

ERFASSEN, MODELLIEREN, VISUALISIEREN

VON HANDAUFMASS BIS HIGH TECH III

3D IN DER HISTORISCHEN BAUFORSCHUNG



herausgegeben von

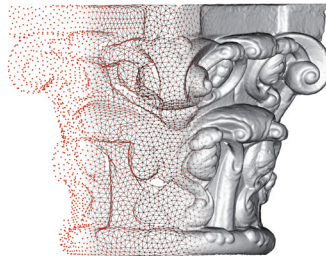
Katja Heine – Klaus Rheidt – Frank Henze – Alexandra Riedel

VON HANDAUFMASS BIS HIGH TECH III

Erfassen, Modellieren, Visualisieren

VON HANDAUFMASS BIS HIGH TECH III

3D in der historischen Bauforschung



Interdisziplinäres Kolloquium vom 24.–27. Februar 2010
veranstaltet von den Lehrstühlen Baugeschichte und Vermessungskunde der
Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus

Herausgegeben von
Katja Heine, Klaus Rheidt, Frank Henze und Alexandra Riedel



VERLAG PHILIPP VON ZABERN

XII, 274 Seiten mit 332 Abbildungen

Gedruckt mit Unterstützung der Wüstenrot Stiftung, des Fördervereins der BTU Cottbus
und der Deutschen Stiftung Denkmalschutz

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet über <<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

© 2011 by Verlag Philipp von Zabern, Darmstadt/Mainz
ISBN: 978-3-8053-4332-9

Satz und Gestaltung: J. Mähner, Brandenburgische Technische Universität Cottbus
Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Ohne
ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es auch nicht gestattet, dieses Buch oder Teile
daraus auf fotomechanischem Wege (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen oder unter
Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten und zu verbreiten.

Printed in Germany by Philipp von Zabern
Printed on fade resistant and archival quality paper (PH 7 neutral) · tcf

INHALT

Vorwort der Herausgeber	VIII
DATENERFASSUNG UND MODELLIERUNG	
Fredie Kern – Kai-Christian Bruhn Terrestrisches Laserscanning – Eine Quellenkritik	1
Martin Floth – Michael Breuer Optische 3D-Messtechnik für die berührungslose, detaillierte Erfassung von Objektoberflächen in Archäologie und Denkmalpflege	8
Gerold Eßer – Jan Kanngießer – Mathias Ganspöck Der Image Laserscanner – ein Multitalent! Kann der 3D-Laserscanner ein konventionelles Bauaufmaß ersetzen?	14
Gunnar Siedler – Gisbert Sacher – Sebastian Vetter Photogrammetrische Auswertung historischer Fotografien am Potsdamer Stadtschloss	26
Anja Cramer – Guido Heinz – Hartmut Müller – Stefanie Wefers Vom 3D-Laserscan zur archäologischen Publikation – Der byzantinische Mühlenkomplex in Ephesos/Türkei	33
Frank Niemeyer – Matthias Naumann – Görres Grenzdörffer 3D-Daten auf Knopfdruck	37
Oliver Bringmann Quadratur der Punktwolke – Von der Punktwolke zum konsistenten Bauteil-Modell	46
Götz Echtenacher Wissenschaftliche Erkenntnisse durch manuelles Konstruieren von 3D-Modellen	49
Nadine Stelling Nutzung von digitalen Bildern und 3D-Punktwolken für eine kombinierte Datenauswertung	58
André Borrmann – Katja Heine Zukunft und Vergangenheit – 4D-Modellierung als Werkzeug für die Bauplanung und die baugeschichtliche Forschung	65
Filippo Masino – Giorgio Sobrà – Francesco Gabellone – Massimo Limoncelli Research on the Theatre at Hierapolis in Phrygia: An Integrated Approach	72
Günter Pomaska Zur Dokumentation und 3D-Modellierung von Denkmälern mit digitalen fotografischen Verfahren	79
Georgios Toubekis – Michael Jansen Erhalt eines UNESCO Weltkulturerbes: 3D-Laserscan Dokumentation und virtuelle Rekonstruktion des Kleinen Buddhas von Bamiyan	85

ANALYSE, METHODIK UND VISUALISIERUNG

Jörg Braunes – Torsten Thurow – René Tatarin

- Mehr als Geometrie – Kombination von Bauwerkserfassung und Bauwerksdiagnostik auf Basis eines digitalen Gebäudemodells 97

Ashish Karmacharya – Christophe Cruz – Frank Boochs – Franck Marzani

- ArchaeoKM: Realizing Knowledge of the Archaeologists 102

Irmengard Mayer – Peter Ferschin – Ulrike Herbig – Iman Kulitz

- Das Adlitzgrabenviadukt der Semmeringbahn virtuell dokumentiert 109

Jessica Glabsch – Hans Heister – Otto Heunecke – Wolfgang Liebl – Kay Nichelmann

- Lasergestützte baugemetrische Bestandsaufnahme der Wallfahrtskirche Tuntenhausen für die Bewertung der Standsicherheit 115

Jürgen Giese

Mit Laptop, Lot und Laserscanner?

- Lehrerfahrungen im Fach „Baudokumentation“ an der Universität Bamberg 122

Alexandra Riedel – Frank Henze – Andreas Marbs

- Paradigmenwechsel in der historischen Bauforschung? Ansätze für eine effektive Nutzung von 3D-Informationen 131

Silke Langenberg – Bernhard Irmeler – Martin Sauerbier

- Angemessen messen – „Best Demonstrated Practice“ 142

Klaus Rheidt – Corinna Rohn

- Von 3D zu 2D? Moderne Messmethoden im Bauforschungsalltag 151

Tillmann Wallner

- Technologische Verschwendung im Gebäudeaufmaß 160

Stephan M. Bleichner

- Das elektronisch virtualisierte Baudenkmal 165

Michael Moser – Klaus Hanke – Kristóf Kovács

- Ein Konzept zur Texturierung von komplexen 3D-Modellen 174

Dominik Lengyel – Catherine Toulouse

- Darstellung von unscharfem Wissen in der Rekonstruktion historischer Bauten 182

PRAKTISCHE ANWENDUNGEN

Günter Hell – Martin Bachmann

- Der Bankettbau auf dem Karasis – Bauablauf 189

Ursula Quatember – Robert Kalasek

- Handaufmaß gegen High Tech: Zur Aufnahme eines kassettierten Tonnengewölbes aus Ephesos 195

Martin Gussone – Hans Heister – Wolfgang Liebl – Ines Oberhollenzer – Dorothée Sack – Heba Shash Laserscanning als Grundlage für Bauforschung und Schadenskartierung in Resafa/Syrien – Objektive Dokumentation oder/und Analyse der Konstruktion?/!	201
Marina Döring-Williams – Hermann Schlimme Aufnahme und Analyse sphärischer Oberflächen: Die Kuppel von Sant’Andrea della Valle in Rom	211
Hansgeorg Bankel – Thomas Strellen Photogrammetrische Vermessung der römischen Stadt Minturnae mit einer GPS-gesteuerten Drohne – Ein Erfahrungsbericht	225
Konrad Berner – Martin Bachmann – Tilman Müller Einsatz und Zweckdienlichkeit dreidimensionaler Aufnahmemethoden in der antiken Stadt des Diogenes von Oinoanda	236
Rainer Barthel – Christian Kayser – Felix Martin Die Venusgrotte von Schloss Linderhof – Ein digitales Aufmaß als Grundlage für Schadensaufnahme und Instandsetzungsplanung	241
Ingrid Adenstedt – Barbara Thuswaldner Der sog. Byzantinische Palast in Ephesos – Vermessung und Rekonstruktion des Tetrakonchos	249
Elke Richter Bauforschung zur ehemaligen Königlichen Hofbibliothek in Berlin	255
Ulrike Fauerbach – Salma Khamis – Martin Sählhof AEgArOn – Ancient Egyptian Architecture Online	262
Barbara Thuswaldner Ruinenpräsentation im virtuellen Raum – Das Oktogon in Ephesos	269

VORWORT DER HERAUSGEBER

Unter dem Motto „Von Handaufmaß bis High Tech – 3D in der historischen Bauforschung“ diskutierten Fachwissenschaftler aus den Bereichen Bauforschung, Archäologie, Denkmalpflege, Vermessung und Informatik vom 24.–27. Februar 2010 aktuelle Entwicklungen und Probleme der 3D-Erfassung, Modellierung und Präsentation bei der Erforschung historischer Bauten. Nach den ersten beiden Kolloquien 2000 und 2005 machten auch diesmal wieder die hohe Resonanz sowie die über 40 Fachvorträge und Poster deutlich, wie wichtig der regelmäßige Austausch für die fachübergreifende Kooperation der verschiedenen Disziplinen ist. Zusammen mit den zwei bereits erschienenen Tagungsbänden hat sich „Von Handaufmaß bis High Tech“ zu einer festen Plattform für Wissenschaftler und Anwender, Hersteller und Dienstleister entwickelt, und so war es uns erneut ein ganz besonderes Anliegen, alle Vorträge und Präsentationen in gewohnter Weise zusammenzustellen und als Tagungsband zu veröffentlichen.

Bereits vor 10 Jahren wurden in Cottbus die ersten Erfahrungen im Umgang mit 3D-Aufnahmeverfahren und 3D-Modellen vorgestellt und mitunter kontrovers diskutiert. Die Beiträge des vorliegenden Tagungsbandes zeigen, dass diese Techniken längst zu alltäglichen Werkzeugen bei der Bearbeitung baugeschichtlich-archäologischer Projekte geworden sind. Der Einsatz automatisierter Messverfahren wird kaum noch in Frage gestellt, vielmehr steht Bauforschern und Geodäten heute eine große Anzahl unterschiedlicher Technologien und Geräte zur Verfügung, um auf die speziellen Anforderungen der jeweiligen Objekterfassung gezielt zu reagieren. In den Beiträgen zur Datenerfassung werden das Spektrum aktueller Aufnahmeverfahren sowie deren Einsatzmöglichkeiten in der historischen Bauaufnahme umfassend dargestellt. Dabei wird auch deutlich, dass sich mit der zunehmenden Automatisierung der Objekterfassung ein Wandel in der Zusammenarbeit zwischen Bauforschern und Geodäten vollzieht. Auch die Nutzung von 3D-Modellen und virtuellen Rekonstruktionen für die Dokumentation und Veröffentlichung von Forschungsergebnissen ist mittlerweile zu einem festen Bestandteil in Bauforschung und Archäologie geworden. Unterstützt wird diese Entwicklung durch neue Möglichkeiten der webbasierten Präsentation von Multimedia- und 3D-Daten unter Nutzung weitgehend standardisierter Techniken und Formate.

In den Beiträgen zur Modellierung und Methodik im Umgang mit 3D-Daten wird aber auch deutlich, dass die Generierung von 3D-Modellen aus den zumeist sehr großen Punktwolken automatisierter Messverfahren nach wie vor Thema aktueller Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ist. Die Modellbildung ist und bleibt der aufwändigste Teil innerhalb der 3D-Prozesskette und stellt auch heute noch hohe Anforderungen an die Bearbeiter im Umgang mit den entsprechenden Programmen und Techniken. Die Beiträge zeigen, dass eine effiziente und zielführende Projektbearbeitung nur durch interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Bauforschern, Geodäten und Informatikern erreicht werden kann. War vor 10 Jahren noch eine enge Zusammenarbeit zwischen Bauforscher und Vermesser vor Ort wichtige Voraussetzung einer Bauaufnahme komplexer Objekte, so ist die Einbindung unterschiedlicher Fachkompetenzen heute vor allem bei der Verarbeitung und Modellierung der Geometriedaten erforderlich.

Dass „3D“ tatsächlich in der Bauforschung angekommen ist und sich hier mehr und mehr als Werkzeug für Aufnahme, Bearbeitung und Präsentation historischer Bausubstanz etabliert, zeigen nicht zuletzt die Erfahrungen bei der Nutzung von 3D-Techniken in ganz unterschiedlichen Projekten. Die Spanne reicht dabei von der 3D-Dokumentation einzelner Objekte über die virtuelle Rekonstruktion von Bauwerken bis hin zur weitgehend automatisierten Erfassung und Modellierung ganzer Baukomplexe und Stadtanlagen. Allen, die sich mit der wissenschaftlichen Bearbeitung und Rekonstruktion historischer Bauwerke beschäftigen, bietet der vorliegende Tagungsband wesentliche Diskussionsgrundlagen und Entscheidungshilfen. Er gibt einen profunden Überblick über die Entwicklungen sowie den aktuellen Stand der Nutzung von 3D-Techniken in der historischen Bauforschung.

Unseren besonderen Dank möchten wir an dieser Stelle den Personen und Institutionen aussprechen, die mit ihrer Hilfe und Unterstützung die Durchführung des Kolloquiums und die Publikation des vorliegenden Tagungsbandes ermöglicht haben. Der Wüstenrot Stiftung, dem Förderverein der BTU Cottbus, der Deutschen Stiftung Denkmalschutz sowie der Firma Leica Geosystems sei für finanzielle und materielle Unterstützung ganz herzlich gedankt. Cornelia Rublack, Reinhard Märker, Rex Haberland, Anna-Katharina Becker, Harriet Trenkmann und den studentischen Hilfskräften der Lehrstühle für Vermessungskunde und Baugeschichte verdanken wir den reibungslosen Ablauf der Veranstaltung. Johanna Mähner sei für die Erstellung des Tagungsbandes gedankt sowie Barthold Pelzer für das Korrekturat. Und nicht zuletzt gebührt allen Vortragenden, Teilnehmern und Firmen Dank, die mit ihren Beiträgen und Diskussionen zum Gelingen des Kolloquiums beigetragen haben.

Wir freuen uns, dass der dritte Kolloquiumsband ebenfalls im Programm des Verlages Philipp von Zabern erscheint und auch durch die verlegerische Kontinuität eine wertvolle Ergänzung der vorangegangenen Bände darstellt. Zusammen mit den ersten beiden Bänden liegt nun ein umfangreiches Kompendium zur Entwicklung von Arbeitsmethoden und Techniken in der historischen Bauforschung innerhalb der letzten zehn Jahre vor. Das Spektrum der diskutierten Themen reicht von klassischen Aufnahmeverfahren wie Handaufmaß, Tachymetrie und Photogrammetrie, über die Nutzung raumbezogener Informationssysteme bis hin zu Verfahren der automatisierten Erfassung und der Präsentation dreidimensionaler Objektdaten und Modelle. Die Bände bieten einen umfassenden Überblick über die große Bandbreite der unterschiedlichen Aufnahme- und Auswerteverfahren und informieren über technische und inhaltliche Voraussetzungen für die Planung zukünftiger Bauforschungsprojekte. Wir sind uns sicher, dass die Beiträge zum 3. Kolloquium „Von Handaufmaß bis High Tech“ den kritischen Diskurs über Aufwand, Nutzen und Perspektiven neuer technischer Verfahren bei der Datenerfassung, Modellierung und Präsentation in Bauforschung, Archäologie und Denkmalpflege weiter befördern werden.

Katja Heine Klaus Rheidt Frank Henze Alexandra Riedel

Cottbus, im September 2010

DAS ELEKTRONISCH VIRTUALISIERTE BAUDENKMAL

Stephan M. Bleichner

AUSGANGSSITUATION

Die Aktualität zeigt, dass sich derzeit Verfechter auf elektronische Weise erzeugter „virtueller Realitäten“ anschicken, die „reale Realität“ nicht nur zu ergänzen und damit zu bereichern, – ein in jeder Hinsicht legitimes Anliegen –, sondern sie partiell oder gänzlich zu ersetzen. Elektronische Techniken nagen gleichsam an der „realen Realität“, an der materiellen Substantialität. Die Brisanz liegt darin, dass es sich hierbei auch um Sachzeugnisse der Kulturgeschichte handeln kann. Substantiell-reale Baudenkmale können möglicherweise durch diese neue technische Methode „virtuell“ ersetzt werden.

Die kulturpolitische Situation zeigt deutlich, dass eine erhebliche Anzahl von Baudenkmalen vor dem drohenden substantiellen Verlust steht. Institutionen und Unterhaltsverpflichtete, die mit dem Anspruch auftreten, Baudenkmale mit herkömmlichen Mitteln zu erhalten, sind überfordert. Realistisch betrachtet, kann nur ein geringer Teil der substantiell-realen, im Interesse der Öffentlichkeit stehenden Zeugnisse der Kulturgeschichte mit entsprechenden Schutzmaßnahmen der Nachwelt erhalten werden.

Im Wesentlichen wird versucht, Antworten auf folgende Fragen zu finden:

1. Kann die elektronische Virtualisierung die Öffentlichkeit im Umgang mit Baudenkmalen stimulieren?
2. Kann diese Technologie so weit führen, dass sich in der Zukunft das virtualisierte Baudenkmal zum immateriellen Zeugnis der Kulturgeschichte entwickelt?
3. Die Kardinalfrage lautet: Kann das virtualisierte Baudenkmal das substantiell-reale ersetzen, oder sind sie sogar gegeneinander austauschbar? Anders ausgedrückt: Ist eine Totalablösung des substantiell-realen Baudenkmals durch das virtualisierte möglich?

Die Beantwortung dieser Fragen hängt ab von der Perfektion des elektronisch virtualisierten Baudenkmal. ¹

ZUM ANLIEGEN

WIRKLICHKEIT DER VIRTUELLEN REALITÄT
„Virtuell“ meint zunächst das Nicht-Wirkliche, das Scheinbare, darüber hinaus auch etwas, das verwirklicht werden kann. Der Begriff „Virtuelle Realität“ kann unter derjenigen Bedingung eine sinnvolle Bedeutung gewinnen, dass von der Bildhaftigkeit der

„Realität“ abstrahiert wird und die Bildinhalte als reale Wirklichkeit aufgefasst werden. „Ein Bild ist etwas, das so beschaffen ist, wie kein anderes, ohne aber selbst das zu sein, was es durch seine Beschaffenheit darstellt. Wenn man mit der Frage *ti esti* an ein Bild herantritt, kann man nur die Antwort erhalten, dass es eben ein Bild ist, jedenfalls wenn man diese Frage platonisch als eine Frage nach dem Wesen der Sache versteht.“² Das Bild wird als Repräsentation eines tatsächlichen, eines vergangenen oder möglichen Sachverhaltes verstanden. Der Ausdruck „Virtuelle Realität“ verweist bei dieser Betrachtung auf eine konstruierte Differenz von Bild und Realität und bezeichnet das Vergessen der Bildhaftigkeit, seiner medialen Verkörperung. Formal betrachtet, ist zum einen die virtuelle Wirklichkeit nicht „virtuell“, denn sie besteht aus realen Aktualisierungen, und zum anderen keine Realität; sie ist als Bild oder Darstellung real, aber keine Realität. Die Bindung als Potentialität an das Aktuelle ändert sich mit dem, was man unter Moderne versteht, indem zunehmend das Virtuelle als eigenständiger Bereich entdeckt wird.³

Die reale Wirklichkeit besteht aus unmittelbar Erfassbarem, die virtuelle Wirklichkeit aus elektronisch erzeugten und gespeicherten Daten. Die Wirklichkeit ist relativ; ein historisches Objekt ist nicht allein deshalb schon wirklich, weil es der Mensch visuell wahrnimmt. An einem im Gehirn erzeugten Abbild orientiert er sich und schafft einen Bezug zur Außenwelt. Durch die direkte Konfrontation und durch merkliche Differenzen zwischen realer Wirklichkeit (Bild) und virtueller Wirklichkeit (Abbild) wird das virtuelle Objekt mit der Realität verglichen und dieser angepasst. Kulturelle Erfahrungsformen lassen sich nur auf der Basis der Unterscheidung von „wirklich“ und „nicht wirklich“ funktionalisieren, wobei Wirkliches und Nicht-Wirkliches (Illusion, Fiktion, Schein) zueinander in Bezug gesetzt werden. Das Reale und das Virtuelle erweisen sich als gegeneinander gleichsam durchlässig und miteinander verwoben. Das Wirkliche schließt virtuelle Anteile ein, wie auch zur Virtualität Wirklichkeitsanteile gehören können.⁴

¹ Der vorliegende Beitrag ist ein Abdruck wesentlicher Textpassagen der Dissertation des Verfassers: [BLEICHNER 2008].

² BÖHME 1996, S. 34.

³ WELSCH 2000, S. 25–60.

⁴ WELSCH 1998, S. 169–212; WELSCH 2000, S. 25–60.

Baudenkmal	
Denkmalwert	Träger des Denkmalwertes
Bewusstseinstatsache objektiviertes Subjektives	Substantielles Strukturelles Ideelles
	Existenzweisen des Wertträgers: - im Konkreten, dem Substantiellen, Strukturellen - im Abstrakten, im Bewusstsein selbst - im Transformaten: als Archivgut, als Dokumentation, z. B. auch mit elektronischen Mitteln (sofern keine wertträgerschaftlichen Verluste vorhanden sind)

Tab. 1: Definition des Baudenkmals

VIRTUELLE REALITÄT IN DENKMALKUNDE, DENKMALSCHUTZ UND DENKMALPFLEGE

Die Diskussion über Denkmalkunde, Denkmalschutz⁵ und Denkmalpflege⁶, Denkmalwerte und ihre Träger wandelt sich oft in eine selbstreferentielle Debatte über die Funktionsweise der Gesellschaft, über ihre Identität⁷ und ihr kulturelles Dasein, auch über das Vergessen als Gegensatz des Erinnerns. Indem sie sich mit dem Denkmal befasst, beschäftigt sie sich mit kulturellem Gedächtnis, in ihrem Bewusstsein faktisch aber mit sich selbst. Im täglichen Umgang mit Baudenkmalen spielt zunehmend die Erkenntnis eine besondere Rolle, dass es mehr als nur eine substantielle Realität gibt, die ein Zurechtfinden in der bekannten realen Wirklichkeit der Denkmalpflege und mit den damit verbundenen Problemen erschwert. Bislang war der Denkmalpfleger nicht in der Lage, in eine andere Wirklichkeit einzutreten. Computer und Peripheriegeräte sind nun die „Wirklichkeitsmaschinen“, die ein Nachdenken über die subjektiven und objektiven Konsequenzen erfordern.

⁵ „Denkmalschutz: Juristisch sanktionierte Obhutspflicht über reale, juristische Denkmale gegen Zweckentfremdungen, die den Denkmalstatus gefährden oder infrage stellen. Denkmalschutz erstreckt sich über (kartografisch) punktuelle und flächenhafte Ausschnitte der (Kultur- und Natur-)Landschaft pauschal, undifferenziert; er bedeutet nicht den einschränkungslosen Schutz vor jeglicher Veränderung, nicht den Schutz alles dessen, was – undifferenziert – unter Schutz gestellt ist. Denkmalschutz bedeutet lediglich, dass alles, was an den unter Schutz stehenden Sachen und Sachgruppen geschieht, unter denkmalbehördlicher Aufsicht und Kontrolle zu geschehen hat.“ [WIRTH 2003, S. 3–4]

Mit „virtueller Realität“ wird das neue und außergewöhnlich vielfältige Phänomen bezeichnet, das z.B. die Frage nach der ursprünglichen Form des Baudenkmals angeblich zu beantworten vermag, es tatsächlich aber von einer abstrakten Beschreibung in Wort und Bild auf elektronische Weise in eine immaterielle Realität transformiert. Computertechnologie eröffnet in der Denkmalkunde⁸ die Möglichkeit, Baudenkmale, die nicht wirklich und nicht tatsächlich, im herkömmlichen Sinne nicht substantiell-real existent sind, in ihrer wahren Natur, nämlich als axiologische Phänomene des Bewusstseins intelligenter Wesen erfahrbar zu machen.

Die virtuelle Realität wird ausschließlich subjektiv als nicht reale, nicht objektiv erfassbare baulich-räumliche Situation erfahrbar gemacht. Das Gefühl der Immersion und die Möglichkeit der Interaktivität setzen die zur Verfügung stehende Technik, auch die fachliche Kompetenz der CAD- und Visualisierungsfachleute voraus. Ohne technische Geräte zur Wahrnehmung der übertragenen Daten bleibt der Betrachter von dem Gefühl, sich in dem entsprechenden Bau-

⁶ „Denkmalpflege: Alle praktischen Maßnahmen am und im denkmalgeschützten Objekt sowie in dessen Umgebung, die der Erhaltung bzw. Wiederherstellung denkmalwerter Substanz und denkmalwerter Strukturen sowie der Wirkung derselben dienen.“ [WIRTH 2003, S. 5]

⁷ „Identität: Für die Denkmalpflege fundamentaler Begriff in Verbindung mit dem Kulturbegriff: kulturelle Identität. Denkmale sind die baulich-räumlichen Träger kultureller Identität einer Region, eines Ortes, eines Volkes, einer Nation. Identitätsdefinition findet durch Denkmalerklärungen (Denkmale) und Denkmalsetzungen (Denkmäler) statt. Denkmalpflege ist Identitätspflege jedoch nur dann, wenn sie tatsächlich Identitätspflege ist.“ [WIRTH 2003, S. 5]

denkmal zu befinden, ausgeschlossen. Die Realität in der Virtualisierung am Computer als Konsequenz der Simulierung von entweder tatsächlich festgestellten Befundtatsachen an noch bestehenden Baudenkmalen oder auf Grund von historiologischen Forschungen bzw. durch Analogie vergleichbarer Objekte oder der Substantialität, in der das Baudenkmal noch vorhanden ist, vorhanden bleibt, aber der Gefahr des substantiellen Verlustes nach der Virtualisierung erliegen könnte, bezeichnet die Spannweite, in der das hiesige Thema angesiedelt ist. Der Zusammenhang von substantiell existentem und nicht mehr vorhandenem Baudenkmal einerseits und mittels Computer generierter virtueller Realität andererseits mahnt eine eigene innere Logik und Wahrheit der elektronischen Virtualisierung an. An die Stelle des vormaligen Steinmetzen tritt nun der Computertechniker. Farbe und Struktur der Oberflächen z. B. sind mittels Computertechnik darstellbar; die tatsächlichen spezifischen Eigenschaften des Baumaterials weichen jedoch von den visualisierten Materialeigenschaften ab. Die Wertträgertransformation von dreidimensionalen Objekten in zweidimensionale Abbildungen und anschließend in eine Null-Dimension durch elektronische Virtualisierungen bewirkt eine Veränderung der Bewusstseinssebene.

STUFEN UND TECHNIKEN

DENKMALPFLEGERISCHE ANALYTIK

Von den drei Teilen der denkmalpflegerischen Analytik, der historiologischen, axiologischen und Schadens- und Mangelanalyse, hat die erstere im hiesigen Kontext fundamentale Bedeutung. Ihr Instrumentarium ist die historiologische Bauforschung. Diese begreift das reale Baudenkmal als historisches Sachzeugnis; sie ist in der Denkmalpflege die Voraussetzung für den Umgang mit Baudenkmalen auf der Grundlage wissenschaftlich fundierten Handelns. Die Bewertung der Baudenkmale und ihrer Teile – Inhalt der axiologischen Analyse – wird präzisiert durch die Ergebnisse der historiologischen Bauforschung. Die historiologische Analyse des Baudenkmals – präzise des Trägers des Denkmalwertes – bildet die Datengrundlage der Modellierung. Man kann sie als Filterung der Daten aus verschiedenen Quellen bezeichnen. Rohdaten werden aufgenommen, aufbereitet, vorverarbeitet und vervollständigt. Die Qualität der durch die historiologische Analyse des substantiell-realen Baudenkmal, des Trägers des Denkmalwertes, dokumentierten Befundtatsachen ist ausschlaggebend für die inhaltliche Qualität der elektronischen Virtuali-

sierung. Ob ein Baudenkmal substantiell-real noch vorhanden oder dem substantiellen Verlust erlegen ist, beeinflusst in entscheidendem Maße die virtuelle Kopie bzw. virtuelle Rekonstruktion. Die Voraussetzung der elektronischen Visualisierung von Baudenkmalen – sofern sie einem solchen Anspruch überhaupt zu entsprechen vermag – ist die akkurate Dokumentation des noch Vorhandenen und des Verlorenen, letzteres aus sämtlichen erschlossenen historischen Quellen. Denkmalpflegerisch unbefriedigende elektronische Visualisierungen können in leiderlicher Dokumentation und – wenn sie dennoch akkurat vorliegt – in der Missachtung derselben ihre Ursachen haben.

Die wissenschaftliche Beurteilung der elektronischen Virtualisierung eines Baudenkmal basiert auf den Ergebnissen der historiologischen Bauforschung mit ihren jeweils spezifischen Methoden. Eine lückenhafte Baudokumentation lässt Fehler entstehen, die sich in der Bearbeitungskette der elektronischen Virtualisierung akkumulieren. Je nach Quellenlage liefert die historiologische Analyse lückenlose oder lückenhafte Ergebnisse. Es ist notwendig, diese zu klassifizieren, um die Beurteilung der Qualität der Dokumentation und deren Fehler abzuschätzen.⁹ Um der Gefahr von Missdeutungen und Fehleinschätzungen nicht zu erliegen, besteht die Möglichkeit der Modellierung nur derjenigen Bauteile, die wissenschaftlich nachweisbar sind. Nicht belegbare Fakten werden offengelassen, was einer virtuellen Teilrekonstruktion entspricht. Ähnlich verhält es sich bei der Modellierung von Unsicherheiten. Durch verschiedene Farben können abgeleitete Daten durch Analogie (z. B. dunkelgrau) und Ergänzungen durch spekulative Vermutungen (z. B. hellgrau) unterschiedlich dargestellt werden. Die Modellierung von verschiedenen Rekonstruktionsvarianten ermöglicht die alternative Darstellung in einer größeren Bandbreite zur Auswahl der wahrscheinlichsten Version, und je nach Quellenlage wird man eine virtuelle Kopie oder eine virtuelle Rekonstruktion zustande bringen; Rücksichten auf materiell-funktionelle Nutzungen von Baudenkmalen sind nicht erforderlich.

MODELLIERUNG

Die Modellierung stellt den grafisch-geometrischen Teil der Virtualisierung dar. Die mit der historiologischen Analytik gewonnenen numerischen Daten werden in ein räumliches Koordinatennetz als Volumen- oder Oberflächenmodell übergeführt, das darstellbare Virtualisierungsobjekte ermöglicht.

tät bewahrt, dafür Sorge trägt, dass das Denkmal sich selbst identisch bleibe und nicht z. B. zum ‚Freiwild‘ ehrgeiziger Um- und Neugestaltungsabsichten entarte.“ [WIRTH 2003, S. 6]

⁸ Denkmalkunde deckt hier den Begriff der Denkmalfor-

schung ab mit dem Ziel, Denkmalbewusstsein zu wecken, i. S. v. „Wiederbelebung“ oder „Wiederhervorbringen“ durch denkmalpflegerische Analytik und Wertträgertransformation, Vgl. [BREUER 1991].

⁹ Vgl. [MASUCH u.a. 1999, S. 87–90]

VIRTUALISIERUNG

Die Geometrie des Baudenkmals wird beim Modellieren definiert. Szenenbeschreibung und die Techniken des Renderings sind die Grundlagen für die Erzeugung von bildhaften Darstellungen aus CAAD-Modellen. Die Darstellung des Objektes wird wesentlich durch das Aussehen der Oberflächen mittels Materialzuweisung (Mapping) bestimmt. Für eine realitätsgetreue dreidimensional wirkende Darstellung ist die Wahl der Perspektive (Betrachterstandpunkt und Blickfeld) von wesentlicher Bedeutung. Die Augenhöhe, der Blickwinkel und der Blickpunkt bestimmen die Perspektive. Um die Szenenbeleuchtung (Licht und Schatten) darstellen zu können, benötigt der Computer Angaben über Lichtarten (Sonnen-, Scheinwerfer-, Punkt-, Umgebungslicht) und über die Lichteigenschaften. Mit Rendering wird das Verfahren bezeichnet, mit dem flächig gefärbte Modellansichten als eine Pixelabbildung aus einem Vektormodell unter Berücksichtigung von eingestellten Licht- beziehungsweise Beleuchtungseffekten im Modell sowie von Oberflächenbeschaffenheiten der Objekte erstellt werden. Das Ergebnis ist eine Rastergrafik. Durch Animation werden Einzelbilder aus Modellierung und Virtualisierung derselben berechnet und auf Datenträgern gespeichert. Voraussetzung für die Darstellung bewegter Bilder ist die Einführung der Zeit. Interaktive Animation bedeutet die Übertragung der durch den Benutzer gesteuerten Navigation durch virtuelle dreidimensionale Modelle. Über ein Steuergerät kann durch das virtualisierte Baudenkmal navigiert werden; die Befehle werden von dem Computer in Echtzeit bearbeitet, in verschiedene Teilbilder umgesetzt und an die Ausgabe- und Schnittstellengeräte übertragen.

DIE STUFEN DER PERFEKTION

Um in der Diskussion über die Qualität und Grenzen der elektronischen Virtualisierung den Grad der verlässlichen Aussage, die Möglichkeit des Vergleichs und der Überprüfung von Virtualisierungsprozessen unter Berücksichtigung der Wahrnehmungsaspekte zu klassifizieren, wurde der Begriff „Stufen der Perfektion“ eingeführt. Er verdeutlicht das Kriterium „Gesamtqualität der Virtualisierung“ in einer messbaren Form. Die Gefahr wenig effektiver Virtualisierungen soll reduziert werden. Die Auswahl und Anwendung der geeigneten Stufen und Techniken mit den entsprechenden Qualitäts-Parametern kann den Zweck der Virtualisierung beeinflussen.

TEILQUALITÄTEN

Als eindeutige Messkriterien für die Tauglichkeit eines Virtual-Reality-Systems (VR) können die „fünf Is“ (Fünf I) gelten, die im Jahre 1992 von Sherman und Judkins benannt wurden.¹⁰ Sie bestehen aus Immersion, Interaktion, Illustration, Intensität und Intuition. Im Jahre 1996 wurde ein weiterer Ansatz für qualita-

tive Messbestandteile, bestehend aus ästhetischen und kommunikationstheoretischen Eigenschaften, an der Universität Dortmund vorgestellt, der die quantitative Komponente der medienpädagogischen Untersuchungsmethode zur Beurteilung von virtuellen Welten erweitert. Bei diesem Quality Measurement Rating (QMR) beziehen sich die ästhetischen und kommunikationstheoretischen Eigenschaften auf die Inhalte und Absichten einer Virtual-Reality-Installation. Diese Untersuchungsmethode setzt sich aus zwei qualitativen Komponenten (der Ästhetik und der Kommunikation) sowie einer quantitativen Komponente (die Fünf I) zusammen und erlaubt so eine umfassende Analyse von virtuellen Welten. In jüngerer Vergangenheit wurden weitere Untersuchungen hinsichtlich der Faktoren des virtuellen Architekturraumes vorgenommen.¹¹

Daten der historiologischen Analyse

Mittels der historiologischen Analyse werden die Menge und die Qualität der Daten festgelegt, die für die Virtualisierung in ausreichender Zahl und Genauigkeit vorliegen sollten, um den Sachverhalt als repräsentativ und aussagekräftig vermitteln zu können. Die Zuverlässigkeit der Daten beeinflusst die Virtualisierungsintention. Die lückenlose Baudokumentation kann ein bereits substantiell verlorenes Baudenkmal und durch Feststellung von gesicherten und wiederholt nachprüfbar Befundtatsachen ein vollständig oder in Teilen substantiell-reales Baudenkmal bezeugen. Ergänzungen von Lücken oder Fehlstellen sind nicht notwendig. Bei einer lückenhaften Baudokumentation erfolgt die Schließung quellenkundlicher Fehlstellen durch Archivalien, durch Analogien, schließlich durch spekulative Vermutungen. Diese sind in der elektronischen Virtualisierung gesondert zu bezeichnen und als solche deutlich sichtbar darzustellen.

Qualität der Wertträgertransformation

Die Erstellung von Modellierungen z. B. als CAAD-Modelle als dem grafisch-geometrischen Teil geschieht auf der Grundlage der Ergebnisse der denkmalpflegerischen Analytik. Die Qualität wird durch die Be- oder Missachtung, die Interpretation und den tatsächlichen Einsatz sowohl von gesicherten Erkenntnissen als auch von nicht belegbaren, aus Analogie abgeleiteten Details oder von spekulativen Vermutungen beeinflusst. Selbst Fachleute können unterschiedlicher Meinung sein und voneinander abweichende glaubwürdige und wahrscheinliche Alternativen in Betracht ziehen. Daneben können Zeit- und Kostendruck den sorgfältigen Umgang mit den wissenschaftlichen Fakten gefährden. Wegen mangelhafter Qualifizierung von Visualisierungsfachleuten entstehen weitere Fehler, die den Vorwurf der spekulativen Natur des virtualisierten

¹⁰ SHERMAN; JUDKINS 1993, S.138–145.

¹¹ REGENBRECHT 1999, FRANZ 2005.

Baudenkmals begründen. Je nach Datenqualität kann die Wertträgertransformation eines Baudenkmals virtuell in Form entweder einer Rekonstruktion oder einer Kopie geschehen, eine Qualitätsunterscheidung ist damit jedoch nicht verbunden.

Axiologische Aspekte der elektronischen Virtualisierung

Dem auf elektronische Weise transformierten Wertträger kann das ausreichende Quantum an historischer bzw. künstlerischer Wertfülle nicht zugebilligt werden; er ist aber dennoch wertvoll. Der ästhetische Wert schließt diese Lücke. Der Ensemblewert als vornehmlich ästhetischer Wert kann diese Aufgabe ebenfalls übernehmen, sowohl für das zu virtualisierende, baulich gefasste Innenraumgefüge als auch für die außenräumliche Gestalt. Er wird assistiert vom Orientierungs- und Identitätswert. Der Seltenheitswert, der sich oft mit dem Alterswert verbindet, erlangt wie dieser keine Eigenständigkeit in dem axiologischen System; er verschwindet durch die beliebig häufige Reproduzierbarkeit der elektronischen Virtualisierung. Das elektronisch virtualisierte Baudenkmal behält zutreffendenfalls den Status des Dokumentes unter Assistenz des rationalen Geschichtswertes (Dokumentarwertes).

Qualität der Virtualisierung der Realität

Wahrnehmungsaspekte klassifizieren die virtuelle Realität. Das kann unter mehreren Gesichtspunkten erfolgen. Es empfiehlt sich, sie nach technischen Ein- und Ausgabegeräten und der Gewichtung von Immersion und Interaktion in Anlehnung an die „fünf Is“ nach B. Sherman und P. Judkins vorzunehmen.¹² Bildqualität, Immersions-Interaktions-Qualität und Mehrbenutzerqualität sind wesentliche Differenzierungskriterien.¹³ Abhängig von diesen können sie in immersive virtuelle Realität, Desktop-virtuelle-Realität und Pseudo-virtuelle Realität geschieden und graduiert werden.¹⁴ In der immersiven virtuellen Realität empfindet der Benutzer, ein voll integriertes Teil jener Welt zu sein. In ihr kann neben der visuellen Wahrnehmung mittels kopfbasierter Ausgabegeräte in hoher Bildqualität auch die körperliche Erfahrbarkeit durch entsprechende Schnittstellengeräte möglich sein. Es besteht ein hoher Grad an Immersion und Interaktion. Ein soziales Erleben der virtuellen Welt ist ausgeschlossen; der Benutzer agiert darin abgeschottet und bleibt isoliert. Bei einer Mehrbenutzeranwendung können allerdings mehrere

Betrachter durch Avatare in einer Szene dargestellt werden. Die Desktop-virtuelle-Realität wird definiert durch die Ausgabe von Bildern mittels technischer Geräte in mittlerer bis geringer Qualität. Diese können mit projektionsbasierten Ausgabegeräten visuell wahrgenommen werden. Es besteht ein mittlerer Grad an Immersion und ein mittlerer bis hoher Grad an Interaktion. Der Rezipient hat das Gefühl, eingeschränkt Teil dieser virtuellen Realität zu sein. Auf Grund der offenen Ausgabe besteht die Möglichkeit der Kommunikation zwischen mehreren Betrachtern. In der Pseudo-virtuellen Realität werden komplexe Szenen und Objekte, die nicht in Echtzeit vom VR-System dargestellt werden können, voraus berechnet und als Animations-Sequenz abgerufen. Die Bildqualität, die Mehrbenutzeranwendung und der Grad der Immersion sind von den technischen Ausgabegeräten abhängig. Die Interaktionsmöglichkeit ist sehr gering. Zusätzlich spielt das Umfeld der Benutzer eine Rolle.¹⁵ In diesem Zusammenhang ist auf deren Vorwissen zur Interpretation des virtuellen Baudenkmals hinzuweisen. Es liegt nahe, sie in Fachleute und Laien zu unterscheiden, wobei nicht nur das Fachwissen von Bedeutung ist, sondern auch, ob diese mit den unterschiedlichen Darstellungskonventionen und der Bedienung des Computers und der Schnittstellengeräte vertraut sind.

Bedürfnisbefriedigung durch die elektronische Virtualisierung

Durch die Wahrnehmung der realen und virtuellen, der individuellen und sozialen Wirklichkeiten wird die Notwendigkeit erkannt, ein Bedürfnis zu befriedigen. Analytisch wird die Funktion bei jedem substantiell-realen Architekturwerk in eine materielle und in eine ideelle Komponente unterschieden. Weitere Differenzierungen lassen sich durch die Befriedigung von Bedürfnissen z. B. nach Schutz, Orientierung und Repräsentation vornehmen. Auf die quantitative Sättigung durch die materiell-funktionelle Komponente der Architektur folgt z.B. die qualitative Befriedigung des Bedürfnisses durch die ideell-funktionelle. Das mit architektonischen Mitteln errichtete Gebäude wird zum Baudenkmal, wenn die Schwelle, auf der ein ideelles Bedürfnis in ein geistig-kulturelles umschlägt, dauerhaft überschritten und dauernd neu gesetzt wird.¹⁶ Materielle Anteile der Bedürfnisse nach Schutz werden vornehmlich durch die materiellen Eigenschaften der baulichen Elemente befriedigt; deren materielle Funktion ermöglicht dem Benutzer die Technologie des Gebrauchs des Architek-

¹² SHERMAN; JUDKINS 1993, S.138–145.

¹³ Vgl. [VÖLTER 1995].

¹⁴ Ein Abkömmling der Virtuellen Realität (VR) ist die so genannte Augmented Reality (AR). Hier werden ebenfalls intuitive Ein- und Ausgabetechnologien verwendet, wie sie teilweise aus der Virtuellen Realität bekannt sind. Charakteristisch für die Augmented-Reality-Anwendung

gen ist jedoch, dass bei ihnen die natürlich-räumliche Umgebung nicht von der virtuellen Umgebung verdrängt, sondern angereichert, erweitert oder ergänzt wird – der Bezug zur realen Realität bleibt bestehen [ELVINS 1998, S. 11–13].

¹⁵ Vgl. [GERFELDER; MÜLLER 1994, S. 44–67].

¹⁶ WIRTH 1994, S. 50.

turwerkes. Ideelle Funktionen setzen einen kulturellen Anspruch; der Aspekt der geistig-kulturellen Funktion lässt ein substantiell-reales Architekturwerk zum Baudenkmal, z. B. zu einem Identitätsträger werden. Die Teilqualität „Bedürfnisbefriedigung durch die elektronische Virtualisierung“ beinhaltet die Aussage, dass das virtuelle Architekturwerk zwar in der Lage ist, ausschließlich ideelle Funktionen zu erfüllen, materielle Bedürfnisse durch fehlende materielle Funktionen jedoch nicht befriedigt werden können. Das liegt an der Spezifikation der virtuellen Werträgerschaft im Unterschied zu körperlich-gegenständlich werttragenden Strukturen. Exemplarisch kann eine elektronische Virtualisierung von Baudenkmalen ideelle Bedürfnisse zur geistig-kulturellen Verwirklichung nach Anschauung, nach Zeichen des Denkens oder Gedenkens, nach Wissensvermittlung, Dokumentation und Archivierung befriedigen.

Subjektive Zeiterfahrung

In der physikalischen Raumzeit sind sämtliche Zeitzustände gleich wirklich und existent; das substantiell-reale Baudenkmal existiert nur in der physikalischen Gegenwart. Die Zeit hingegen subjektiv wahrgenommen, besteht aus einer Dreiteilung in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Sie wird als Werden und Vergehen, Wandel und Dauer erfahren. Mittels elektronischer Virtualisierung ist die Vergangenheit durch die Erinnerung und die Zukunft durch die Erwartung wahrnehmbar, die Gegenwart nur durch die fortwäh-

rende subjektive Erfahrung. Durch diese Methode der Werträgertransformation können erinnerte und erwartete Sachverhalte in die Gegenwart projiziert und durch den zwingenden Eindruck der Tatsächlichkeit von der Realität unterschieden werden. In der virtuellen Realität geschehen Zeiterfahrungen unter strukturellen Rahmenbedingungen. Ein vollständig oder in Teilen bestehendes substantiell-reales Baudenkmal oder ein bereits substantiell verlorenes kann je nach Qualität der historiologischen Analyse in der Gegenwart oder zu einem festzulegenden Zeitpunkt in der Vergangenheit durch Projektion in die Gegenwart wahrgenommen werden. Die Teilqualität „subjektive Zeiterfahrung“ in der elektronischen Virtualisierung von Baudenkmalen schafft eine Realität, welche die subjektive Erlebnissphäre des virtualisierten Baudenkmals mit dem substantiell realen wiederholt in Bezug setzt, ohne Einfluss von physikalischen Größen, wie z. B. Entfernung oder Geschwindigkeit. Die Qualität der subjektiven Zeiterfahrung ist gleich der physikalischen Zeit, wenn die simulierten Abläufe der elektronischen Virtualisierung die gleiche Zeit wie die tatsächlichen in der realen Welt benötigen.

GESAMTQUALITÄT

Stufe 1: Erhebliche werträgerschaftliche Verluste

Die Quellenlage ist lückenhaft, das Baudenkmal substantiell-real nicht mehr vorhanden. Die Baudokumentation weist Fehlstellen auf, die durch Analogie und spekulative Vermutungen geschlossen

Gesamtqualität:	Stufe	1	2	3
<u>Kriterium:</u>	<u>werträgerschaftliche Verluste</u>	<u>erheblich</u>	<u>gering</u>	<u>keine</u>
Werträgertransformation:		virtuelle Rekonstruktion	virtuelle Kopie	kongruent zum Original
1. Teilqualität:	Daten der historiologischen Analyse:	Quellenlage: erheblich lückenhaft Fehlstellenergänzung durch Analogie bzw. Vermutungen	Quellenlage: lückenlos Fehlstellenergänzung durch Analogie nicht erforderlich	Quellenlage: lückenlos Fehlstellenergänzung nicht erforderlich
2. Teilqualität: Wertedifferenzierung (Denkmalwerte)	axiologische Aspekte:	Memorialwert Symbolwert Assoziationswert ästhetischer Wert Ensemblewert Orientierungswert Identitätswert	Memorialwert Symbolwert Assoziationswert ästhetischer Wert Ensemblewert Orientierungswert Identitätswert	alle Denkmalwerte
3. Teilqualität: Immersive und interaktive Wahrnehmbarkeit durch Ein- Ausgabeschnittstellengeräte	Qualität der Realität der Virtualisierung:	immersive VR Desktop VR Pseudo VR	immersive VR	Kongruenz von Realität und immersiver Virtualität
4. Teilqualität:	Bedürfnisbefriedigung:	eingeschränkt	fast uneingeschränkt	uneingeschränkt
5. Teilqualität:	subjektive Zeiterfahrung	subjektiv (in die Gegenwart projizierte Vergangenheit)	subjektiv (in die Gegenwart projizierte Vergangenheit u. Gegenwart)	objektiv und subjektiv (subjektive und physikal. Gegenwart)

Tab. 2: Stufen der Perfektion der elektronischen Virtualisierung von Baudenkmalen

werden müssen. Da zu einem überwiegenden Anteil hinreichend gesicherte Erkenntnisse fehlen, lässt die elektronische Virtualisierung das Baudenkmal methodologisch lediglich als eine virtuelle Rekonstruktion wieder erstehen. Die Wahrnehmung des virtuellen Baudenkmals mittels immersiver und interaktiver Ein- und Ausgabegeräte ist unabhängig von anderen Teilqualitäten möglich; eine immersive virtuelle Realität, eine Desktop-virtuelle-Realität und eine pseudo-virtuelle Realität können simuliert werden. Das ideelle Bedürfnis der geistig-kulturellen Verwirklichung durch Anschauung kann nicht befriedigt werden, jedoch das nach Zeichen des Denkens oder Gedenkens und der Wissensvermittlung. Durch subjektive Zeiterfahrung ist die Wahrnehmung eines historischen Sachverhaltes zum festzulegenden Zeitpunkt in der Vergangenheit möglich; er wird in die Gegenwart projiziert und kann auf diese Weise subjektiv erfahren werden. Dadurch, dass das Baudenkmal nicht mehr substantiell-real existiert, werden der Memorialwert, Symbolwert, Assoziationswert, ästhetischer Wert, Ensemblewert, Orientierungswert und Identitätswert dem Träger im Transformierten zusätzlich neu zugeordnet.

Stufe 2: Geringe werträgerschaftliche Verluste

Durch ein substantiell-reales Baudenkmal ist eine lückenlose Quellenlage vorhanden. Gleiches gilt, wenn es bereits dem substantiellen Verlust erlegen ist und eine Baudokumentation ohne Fehlstellen vorliegt. Die elektronische Virtualisierung lässt das Baudenkmal methodologisch weitgehend als eine virtuelle Kopie wieder erstehen. Die Wahrnehmung des elektronisch virtualisierten Baudenkmals mittels immersiver und interaktiver Ein- und Ausgabegeräte ist unabhängig von anderen Teilqualitäten möglich; die immersive virtuelle Realität muss simuliert werden können. Im Vergleich zum substantiell-realen Baudenkmal können ideelle Bedürfnisse fast uneingeschränkt befriedigt werden. Es kann durch subjektive Zeiterfahrung eines historischen Sachverhaltes zum festzulegenden Zeitpunkt in der Vergangenheit und, sofern das Baudenkmal substantiell-real noch existent ist, auch zum gegenwärtigen wahrgenommen werden. Der jeweilige Zustand wird in die Gegenwart projiziert und kann auf diese Weise subjektiv in Echtzeit erfahren werden. Dadurch, dass das Baudenkmal noch weiterhin existent bleiben soll, werden fast alle Denkmalwerte, nicht jedoch der Anschauungswert (emotionaler Geschichtswert, ästhetischer Wert, Kunstwert) dem neuen Träger zugeordnet. Die Transformation des Wertträgers auf elektronische Weise vom Substantiellen bzw. von dessen Dokumentation ins elektronisch Virtuelle reduziert werträgerschaftliche Qualitäten und Quantitäten. Das elektronisch virtualisierte Baudenkmal behält den Status des Dokumentes; dadurch kann Vergessen verhindert werden.

Stufe 3: Keine werträgerschaftliche Verluste

Es besteht eine lückenlose Quellenlage. Ob das Baudenkmal substantiell-real existiert oder nicht, ist belanglos. Die Wahrnehmung des elektronisch virtualisierten Baudenkmals durch den Rezipienten mit sämtlichen Sinnessystemen muss voll immersiv und interaktiv mittels Ein- und Ausgabegeräten simuliert werden können. Im Vergleich zum substantiell-realen Baudenkmal können alle ideellen Bedürfnisse uneingeschränkt befriedigt werden. Die subjektive und objektive Zeiterfahrung des historischen Sachverhaltes ist in der Gegenwart möglich. Der elektronischen Virtualisierung von Baudenkmalen werden ausnahmslos alle Denkmalwerte zugeordnet. Das substantiell-reale Baudenkmal und das elektronisch virtualisierte sind einander kongruent. Es besteht in Bezug auf die Wahrnehmung des substantiell-realen oder des virtuellen Baudenkmals mit sämtlichen menschlichen Sinnessystemen hinsichtlich Bedürfnisbefriedigung und in axiologischer Hinsicht kein Unterschied. In diesem Fall würde diese Wertträgertransformation ein neues kongruentes Denkmal schaffen bzw. im Falle eines Totalverlustes ein substantiell-reales Denkmal verlustfrei ersetzen. Gemäß der bestehenden Definition des Baudenkmals ist diese Bedingung mit den zur Zeit bekannten technischen Ausgabe- oder biophysikalischen Schnittstellengeräten nicht zu erfüllen. Das auf elektronischem Wege geschaffene virtuelle Zeugnis der Kulturgeschichte und das substantiell-reale Baudenkmal sind derzeit noch nicht austauschbar.

ERGEBNISSE

Mit der elektronischen Virtualisierung wird durch Transformation in der Denkmalkunde dem Träger des Denkmalwertes z. B. im Abstrakten, im Bewusstsein selbst, und dem Substantiellen und real Strukturellen in der denkmalpflegerischen Praxis eine neue, virtuelle Existenzweise des Baudenkmals hinzugefügt; sie entfaltet sich zum neuartigen Identitätsträger eines großen Bereiches der ideellen Kultur. Die elektronische Virtualisierung von substantiell-realen Baudenkmalen und von nicht mehr bestehenden historischen Gebäuden erinnert raum- und zeitunabhängig an die Zeugnisse der Kulturgeschichte, wirkt für die Erhaltung gefährdeter substantiell-realer Baudenkmale, unterstützt vorhandene denkmalpflegerische Methoden als eine neue interaktive Technologie der kulturellen Informationsvirtualisierung und fördert die Vermittlung von Wissen. Dieses computerielle und telematische kulturelle Gedächtnis der Gesellschaft eröffnet neue Informationsperspektiven und Sichtweisen von Darstellungen gegenwärtiger oder vergangener Sachverhalte der Kulturgeschichte, die, in Archiven auf Computer gespeichert, über Internet vernetzt, in Museen oder an Ursprungsorten von existenten substantiell-realen oder verlorenen Baudenk-

malen als der elektronische Ort der Gegenwart und Vergangenheit immersiv und interaktiv wahrgenommen werden können.

Mit virtuellen Darstellungen ist man in der Lage, Forschungsergebnisse zu präsentieren, auch ein realistisches Abbild gegenwärtiger oder vergangener Zustände eines Baudenkmals zu vermitteln und interaktiv erlebbar zu machen. Das virtualisierte Baudenkmal ist eine alternative Art des Baudenkmals. Der Benutzer kann es wahrnehmen, sich darin bewegen, eine aktive Rolle übernehmen, und es kann das menschliche Verhalten beeinflussen. Auch dass es, durch die „Wirklichkeitsmaschine Computer“ geschaffen, nicht substantiell-real ist, macht es für den Rezipienten nicht weniger real. Die elektronische Virtualisierung von Baudenkmalen steht, sofern sie nicht nur mit dokumentatorischem Anspruch auftritt, konträr zu den Anliegen von der Aura des „Originals“ beeinflusster Denkmalschützer und -pfleger. Die Diskussionen der Denkmalpfleger, die Rekonstruktionen befürworten oder ablehnen, erhalten durch die virtuelle Kopie bzw. virtuelle Rekonstruktion substantiell verlorener Baudenkmale positive oder negative Argumentationshilfen. Der Einsatz elektronischer Medien in der Denkmalpflege bietet sich als eine Interessenkollision verhindernde Alternative an, die vielleicht sowohl eine kostenträchtige substantiell-reale Rekonstruktion vermeiden als auch zu wirtschaftlichen und finanzierbaren Konditionen ein substantiell verlorenes Baudenkmal in eine wahrnehmbare Form transformieren lassen könnte.

Das virtualisierte Baudenkmal bedeutet keine Befreiung vom Substanzverteidigungseifer; sie ist auch nicht als modisches Angebot für die Denkmalpflege zu verstehen, die Verpflichtung zur angemessenen Erhaltung des Denkmals aufzuheben. Substantiell-reale Baudenkmale unterliegen neuen Arten von Gefährdungen, denen durch neue Strategien in der Denkmalpflege zu entgegen ist. Virtuelle Informationssysteme führen eine neue, zusätzliche Wirklichkeit in die Denkmalpflege ein; sie verweisen auf neue Möglichkeiten der Verbundenheit von Denkmalwert und dessen Träger. Sie machen es möglich, Baudenkmale der Öffentlichkeit neben ihrer substantiell-realen Existenz nicht nur objektiv, sondern in ihrer virtuellen Erscheinungsform auch subjektiv orts- und zeitunabhängig zugänglich zu machen. Sie basieren auf der Grundsätzlichkeit des Erinnerns an

die Kulturgeschichte mittels durch nunmehr auch virtualisierte Zeugnisse, nur nicht mehr als Original,¹⁷ sondern als Ergebnis von Wertträgertransformationen.

Die elektronische Virtualisierung von Baudenkmalen positioniert sich im Spannungsfeld von Wissenschaft und Öffentlichkeit. Das „virtualisierte Baudenkmal“ unterliegt keinem kulturellen Wandel. Die elektronische Virtualisierung bietet eine Wahrnehmungsform mit nahezu allen menschlichen Sinnessystemen. Diese Wertträgertransformation birgt die Gefahr, verstärkt ein Nachdenken über dessen möglichen und drohenden substantiellen Verlust zu initiieren. Anders verhält es sich bei nicht mehr bestehenden Baudenkmalen. Vulgarpragmatik als Gegenteil von Toleranz will der Öffentlichkeit immer nahe legen, alles faktisch Geschehene bereits wegen seiner Tatsächlichkeit zu akzeptieren. Die virtuelle Rekonstruktion bzw. Kopie der Baudenkmale, die bereits verloren sind, stellt eine Wertträgertransformation dar, die ehemalige Zustände durch die interessierte Öffentlichkeit sinnlich erfahren lässt. Die Frage nach Substanzerhaltung oder Abbruch stellt sich hier nicht. Durch elektronische Virtualisierung von Baudenkmalen werden deren substantielle Eigenschaften gleichsam losgelöst, ideelle Qualitäten verbleiben.

Virtualisierte Baudenkmale sind immaterielle Objekte, die immaterielle Präsentationsformen der Vermittlung benötigen. Sie bilden auf neue Weise baulich-kulturelles Erbe ab; sie sind mobil, ephemere, nicht von substantieller Beschaffenheit. Sie konstituieren sich aus der Verschiebung von der Substanz auf die Ebene der reinen, ausschließlichen Information. Nicht mehr das Dingliche, sondern die abstrahierte, mit technischen Apparaten generierte Information ist von Bedeutung. Der Begriff „Substitut“ erscheint vor dem Hintergrund der computergenerierten Welten in einem anderen Licht. In der Loslösung von der Materialität, in der Wandlung des kulturellen Erbes von Kulturgut zu kulturellem Gedächtnis, findet das Substitut „elektronische Virtualisierung“ seinen neuen Inhalt in der Denkmalpflege. Virtualisierte Baudenkmale sind zwar sinnlich und direkt wahrnehmbar, aber nicht mehr gegenständlich-körperlich, sondern nur noch bildlich, was, eingebettet in eine mediale Aura, eine Vielfalt authentischer Erfahrungen ermöglicht. Der interaktive Umgang mit dem virtualisierten Baudenkmal bezieht Authentizität nicht mehr auf das Objekt selbst, sondern auf den Mechanismus, der diese authentische Erfahrung

¹⁷ „Original, Originalsubstanz: Ungerechtfertigte synonyme Wortwahl für die (meist älteste) zeitliche Zuordnung denkmalwerter Substanz. Der Original- oder Originalitätsbegriff gewinnt erst dann denkmalpflegerische Relevanz, wenn er im Zusammenhang mit seinem Gegenwort 'Kopie' gedacht wird. Eine Kopie hat 'originalgetreu' – in Bezug auf das überkommene, gegenwärtige oder auf ein quellenkundlich gesichertes früheres Erscheinungsbild – zu sein, sonst ist sie keine, sondern

eine Rekonstruktion. 'Original' – im etymologischen Sinne 'ursprünglich' – ist alles am Denkmal, z. B. die Kernsubstanz des 13. Jahrhunderts, die überformenden Verkleidungen des 18. Jahrhunderts, die Auszierungen des 19. Jahrhunderts, die Verfallsspuren des 20. Jahrhunderts. Selbst die Kopie kann ein Original sein, das Original des Kopisten. Mit dem unkritisch verwendeten Begriff 'Originalsubstanz' ist in der Regel die denkmalwerte Substanz selbst gemeint.“ [WIRTH 2003, S. 5–6]

auslöst. Er bietet die Gelegenheit, es in ein wahrnehmbares Erlebnis als eine Kombination des authentisch Immateriellen aus Zukunft und Vergangenheit zu transformieren mit Einwirkung auf die materielle Welt der Gegenwart.

Die elektronische Virtualisierung von Baudenkmalen oder von dem substantiellen Verlust erlegenen historischen Gebäuden unterstützt die Erinnerung an Vergangenes hilft, Gegenwärtiges zu entdecken, und bildet eine Grundlage, um Künftiges zu entwerfen. Die substantiell-realen Träger von Denkmalwerten sind durch ihre physische Anfälligkeit bedroht, durch Missbrauch

gefährdet und erzwingen deshalb ihren Schutz. Hingegen unterliegen die durch elektronische Virtualisierung transformierten Wertträger keinen ausgesprochenen Schutzmaßnahmen, ausgenommen der Protektion der Datenträger, Vervielfältigungen und Archivierungen.

Anschrift:

*Architekt Dr.-Ing. Stephan M. Bleichner, Neustadt 455,
D-84028 Landshut,
E-Mail: SBleich160@aol.com*

Literatur:

BLEICHNER, S. (2008): Das elektronisch virtualisierte Baudenkmal, Dissertation Bauhaus-Universität Weimar, Weimar.
BÖHME, G. (1996): Idee und Kosmos. Platons Zeitlehre – eine Einführung in seine theoretische Philosophie, Frankfurt/Main.
BREUER, T. (1991): Beiträge zur Denkmalkunde. In: Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Heft Nr. 56, München.
ELVINS, T. T. (1998): Augmented Reality: „The Future’s So Bright, I Gotta Wear (See-through) Shades“. In: Computer Graphics, Vol. 32, Nr. 1, hrsg. v. ACM Press.
FRANZ, G. (2005): An empirical approach to the experience of architectural space, Dissertation Bauhaus-Universität Weimar, Weimar.
GERFELDER, N., MÜLLER, M. (1994): Quality Aspects of Computer-Based Video Services. In: SMPTE, Tagungsband der 1994 European SMPTE Conference, Köln, S. 44–67.
MASUCH, M., FREUDENBERG, B., LUDOWICI, B., KREIKER, S., STROTHOTTE, T. (1999): Proceeding of Eurographics, Magdeburg.

REGENBRECHT, H. (1999): Faktoren für die Präsenz in virtueller Architektur, Dissertation Bauhaus-Universität Weimar, Weimar.
SHERMAN, B., JUDKINS, P. (1993): Virtual Reality. Cyberspace – Computer kreieren synthetische Welten, München.
WELSCH, W. (1998): „Wirklich“. Bedeutungsvarianten – Modelle – Wirklichkeit und Virtualität. In: Krämer, S. (Hrsg.): Medien – Computer – Realität. Wirklichkeitsvorstellungen und neue Medien, Frankfurt/Main, S. 169–212.
WELSCH, W. (2000): Virtual to begin with? In: Sandbothe, M., Marotzki, W. (Hrsg.): Subjektivität und Öffentlichkeit. Kulturwissenschaftliche Grundlagenprobleme virtueller Welten, Köln, S. 25–60.
VÖLTER, S. A. (1995): Virtual Reality in der Medizin I – Stand, Trends, Visionen, Mannheim.
WIRTH, H. (1994): Werte und Bewertung baulich-räumlicher Strukturen. Axiologie der baulich-räumlichen Umwelt, Alfter.
WIRTH, H. (2003): Denkmalpflegerische Grundbegriffe. (Praxis-Ratgeber zur Denkmalpflege, Nr. 10, Informationsschriften der Deutschen Burgenvereinigung e. V.), Braubach.



Aus der Arbeit von Bauforschern, Archäologen und Denkmalpflegern ist die dreidimensionale Erfassung, Modellierung und Darstellung von Bauwerken, Siedlungen und Fundstücken heute kaum noch wegzudenken. Hierzu haben moderne Vermessungsinstrumente und leistungsfähige Software wesentlich beigetragen. Die wissenschaftlich fundierte 3D-Modellierung ist aber immer noch sehr zeitaufwändig. Wann dieser Aufwand gerechtfertigt ist und ob er zum gewünschten Ziel führt, wurde auf dem dritten Kolloquium „Von Handaufmaß bis High Tech III – 3D in der historischen Bauforschung“ im Februar 2010 an der BTU Cottbus intensiv diskutiert. Die Beiträge geben einen fundierten Überblick über Methoden, Anwendungsmöglichkeiten und Meinungen zur gesamten Problematik der 3D-Anwendungen in Bauforschung, Archäologie und Denkmalpflege.

XII, 274 Seiten mit 332 Abbildungen



VERLAG PHILIPP VON ZABERN

ISBN: 978-3-8053-4332-9



9 783805 343329