst dies die Zitierfähigkeit von Teilen oder Arealen in Modellen und Bildern und eine Modifizierbarkeit derartiger Medien durch andere. Als Bedarfe leiten sich neben einer Reihe im folgenden Abschnitt beschriebener technischer Anforderungen die Entwicklung von Ansätzen zur **Dokumentation von Prozessen und Ergebnissen** und zur **Transparentmachung einer Modellogik** ab [35, 36] – beispielsweise im Sinne übergreifender Referenzontologien und anwendungsspezifischer Applikationsontologien [37].

Nachhaltigkeit sichern

Es lässt sich feststellen, dass neue Technologien und Trends zumeist rasch in einzelnen Vorhaben zur digitalen Rekonstruktion aufgegriffen werden [16], diese jedoch gerade in akademischen Kontexten zumeist nur über Publikationen für eine (Fach-) Öffentlichkeit transparent werden. Neben den noch zu benennenden Aspekten der Interoperabilität und Langzeitverfügbarkeit von Datensätzen, Kompetenzen und Vorgehensmodellen ist für eine Verbesserung von Zugänglichkeit und Nachhaltigkeit eine **Erfassung und Kartierung von Vorhaben zur digitalen Rekonstruktion** aller Provenienzen und eine Einbeziehung etablierter Akteure wie Bibliotheken, kommerziellen Plattformen oder Forschungsinfrastrukturen in die Bereitstellung diesbezüglicher Informationen wesentlich.

Digitale Infrastrukturen für digitale Rekonstruktion etablieren

Jenseits von Bauwerken sind Originale archäologischer oder kunsthistorisch bedeutender Objekte wie Fundstücke oder Skulpturen häufig von ihrem ursprünglichen Kontext losgelöst (z.B. in Sammlungen, Museen etc.) und können damit räumlich nur isoliert betrachtet, analysiert und bewertet werden. Demgegenüber lassen sich virtuelle Objekte nicht nur zeitlich und räumlich, sondern auch unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit der Rekonstruktionshypothese sowie mit Blick auf Bezüge zwischen einzelnen Objekten rekontextualisieren [38-41] und in differenzierter Weise mit (Quellen-)Materialien und Informationen zum Forschungsvorgehen verbinden [42]. Die Erfassung und Archivierung historischer Quellen unterschiedlicher Gattungen, digitalen Forschungsartefakten und -ergebnissen sowie zugeordneten Meta-, Para- und Kontextdaten steht seit langem im Fokus einer Vielzahl von europäischen Vorhaben (beispielsweise EPOCH, 3D-COFORM, CARARE, 3D-ICONS). Speziell im deutschsprachigen Raum spiegeln sich Anforderungen der digitalen Rekonstruktion jenseits von Archäologie und Baudokumentation [21, 43, 44] in Forschungsinfrastrukturen jedoch nur ungenügend wider. So zielen beispielsweise der DARIAH-Geobrowser und das ihm zugrunde liegende Europeana-4D-Interface trotz des Namens auf eine vorrangig zweidimensionale Kartierung von Objekten ab [45]. Spezifische Anforderungen digitaler Rekonstruktion stellen vor allem die raum- und zeitbezogene **Klassifikation und Identifikation** der erstellten digitalen Modelle und damit verbundener (Quellen-)Materialien (beispielsweise mittels weltweit gültiger Unified Identifier) **sowie deren Verknüpfung** dar [7]. Darüber hinaus entstehen digitale Rekonstruktionen unter Nutzung einer Vielzahl unterschiedlicher Technologien aus Domänen wie beispielsweise GIS, VR, CAD

und BIM, welche zueinander nur in geringem Maße kompatibel und nicht verlustfrei konvertierbar sind [34]. Damit verbundene Aufgaben sind gleichermaßen die Untersuchung, Entwicklung und Verbreitung von **Technologien und Strategien zur Interoperabilität von Daten** – beispielsweise zur verlustfreien Konvertierung oder zum Austausch von Daten in proprietären Formaten. Mit Blick auf eine Anknüpfbarkeit sind zudem einfach zu bedienende **Datenviewer** zur Darstellung der 3D-Datensätze relevant. Besondere Anforderungen bestehen dabei hinsichtlich Interaktivität und der Simulationsqualität von Materialität und Verwitterung. Darüber hinaus gefordert sind Werkzeuge und Mechanismen zur **semantischen Annotation** und **Modifikation von existenten Rekonstruktionen**, zur **Einbeziehung von Alternativhypothesen** oder zur **Versionierung**.

Kompetenzen zum Umgang mit Bildern und digitalen Rekonstruktion entwickeln

Gerade im geisteswissenschaftlichen Umfeld sind Affinität und Kompetenz hinsichtlich digitaler Forschungsmethoden bisher wenig ausgeprägt [46]. Ähnlich wie für die Digital Humanities insgesamt [24] stellt der methodenbezogene **Wissens- und Kompetenzaufbau** bei Forschern und Praxisanwendern (bspw. Kuratoren) hinsichtlich einer Herstellung, Bewertung und Nutzung digitaler Rekonstruktionen eine wesentliche Herausforderung dar [47]. So sind wissenschaftliche Erkenntnisse in Archäologie und Bauforschung in den allermeisten Fällen unvollständig. Der Grad der Schärfe des Wissens reicht von authentischen Funden bis zu wissenschaftlichen Hypothesen, die auch widersprüchlich sein können. Damit besteht neben dem graduellen Gefälle zwischen sicherer und unsicherer Rekonstruktion auch ein Nebeneinander unterschiedlicher Alternativen. Es ist eine besondere Stärke virtueller Modelle, diese Unschärfe aufnehmen und in Form spezieller Visualisierungen zur wissenschaftlichen Diskussion und Vermittlung bereitstellen zu können [39, 48-50]. Damit verbunden ist die Herausforderung, sowohl in wissenschaftlichen als auch populären Kontexten bei Nutzern **Methoden- und Nutzungskompetenz zum Umgang mit synthetisch erzeugten Bildern und Modellen** zu entwickeln. Dies umfasst sowohl ein Bewusstsein hinsichtlich Vorläufigkeit und Hypothesencharakter des inkorporierten Wissens als auch eine Bewertungskompetenz hinsichtlich Einsatzmöglichkeiten sowie Erstellungsprozessen.

Digitale Rekonstruktionen als soziotechnische Systeme untersuchen

Themen der digitalen Rekonstruktion fanden bisher vor allem vor dem Hintergrund einer Technologieentwicklung sowie eines konkreten Objektbezugs Eingang in eine deutsche Forschungs- und Förderlandschaft. Weitgehend ausgeklammert wurde demgegenüber eine Betrachtung soziotechnischer Aspekte. Neben den bereits geschilderten Bedarfen ist die **Erforschung und Entwicklung von geeigneten Workflows und Strategien** zur Erstellung von digitalen Rekonstruktionen eine wesentliche Aufgabe. Neben Impulsen zur Organisation von Arbeitsprozessen aus Innovations- und Projektmanagement sowie zur interdisziplinären Kommunikation und Kooperation [51] versprechen innovative Ansätze wie beispielsweise agile Entwicklungsmethoden der Informatik [52] praktische und wissenschaftliche Mehrwerte.

Digitale Rekonstruktion in der deutschen Digital Humanities-Landschaft etablieren

Aktuell umfasst eine Landschaft der digitalen Rekonstruktion in Deutschland eine Vielzahl von Akteuren unterschiedlicher Hintergründe, welche bisher nur ungenügend vernetzt und organisiert sind. Mit Blick auf die beschriebene Dominanz von Akteuren insbesondere aus mediterranen Staaten ist eine Ergänzung der aktuellen Förderschwerpunkte der EU wünschenswert. Die deutsche Wissenschaftslandschaft hat mit ihrer eigenen Forschungskultur spezifische Perspektiven auch zur digitalen Rekonstruktion hervorgebracht, die bisher noch nicht genug Aufmerksamkeit erfahren haben. Daraus leiten sich der **Bedarf gemeinsamer Plattformen** für einen Austausch und eine Etablierung der digitalen Rekonstruktion im Kanon der Digital Humanities ebenso wie die Notwendigkeit der **Unterstützung von Vernetzungsaktivitäten** ab. Darüber hinaus fehlen im deutschsprachigen Raum bisher etablierte und disziplinübergreifende **koordinierende Strukturen bzw. Institutionen** einer wissenschaftlichen und anwendungspraktischen Weiterentwicklung. Ein diesbezüglich erster Schritt ist die 2014 erfolgte Gründung der AG „Digitale Rekonstruktion“ der DhD.

Referenzen

1. De Francesco, G. and A. D'Andrea, *Standards and Guidelines for Quality Digital Cultural Three-Dimensional Content Creation*, in *Digital Heritage: Proceedings of the 14th International Conference on Virtual Systems and Multimedia. Project Papers*, M. Ioannides, et al., Editors. 2008, Archaeolingua: Budapest. p. 229-233.
2. Beacham, R., H. Denard, and F. Niccolucci, *An Introduction to the London Charter*, in *Papers from the Joint Event CIPA/VAST/EG/EuroMed Event*, M. Ioannides, et al., Editors. 2006. p. 263-269.
3. Bendicho, V.M.L.-M. *The principles of the Seville Charter in XXIII CIPA Symposium - Proceedings*. 2011.
4. SÜRÜL A. , Ö.H. and T. M. *ICOMOS digital database of the Cultural Heritage of Trabzon*. 2003. XIX CIPA Symposium - Proceedings.
5. Kiouss, A., et al. *Recommendations and Strategies for the Establishment of a Guideline for Monument Documentation Harmonized with the existing European Standards and Codes*. in *XXIII CIPA Symposium - Proceedings*. 2011.
6. Pfarr, M., *Dokumentationssystem für Digitale Rekonstruktionen am Beispiel der Grabanlage Zhaoling, Provinz Shaanxi, China (Dissertation)*. 2009, Darmstadt.
7. Kuroczyński, P., et al., *Pecha Kucha "Virtuelle Rekonstruktion – Allgemeine Standards, Methodik und Dokumentation" (Panel)*, in *1. Jahrestagung der Digital Humanities im deutschsprachigen Raum (DHD 2014)*. 2014: Passau.
8. Münster, S. and T. Köhler, *3D modeling as tool for the reconstruction and visualization of "lost" buildings in humanities. A literature-based survey of recent projects*, in *Virtual Palaces II: Lost Palaces and Their Afterlife. Virtual Reconstruction Between Science and Media. Proceedings of the European Science Foundation Research Networking Programme PALATIUM meeting at Munich, 13.- 15. 4. 2012*, S. Hoppe, S. Breitling, and S. Fitzner, Editors. in print.
9. Doerr, M., *The CIDOC CRM – An Ontological Approach to Semantic Interoperability of Metadata*. AI Magazine, 2003. 24(3).
10. Ronzino, P., N. Amico, and F. Niccolucci. *Assessment and Comparison of Metadata Schemas for Architectural Heritage*. in *XXIII CIPA Symposium - Proceedings*. 2011.
11. Felicetti, A. and M. Lorenzini. *Metadata and tools for integration and preservation of cultural heritage 3D information*. in *XXIII CIPA Symposium - Proceedings*. 2011.
12. Ronzino, P., F. Niccolucci, and A. D'Andrea, *Built Heritage metadata schemas and the integration of architectural datasets using CIDOC-CRM*, in *Online Proceedings of the Conference BUILT HERITAGE 2013 Monitoring Conservation and Management*, M. Boriani, R. Gabaglio, and D. Gulotta, Editors. 2013: Milano. p. 883-889.
13. Pfarr-Harfst, M., *Documentation system for digital reconstructions. Reference to the Mausoleum of the Tang-Dynastie at Zhaoling, in Shaanxi Province, China*, in *16th International Conference on "Cultural Heritage and New Technologies" Vienna, 2011*. 2011: Wien. p. 648-658.
14. Niccolucci, F., *Setting Standards for 3D Visualization of Cultural Heritage in Europe and Beyond*, in *Paradata and Transparency in Virtual Heritage*, A. Bentkowska-Kafel, H. Denard, and D. Baker, Editors. 2012, Ashgate: Burlington. p. 23-36.
15. Bentkowska-Kafel, A., H. Denard, and D. Baker, *Paradata and Transparency in Virtual Heritage*. 2012, Burlington: Ashgate.
16. Münster, S., T. Köhler, and S. Hoppe, *3D modeling technologies as tools for the reconstruction and visualization of historic items in humanities. A literature-based survey*, in *Across Space and Time. Selected Papers from the 41st Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference (Perth, 25.- 28. 3. 2013)*, A. Traviglia, Editor. in print.
17. Foni, A.E., G. Papagiannakis, and N. Magnenat-Thalmann, *A taxonomy of visualization strategies for cultural heritage applications*. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 2010. 3(1): p. 1-21.
18. European Commission, *Survey and outcomes of cultural heritage research projects supported in the context of EU environmental research programmes. From 5th to 7th Framework Programme*. 2011, Brussels: European Commission.
19. *Inskriften im Bezugssystem des Raumes*. [Accessed: 9.8.2014]; Available from: <http://www.spatialhumanities.de/ibr/startseite.html>.

20. Kuroczyński, P., O. Hauck, and D. Dworak, *Digital Reconstruction of Cultural Heritage – Questions of documentation and visualisation standards for 3D content*, in *EUROMED 2014*. submitted paper.
21. *OpenInfRA - Ein webbasiertes Informationssystem zur Dokumentation und Publikation archäologischer Forschungsprojekte*. [Accessed: 9.8.2014]; Available from: <http://www.tu-cottbus.de/projekte/de/openinfra/>.
22. *REFLECTIVE SOCIETIES: CULTURAL HERITAGE AND EUROPEAN IDENTITIES*. [Accessed: 9.8.2014]; Available from: <http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/calls/h2020-reflective-7-2014.html>.
23. *Creative Europe Program*. [Accessed: 9.8.2014]; Available from: http://ec.europa.eu/programmes/creative-europe/index_en.htm.
24. Vorstand des Verbandes Digital Humanities im deutschsprachigen Raum. *Digital Humanities 2020*. 2014 [Accessed: 9.5.2014]; Available from: <http://www.dhd2014.uni-passau.de/fileadmin/dokumente/projekte/digitalhumanities/DH2020-2014-2-Lang.pdf>.
25. Riedel, A., F. Henze, and A. Marbs, *Paradigmenwechsel in der historischen Bauforschung? Ansätze für eine effektive Nutzung von 3D-Informationen*, in *Von Handaufmaß bis High Tech III - 3D in der historischen Bauforschung*, K. Heine, et al., Editors. 2011, Philipp von Zabern: Darmstadt. p. 131-141.
26. Burwitz, H., F. Henze, and A. Riedel, *Alles 3D? - Über die Nutzung aktueller Aufnahmetechnik in der archäologischen Bauforschung*, in *Dokumentation und Innovation bei der Erfassung von Kulturgütern II, Schriften des Bundesverbands freiberuflicher Kulturwissenschaftler, Band 5, Online-Publikation der BfK-Fachtagung 2012*, E.I. Faulstich, Editor. 2012: Würzburg.
27. Havemann, S. and O. Wagener, *Castles and their Landscape – A case study towards parametric historic reconstruction*, in *Virtual Palaces II: Lost Palaces and Their Afterlife. Virtual Reconstruction Between Science and Media. Proceedings of the European Science Foundation Research Networking Programme PALATIUM meeting at Munich, 13.- 15. 4. 2012*, S. Hoppe, S. Breitling, and S. Fitzner, Editors. Im Druck.
28. Ling, Z., S. Ruoming, and Z. Keqin, *Rule-based 3d modeling for chinese traditional architecture in 3D-ARCH 2007*, F. Remondino and S. El-Hakim, Editors. 2007: Zürich.
29. Arnold, D. and G. Geser, *EPOCH Research Agenda – Final Report*. 2008, Brighton.
30. Gibbons, G., *Visualisation in Archaeology Project. Final Report*. 2012, o. Ort.: English Heritage.
31. Münster, S., *Militärgeschichte aus der digitalen Retorte - Computergenerierte 3D-Visualisierung als Filmtechnik*, in *Mehr als Krieg und Leidenschaft. Die filmische Darstellung von Militär und Gesellschaft der Frühen Neuzeit (Militär und Gesellschaft in der frühen Neuzeit, 2011/2)*, A. Kästner and J. Mazerath, Editors. 2011: Potsdam. p. 457-486.
32. Grellert, M., *Immaterielle Zeugnisse – Synagogen in Deutschland: Potentiale digitaler Technologien für das Erinnern zerstörter Architektur (Dissertation)*. 2007, Bielefeld: transcript Verlag.
33. Kuroczyński, P., *3D-Computer-Rekonstruktion der Baugeschichte Breslaus. Ein Erfahrungsbericht*, in *Jahrbuch des Wissenschaftlichen Zentrums der Polnischen Akademie der Wissenschaften in Wien, Band 3*, W.Z.d.P.A.d. Wissenschaften, Editor. 2012: Wien. p. 201-213.
34. Münster, S. and N. Prechtel, *Beyond Software. Design Implications for Virtual Libraries and Platforms for Cultural Heritage from Practical Findings*, in *Euromed 2014*, M. Ioannides, Editor. accepted paper.
35. Hoppe, S., *Die Fußnoten des Modells*, in *Der Modelle Tugend. CAD und die neuen Räume der Kunstgeschichte*, M. Frings, Editor. 2001: Weimar. p. 87-102.
36. Günther, H., *Kritische Computer-Visualisierung in der kunsthistorischen Lehre*, in *Der Modelle Tugend. CAD und die neuen Räume der Kunstgeschichte*, M. Frings, Editor. 2001: Weimar. p. 111-122.
37. Homann, G., *Die Anwendung von Ontologien zur Wissensrepräsentation und -kommunikation im Bereich des kulturellen Erbes*, in *Digitale Wissenschaft - Stand und Entwicklung digital vernetzter Forschung in Deutschland* S. Schomburg, et al., Editors. 2011, HBZ: Köln p. 33-40.
38. Lengyel, D. and C. Toulouse, *Die Gestaltung der Vision Naga - Designing Naga's Vision*, in *Königsstadt Naga - Naga, Royal City. Grabungen in der Wüste des Sudan - Excavations in the Desert of the Sudan*, K. Kröper, S. Schoske, and D. Wildung, Editors. 2011, Naga-Projekt Berlin - Staatliches Museum Ägyptischer Kunst München: München. p. 163-175.

39. Lengyel, D. and C. Toulouse, *Ein Stadtmodell von Pergamon - Unschärfe als Methode für Darstellung und Rekonstruktion antiker Architektur*, in *Skulpturen in Pergamon – Gymnasion, Heiligtum, Palast*, L. Petersen and R.v.d. Hoff, Editors. 2011, Archäologische Sammlung der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg: Freiburg. p. 22-26.
40. *Berliner Skulpturennetzwerk*. [Accessed: 12.8.2014]; Available from: http://de.wikipedia.org/wiki/Berliner_Skulpturennetzwerk.
41. Laufer, E., et al., *Die Wiederentstehung Pergamons als virtuelles Stadtmodell*, in *Pergamon. Panorama der antiken Metropole*, A. Scholl, V. Kästner, and R. Grüssinger, Editors. 2011, Verlag Imhof: Petersberg. p. 82–86.
42. Raspe, M. and G. Schelbert, *ZUCCARO - Ein Informationssystem für die historischen Wissenschaften*. IT - Information Technology, 2009. 4: p. 207-215.
43. *IANUS - Forschungsdatenzentrum Archäologie & Altertumswissenschaften*. [Accessed: 9.8.2014]; Available from: <http://www.dainst.org/de/project/ianus-forschungsdatenzentrum-arch%C3%A4ologie-altertumswissenschaften?ft=all>.
44. Drewello, R., B. Freitag, and C. Schlieder, *Neues Werkzeug für alte Gemäuer*. DFG Forschung Magazin, 2010. 3: p. 10-14.
45. *DARIAH - europeana 4D interface*. [Accessed: 9.8.2014]; Available from: <http://dev2.dariah.eu/e4d/>.
46. Albrecht, S. *Scholars' Adoption of E-Science Practices: (Preliminary) Results from a Qualitative Study of Network and Other Influencing Factors*. in *XXXIII. Sunbelt Social Networks Conference of the International Network for Social Network Analysis (INSNA), 21-26 May 2013*. 2013. Hamburg.
47. Kröber, C. and S. Münster, *An App for the Cathedral in Freiberg - An Interdisciplinary Project Seminar*, in *11th Cognition and Exploratory Learning in Digital Age 2014 (CELDA)*. submitted paper.
48. Lengyel, D. and C. Toulouse, *Darstellung von unscharfem Wissen in der Rekonstruktion historischer Bauten*, in *Von Handaufmaß bis High Tech III. 3D in der historischen Bauforschung*, K. Heine, et al., Editors. 2011, Verlag Philipp von Zabern: Darmstadt. p. 182–186.
49. Lengyel, D. and C. Toulouse, *Die Bauphasen des Kölner Domes und seiner Vorgängerbauten: Gestaltung zwischen Architektur und Diagrammatik*, in *Diagrammatik der Architektur, Tagungsband Internationales Kolleg Morphomata der Universität zu Köln*, D. Boschung and J. Jachman, Editors. 2013, Verlag Wilhelm Fink: Paderborn. p. 182–186.
50. Grellert, M. and F. Haas, *Between Science and Illusion. Virtual reconstructions in Darmstadt University – The Dresden Castle*, in *Virtual Palaces II: Lost Palaces and Their Afterlife. Virtual Reconstruction Between Science and Media. Proceedings of the European Science Foundation Research Networking Programme PALATIUM meeting at Munich, 13.- 15. 4. 2012*, S. Hoppe, S. Breitling, and S. Fitzner, Editors. in print.
51. Münster, S., *Workflows and the role of images for a virtual 3D reconstruction of no longer extant historic objects*. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2013. XL-5/W2 (XXIV International CIPA Symposium): p. 197-202.
52. Baldwin, T.D. and A.R. Flaten, *Adapting the Agile Process to Digital Reconstructions of the Temple of Apollo at Delphi*, in *Revive the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA). Proceedings of the 39th International Conference*, M. Zhou, et al., Editors. 2012, Pallas Publications: Amsterdam p. 30-37.