

# Das Digitale und die Denkmalpflege

**Bestandserfassung – Denkmalvermittlung – Daten-  
archivierung – Rekonstruktion verlorener Objekte**



Chancen und Grenzen  
im Einsatz digitaler Technologien

Veränderungen in der Praxis  
von Denkmalpflege und Kulturgutsicherung

## **Das Digitale und die Denkmalpflege**

Bestandserfassung – Denkmalvermittlung  
Datenarchivierung – Rekonstruktion verlorener Objekte

## **Chancen und Grenzen im Einsatz digitaler Technologien**

Veränderungen in der Praxis von Denkmalpflege und Kulturgutsicherung

Veröffentlichungen des Arbeitskreises Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V., Band 26.

Jahrestagung 2016 in Weimar, Deutschland, 29. September bis 1. Oktober 2016 in der Bauhaus-Universität Weimar, Arbeitskreis Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V. in Kooperation mit dem Arbeitskreis Bodendenkmäler der Fritz Thyssen Stiftung und der Klassik Stiftung Weimar:

Das Digitale und die Denkmalpflege  
Bestandserfassung – Denkmalvermittlung – Datenarchivierung – Rekonstruktion verlorener Objekte

Chancen und Grenzen im Einsatz digitaler Technologien  
Veränderungen in der Praxis von Denkmalpflege und Kulturgutsicherung

© 2017 AK Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V. ([www.ak-tld.de](http://www.ak-tld.de)) und bei den Autoren

Die Verantwortlichkeit für die Bildrechte liegt ausdrücklich bei den Autorinnen und Autoren der Einzelbeiträge. Es kann kein Schadensersatz für Fehler und Unrichtigkeiten geleistet werden.

Herausgeber:  
Birgit Franz und Gerhard Vinken

Redaktionelle Bearbeitung:  
Birgit Franz, Georg Maybaum und für die englischsprachigen Beiträge Johanna Blokker (mit Ausnahme des Beitrags von Silke Langenberg)

Umschlagbilder: Tobias Adam, Versuchsanordnungen  
Kapitelblätter: Georg Maybaum und Birgit Franz, Impressionen der Tagungsräumlichkeiten

Bibliographische 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.

ISBN 978-3-95954-030-8 (Druckausgabe)

Die Online-Version dieser Publikation ist auf [arthistoricum.net](http://arthistoricum.net) dauerhaft frei verfügbar (open access):

ISBN: 978-3-946653-60-8 (PDF)

URN: [urn:nbn:de:bsz:16-ahn-artbook-263-0](http://nbn:de:bsz:16-ahn-artbook-263-0)

DOI: <https://doi.org/10.11588/arthistoricum.263.348>

Arbeitskreis Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V.  
in Kooperation mit dem Arbeitskreis Bodendenkmäler  
der Fritz Thyssen Stiftung und der Klassik Stiftung Weimar

# **Das Digitale und die Denkmalpflege**

Bestandserfassung – Denkmalvermittlung  
Datenarchivierung – Rekonstruktion verlorener Objekte

## **Chancen und Grenzen im Einsatz digitaler Technologien**

Veränderungen in der Praxis von Denkmalpflege und Kulturgutsicherung

Herausgegeben von  
Birgit Franz und Gerhard Vinken

---

# Inhalt

<b>Vorwort für den Arbeitskreis Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V. . . . . .</b>	<b>6</b>
BIRGIT FRANZ UND GERHARD VINKEN	

<b>Vorwort für den Arbeitskreis Bodendenkmäler der Fritz Thyssen Stiftung . . . . .</b>	<b>8</b>
HANNELORE ROSE UND MARIANNE TABACZEK	

## medium & message

<b>Das Digitale und die Denkmalpflege. Einführung in eine komplexe Beziehung . . . . .</b>	<b>12</b>
GERHARD VINKEN	

<b>Digitalisierung als neue Denkmalpflege? . . . . .</b>	<b>20</b>
HANS-RUDOLF MEIER	

<b>Die Denkmalpflege und das Digitale . . . . .</b>	<b>24</b>
JOHANNA BLOKKER	

<b>Copy and paste – Erinnerungskultur aus dem 3D-Drucker? . . . . .</b>	<b>32</b>
ULRIKE WULF-RHEIDT	

<b>Past Perfect – Perfect Past: Virtuelle Rekonstruktionen der Stadt Dresden. . . . .</b>	<b>38</b>
FRANZISKA HAAS	

<b>Zur Erhaltung des nicht Haltbaren . . . . .</b>	<b>46</b>
SILKE LANGENBERG	

## forschen & vermitteln

<b>Digitale Verfahren in der archäologischen Denkmalpflege . . . . .</b>	<b>56</b>
MARTIN VOLLMER-KÖNIG	

<b>Digitale Technologien in der Bauforschung und in der Praktischen Baudenkmalpflege . . . . .</b>	<b>60</b>
TOBIAS ARERA-RÜTENIK	

<b>Karten – neu gemischt. Erfahrungen mit dem Stadtschichtenatlas Köln. . . . .</b>	<b>68</b>
NORBERT NUSSBAUM	

---

<b>Überlegungen zur digitalen Rekonstruktion farbiger Fassungen von Architektur und Skulptur</b> . . . . .	<b>74</b>
ACHIM HUBEL	

<b>Inmitten von Punktwolken.</b> . . . . .	<b>90</b>
DANIELA SPIEGEL	

## **nachhalten & vernetzen**

<b>Vernetzte Denkmale – Cui bono?</b> . . . . .	<b>100</b>
SYBILLE GRAMLICH	

<b>Datenpflege statt Denkmalpflege?</b> . . . . .	<b>106</b>
BERND EULER-ROLLE	

<b>Syrian Heritage Archive Project</b> . . . . .	<b>108</b>
FRANZISKA BLOCH	

<b>MonArch – A Digital Archive for Cultural Heritage</b> . . . . .	<b>122</b>
BURKHARD FREITAG AND ALEXANDER STENZER	

<b>Wohin mit all den Scans?</b> . . . . .	<b>130</b>
MAX RAHRIG	

<b>Digitization and Preservation of Cultural Heritage Information – A Nordic focus</b> . . . . .	<b>140</b>
CHRISTIAN-EMIL SMITH ORE	

## **Anlagen**

<b>English Abstracts</b> . . . . .	<b>152</b>
------------------------------------	------------

<b>Referenten/-innen, Autoren/-innen, Organisatoren/-innen</b> . . . . .	<b>160</b>
--	------------

<b>Working Group on Theory and Education in Heritage Conservation Arbeitskreis Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V.</b> . . . . .	<b>164</b>
---	------------

<b>Veröffentlichungen des Arbeitskreises Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V.</b> . . . . .	<b>166</b>
---	------------

# Wie die Digitalisierung international die Praxis der Denkmalpflege und Kulturgutsicherung nachhaltig verändert

Vorwort für den Arbeitskreis Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V.

BIRGIT FRANZ UND GERHARD VINKEN

---

Die Jahrestagung 2016 „Das Digitale und die Denkmalpflege“ in Weimar hat der Arbeitskreis Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V. zusammen mit dem Arbeitskreis Bodendenkmäler der Fritz Thyssen Stiftung durchgeführt. Der Fokus lag auf einem Feld, das derzeit international die Praxis der Denkmalpflege und Kulturgutsicherung nachhaltig verändert: die zunehmende Digitalisierung auf allen Ebenen. Die Chancen und Grenzen der gar nicht mehr so neuen Technologien sind noch nicht wirklich absehbar, von kostengünstigen und präzisen Bauaufnahmen und der interaktiven Visualisierung verlorener Zustände bis hin zum Monitoring bedrohter Stätten und Artefakte oder der komplexen Vernetzung heterogener Wissensbestände. Deutlicher werden inzwischen auch Grenzen und unge löste Probleme im Einsatz digitaler Technologien, wie die nachhaltige Verwaltung und Speicherung der erzeugten Datenmengen oder die zunehmende Abhängigkeit von kommerziellen Anbietern.

In unseren wissenschaftlichen Kontexten ist es dabei von besonderem Interesse, wie sich als Folge digitaler Techniken der Blick auf das Denkmal und das Kulturerbe verändert. Die überaus anschaulichen Visualisierungen und Rekonstruktionen bestehender wie verlorener Objekte und Zustände ermöglichen innovative Vermittlungs- und Bewertungsmöglichkeiten. Schwächt oder stärkt eine bisher ungekannte Reproduzierbarkeit die Aura des Originals? Verliert die Unterscheidung zwischen Original und Simulation bzw. (digitalem) Print an Relevanz? Führt die Aussicht auf eine digitale 'Rettung' kriegszerstörter Monumente zu einer zweiten Entwertung des Denkmals? Wo verläuft die Grenze zwischen einer Demokratisierung von Wissen und einer Verengung auf kommerzielle oder auch politische Interessen? Klar ist, dass dem Digitalen, dessen binärer Code auf dem Prinzip der verlustfreien Reproduktion beruht, eine besondere Affinität zur Kopie innewohnt.

Dem im Programm formulierten Anspruch, den Einsatz digitaler Technologien auf den unterschiedlichen Feldern der Denkmalpflege zu hinterfragen und kritisch zu reflektieren, konnte die Tagung

indessen nur in Ansätzen einlösen. Immerhin wurde die durch Fehlen einer gemeinsamen Sprache zementierte Kluft zwischen Geist und Technik zuweilen überbrückt. Es bestätigte sich, dass die holistische Auseinandersetzung erst am Anfang steht.

Danken möchten wir allen, die sich für den Erfolg der Tagung und die nun vorliegende Publikation engagiert haben. Zuerst der Fritz Thyssen Stiftung für die fruchtbare Kooperation, die Ausrichtung des wunderbaren Abendempfangs am ersten Tagungsabend (Abb. 1) und auch für die Förderung der Drucklegung der Tagungsdokumentation sowie der Klassik Stiftung Weimar für die unentgeltliche Überlassung der Räumlichkeiten für den Abendempfang unseres Arbeitskreises am zweiten Tagungsabend (Abb. 2). Der Bauhaus-Universität Weimar danken wir für die Gastfreundschaft, ganz besonders Prof. Dr. Hans-Rudolf Meier und allen Mitarbeitern der Professur für Denkmalpflege und Baugeschichte, namentlich Cornelia Unglaub – das von ihr geschaffene Ambiente in den Pausen wird allen Tagungsgästen in bester Erinnerung bleiben – und Dr. Daniela Spiegel sowie den Studierenden Marten Becker, David Keogh, Christian Lorenz, Jason Tomic und Julia Vetter, für die ortskundigen Exkursionen Christoph Schwarzkopf und Dr. Johannes Warda, für die Einblicke in die digitalen Forschungsprojekten an der Bauhaus-Universität dem wissenschaftlichen Mitarbeiter Norman Hallermann der Professur Modellierung und Simulation – Konstruktion (Prof. Dr. Guido Morgenthal, Fakultät Bauingenieurwesen) und den wissenschaftlichen Mitarbeitern Stephan Beck, Alexander Kulik und André Kunert der Professur Virtual Reality and Visualization Research (Prof. Dr. Bernd Fröhlich, Fakultät Medien). Unser herzlicher Dank geht zudem an die Referentinnen und Referenten und an diejenigen, die Texte zu diesem Band beigesteuert haben. Erstmals in der mittlerweile über vierzigjährigen Geschichte unseres Arbeitskreises Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V. – und passend zum Tagungsthema – erscheint die Dokumentation der Jahrestagung nicht nur als



Abb. 1: Atmosphärische Eindrücke vom Abendempfang der Fritz Thyssen Stiftung im Festsaal des Goethe-Nationalmuseums am 29. September 2016 ...



Abb. 2: ...und vom Abendempfang des Arbeitskreises Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V. in der Mensa am Park am 30. September

verlagsvertriebene Buchpublikation, sondern auch als Open Access Version dauerhaft im Internet. Der barrierearme und entgeltfreie Zugang zu wissenschaftlicher Literatur und anderen Materialien im Internet ermöglicht es, Wissen weltweit und öffentlich zugänglich zu machen. Auch wir verfolgen auf diesem Weg das Ziel, die Verbreitung und Rezeption unserer Jahresdokumentationen zu fördern, national und international zu positionieren und stärker sichtbar zu machen. Deshalb haben wir uns dazu entschieden, allen Texten eine englischsprachige Zusammenfassung zuzuordnen (Dank dafür an Dr. Johanna Blokker) und alle Beiträge deutsch- wie englischsprachig zu verschlagworten. Unser Partner, „arthistoricum.net“, ist ein modular aufgebautes Internetportal für die kunsthistorische Forschung und Lehre. Dieser verlässliche Fachinformationsdienst zu Kunst – Fotografie – Design ist aus einem von 2005 bis 2010 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekt hervorgegangen, das seit 2012 von der Sächsischen Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB), der Universitätsbibliothek Heidelberg und in Zusammenarbeit mit dem Institut für Kunstgeschichte der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) dauerhaft institutionalisiert worden ist. Hier bleibt sowohl Berit Nolte als auch Jörg Mitzkat vom Verlag Mitzkat in Holzminden für die gewohnt angenehme und zuverlässige Zusammenarbeit zu

danken, als auch Dr. Maria Effinger und Bettina Müller von der Universitätsbibliothek Heidelberg, deren umsichtiger Beratung und Unterstützung es zu verdanken ist, dass die Open Access Publikation unkompliziert verlief.

Zuletzt noch einige Bemerkungen in eigener Sache. In Weimar stand wie alle zwei Jahre auch die Wahl des Vorstands auf dem Programm. Der langjährige Erste Vorsitzende, Prof. Dr. Hans-Rudolf Meier, stand zur Wiederwahl zum Bedauern des Vorstandskollegiums nicht länger zur Verfügung. Aus dem Vorstand wurde den Mitgliedern ein Wahlvorschlag vorgestellt, der eine gewisse Kontinuität und zugleich Verjüngung in der Leitung unseres Arbeitskreises sicherstellen soll. Die Mitglieder folgten diesem Vorschlag einstimmig. Als neuer Erster Vorsitzender wurde Prof. Dr. Gerhard Vinken, Bamberg (bisher 2. Vorsitzender), zur Zweiten Vorsitzenden Prof. Dr. Ingrid Scheurmann, Dortmund (bisher Schatzmeisterin), gewählt. Dr. Bernd Euler-Rolle, Wien, als Dritter Vorsitzender und Prof. Dr.-Ing. Birgit Franz, Hildesheim, als Schriftführerin wurden wieder-, Dr. Daniela Spiegel, Weimar, als Schatzmeisterin neu hinzugewählt. Im Namen des gesamten Vorstands bedanken wir uns für das uns entgegengebrachte Vertrauen und freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit mit allen Mitgliedern.

Hans-Rudolf Meier hat den Arbeitskreis Theorie und Lehre der Denkmalpflege acht Jahre lang auf ebenso anregende wie integrative Art geleitet. Dafür möchten wir ihm an dieser Stelle erneut herzlich danken. Bereits im letzten Tagungsband des Arbeitskreises (Bd. 25: Strukturwandel – Denkmalwandel), der in Weimar unter den Mitgliedern verteilt werden konnte, hatte das restliche Vorstandskollegium das Wirken des langjährigen Ersten Vorsitzenden anlässlich seines 60. Geburtstags in persönlichen Fachbeiträgen gewürdigt.

Nun bleibt es an den Herausgebern, Ihnen als Leserinnen und Leser des Tagungsbandes 2016 „Das Digitale und die Denkmalpflege“ eine weiterführende konstruktiv-kritische Auseinandersetzung mit diesem noch lange in Diskussion bleibenden Thema zu wünschen.

### Abbildungsnachweis

- 1 Birgit Franz / Georg Maybaum
- 2 Hannelore Rose

# Datenbanken, Drohnen und 3D-Drucker – 30 Jahre digitale Anwendungen in der Bodendenkmalpflege

Vorwort für den Arbeitskreis Bodendenkmäler der Fritz Thyssen Stiftung

HANNELORE ROSE UND MARIANNE TABACZEK

Das Angebot des Arbeitskreises Theorie und Lehre in der Denkmalpflege, eine gemeinsame Tagung zu dem Thema Digitalisierung auszurichten, hat der Arbeitskreis Bodendenkmäler der Fritz Thyssen Stiftung gerne angenommen, da die Bodendenkmalpflege seit den 1980er Jahren digitale Methoden in ganz unterschiedlichen Bereichen einsetzt. Nach diesen gut 30 Jahren erschien es uns sinnvoll, die Entwicklung und den aktuellen Stand im Rahmen dieser Veranstaltung beispielhaft zu resümieren.

Dazu lud der Arbeitskreis Bodendenkmäler – orientiert an den Fragestellungen der Tagung – Vortragende zu verschiedenen Einsatzmöglichkeiten digitaler Techniken ein. Ein Überblicksvortrag (Kai-Christian Bruhn) sollte unabhängig von einem konkreten Projekt über die Entwicklung der letzten Jahre im Bereich digitale Anwendungen in der Archäologie berichten. Anhand zweier prominenter Beispiele von vernetzten Datenbanken (Syrian Heritage Archive und Kölner Schichtenatlas) wurden Chancen, Grenzen und Probleme in Konzeption und Umsetzung sowie die Nachhaltigkeit thematisiert. Diese Vorträge beleuchteten also kritisch und mit Distanz die Stärken und Schwächen der einzelnen Anwendungen.

Daneben war dem Arbeitskreis wichtig, das Thema in eine europäische Perspektive einzubetten. Dazu stellten Vertreter aus Skandinavien (Christian Emil Ore) und Italien (Roberto Scopigno) einen Überblick über den Einsatz digitaler Methoden in Erhalt und Pflege des Kulturerbes der jeweiligen Länder vor. England war mit einem spektakulären digitalen Rekonstruktionsprojekt vertreten (Tim Ayers), das durch seine Aktualität die gegenwärtigen technischen Möglichkeiten vor Augen führte. Ein besonderes Augenmerk dieses Vorhabens liegt darauf, die wissenschaftlichen Grundlagen für die Rekonstruktion nachvollziehbar und auch in der Anwendungsoberfläche transparent zu machen.

Aus den Beiträgen ging hervor, dass unterschiedliche digitale Methoden seit langem in Archäologie und Bodendenkmalpflege als wichtige Komponente integriert sind. Sie gliedern sich im Wesentlichen in drei Einsatzbereiche:

- 1) Die Feldarchäologie: Erkundungen, Prospektionen mit verschiedensten Verfahren, Grabungsdokumentation
- 2) Auswertung der Maßnahmen: Registrierung, Archivierung und Bereitstellung von Datenbeständen
- 3) Präsentation und Vermittlung von Ergebnissen: didaktische Aufbereitung, digitale Modelle bis hin zu haptischen Modellen in Form von Ausdrucken aus dem 3D-Drucker, die zur Information der Öffentlichkeit und zur Vermittlung von Anliegen gegenüber Behörden dienen.

Der Einsatz dieser Techniken führte zu grundlegenden Veränderungen in der Herangehensweise an das Material und eröffnete völlig neue Untersuchungsmethoden, Archivierungsmöglichkeiten und Forschungsperspektiven. Denn in der Regel befinden sich die Denkmäler im Boden und sind dadurch unsichtbar. Trotz intensiver Recherche ist also häufig unklar, was tatsächlich unter der Erde erhalten ist und in welchem Zustand es sich befindet. Hier sind digitale Technologien wie Georadar und Geo-



Abb. 1: Dr. Frank Suder, Vorstand der Fritz Thyssen Stiftung, überbringt den Tagungsgästen seine Grußworte

magnetik hilfreich, denn sie ermöglichen bei Bodendenkmälern zunächst einen zerstörungsfreien Blick auf Objekte und Strukturen. Ihre Ausgrabung bedeutet hingegen ihre dokumentierte Zerstörung, daher ist immer nur während einer solchen Maßnahme die einmalige Möglichkeit einer Bestandsaufnahme gegeben. Digitale Verfahren helfen hier bei der Dokumentation z.B. durch Laserscan, digitale Fotografie und Eintragungen in Datenbanken. Um die Relevanz dieser Techniken zu verstehen, muss man sich bewusst machen, dass ein Großteil der Bodendenkmäler im Abwägungsprozess der verschiedenen Belange keine Chance auf Erhaltung hat. Für diese ist die digitale Dokumentation die praktikabelste Form der Archivierung, die vielseitige Möglichkeiten nachträglicher Recherchen und anderer Nutzungen der Daten (z.B. in der Erstellung von Karten und Plänen) zulässt. In der Bodendenkmalpflege hat man es überdies fast ausnahmslos mit unvollständig erhaltenen Relikten zu tun. Hier bieten digitale Vervollständigungen zunächst die Möglichkeit, sich auf wissenschaftlicher Grundlage intensiv mit den Objekten auseinanderzusetzen, um ein plausibles Modell zu erstellen. Ein großer Vorteil der digitalen Rekonstruktion besteht darin, dass sie jederzeit reversibel ist, sollten neue Fragestellungen und Erkenntnisse eine Veränderung des Modells erforderlich machen. Die virtuelle Nachbildung ist überdies eine wichtige Brücke, um das unvollständige und damit oft unverständliche Original dem Betrachter anschaulich zu vermitteln. Dies gilt zum einen gegenüber der Öffentlichkeit, zum anderen aber auch gegenüber Behörden, die die Belange der Bodendenkmalpflege z.B. im Rahmen von Raumordnung und Raumnutzung zu berücksichtigen haben.

Die seit rund 30 Jahren zum Einsatz kommenden digitalen Anwendungen haben Archäologie und Bodendenkmalpflege revolutioniert und Eingang in alle zentralen Bereiche gefunden. Die Durchdringung und Verflechtung von digitalen und analogen Anwendungen ist so tiefgreifend, dass sie sich in vielen Fällen nicht mehr trennen lassen (z.B. ana-



Abb. 2: Der Arbeitskreis Bodendenkmäler in der Bibliothek der Fritz Thyssen Stiftung. Von links nach rechts: sitzend Jürgen Kunow, Henner von Hesberg, Thomas Otten, stehend Norbert Nußbaum, Ingrid Scheurmann, Alexandra Busch, Ulrike Wulf-Rheidt, Marianne Tabaczek, Martin Vollmer-König, Hannelore Rose (nicht im Bild: Michael Heinzelmann)

loge Luftbildaufnahmen, die digitalisiert wurden). Die Palette digitaler Techniken umfasst alle Stadien von der Auffindung von Bodendenkmälern durch Luftbildaufnahmen, Geomagnetik oder Georadar über ihre Dokumentation mittels Laserscan, digitaler Fotografie sowie Erfassung und Archivierung in digitalen Datenbanken bis hin zu Rekonstruktion und Präsentation. Wie immer haben auch diese Technologien positive und negative Begleiterscheinungen und Auswirkungen. Unbestreitbar aber haben sie den Blick auf Bodendenkmäler und das Kulturerbe verändert, erweitert und intensiviert.

Eine wichtige Aufgabe der heutigen Bodendenkmalpflege ist es deshalb, abzuwägen, wann der Einsatz welcher Technologien hilfreich und sinnvoll ist. Es geht dabei darum, das Original mit seiner Substanz und seiner Aura als dem Kern der Sache nicht aus dem Auge zu verlieren. Die Frage ist also nicht, was ist technisch möglich, sondern was dient dem Bodendenkmal.

## Abbildungsnachweis

- 1 Hannelore Rose
- 2 Martina Schöne



# medium & message

Tagungsort Bauhaus-Universität Weimar



# Das Digitale und die Denkmalpflege.

## Einführung in eine komplexe Beziehung

GERHARD VINKEN

### ZUSAMMENFASSUNG

Die „digitale Revolution“ ist längst in vollem Gange. Für die Denkmalpflege haben digitale Anwendungen neue Perspektiven geöffnet, etwa in der interaktiven Visualisierung verlorener Zustände, im Monitoring bedrohter Stätten und Artefakte oder in der komplexen Vernetzung heterogener Wissensbestände. Deutlicher werden inzwischen auch Grenzen und ungelöste Probleme im Einsatz digitaler Technologien, etwa was die Nachhaltigkeit der rapide wachsenden Datenmengen betrifft.

Doch haben wir es in Bezug auf die Digitalisierung nicht in erster Linie mit einer nur „technischen“ Neuerung zu tun. So wird das Bemühen um das digitale Erbe, mit dem Auftrag zur Dokumentation, Erforschung und Publizierung von Kulturgütern, nicht nur die Institution Museum transformieren. Zu beobachten ist auch, dass sich mit der neuen Fülle an digital erzeugten Bildern die wissenschaftlichen Standards verändern. Ein weiterer unterschätzter Aspekt der digitalen Revolution ist eine Umschichtung der Aufmerksamkeiten auf dem „Markt“ der Wissenschaften.

Die wohl auffälligste Folge des digitalen Versprechens einer genauen und verlustfreien Reproduktion des Verlorenen ist, dass bei jeder spektakulären Zerstörung von bekannten Monumenten reflexhaft die Forderung nach einer Rekonstruktion aufkommt. Deutlich wird hier, dass dem Digitalen eine innere Affinität zur Rekonstruktion innewohnt, insofern seine Leistungsfähigkeit in der Übersetzung aller Informationen in einen binären Code, in der angeblich verlustfreien Speicherung und Kopie beruht. Im digitalen Zeitalter wird die Unterscheidung von Original und Kopie so an Relevanz verlieren – auch zu dem Preis einer totalen Manipulierbarkeit der Daten, wie der Realität.



Abb. 1: Das Mädchen mit...der Digitalkamera

### Die Lust am Digitalen

Die Lust am Digitalen ist allgegenwärtig und buchstäblich mit Händen zu greifen (Abb. 1). Die gar nicht mehr so neue Technik begeistert mit der Möglichkeit immer neuer Gadgets. So zeichnet die auch in mittelpreisigen Handys verbaute Dual-Kamera die Tiefeninformationen getrennt auf und erlaubt ganz neue Manipulationen. Das Auto ist auf dem Weg zur Selbststeuerung. Gleichmaßen fantasieanregend wie beunruhigend sind Zukunftsvisionen „smarter“ Häuser und ganzer Städte, die digital gesteuert und überwacht werden.<sup>1</sup> Wenn Gästen unseres Kompetenzzentrums die Leistungsfähigkeit von Handscannern vorgeführt wird, indem in Windeisele der eigene Kopf als 3D-Modell auf dem Bildschirm erscheint, beliebig drehbar, manipulierbar, lächeln auch seriöse Denkmalpfleger wie die Kinder (während die techno-affinen Kinder sich nicht mehr ganz so leicht beeindrucken lassen). Das Digitale zielt auf das Spielerische, hat Leichtigkeit, macht uns mit seiner Allmacht zu lernfähigen Zauberlehrlingen. Das Digitale verspricht Zukunft – und ist

bereits tief in unsere Gegenwart eingesenkt. Denn die „digitale Revolution“ ist längst in vollem Gange. „Es wird angenommen, dass es der Menschheit im Jahr 2002 das erste Mal möglich war, mehr Informationen digital als im Analogformat zu speichern, was deshalb als der Beginn des „Digitalen Zeitalters“ gesehen werden kann. Die fast vollständige Digitalisierung der weltweit gespeicherten Informationsmenge vollzog sich in weniger als 10 Jahren, während des Jahrzehnts um die Millenniumswende. Es wird geschätzt, dass im Jahr 1993 lediglich 3% der weltweiten Informationsspeicherkapazität digital war, während es 2007 bereits 94% war.“<sup>2</sup>

Die Folgen dieser Entwicklung lassen sich erst ansatzweise erahnen. Naiv mutet jedenfalls die auch auf dieser Tagung wieder vorgetragene Meinung an, wir hätten es, bezogen auf unser Fach, hier „lediglich“ mit einer „technischen“ Neuerung zu tun: früher hätten wir mit der Hand aufgemessen und heute mit dem Scanner – so wie die zeichnerische Erfassung von der fotografischen abgelöst worden sei. Es ist keine Zukunftsprognose mehr, dass das Digitale alle Bereiche des menschlichen Lebens verändert, dass wir erleben, wie alle kulturellen Praktiken unumkehrbar von ihm durchdrungen werden. Schon haben die schier unbegrenzten Möglichkeiten digitaler Erfassung und Bildgebung die denkmalpflegerische Praxis verändert, aber auch, und hier steht unser Nachdenken noch am Anfang, die Bewertung von Denkmalen und, wie ich glaube, grundlegend die Vorstellungen davon, was bauliches Erbe ist und wie und als was dieses Erbe gerettet, aufbewahrt oder eben gespeichert werden soll. Als die fotografische die zeichnerische Dokumentation ablöste, konnte auch niemand absehen, dass mit diesem technischen „Fortschritt“ erst ein Fach wie die Kunstgeschichte sich herausbildete, dessen wissenschaftlicher Anspruch zunächst wesentlich auf nachvollziehbaren und prüfbar Formvergleichen beruhte, wie sie die Fotografie nun bereitstellen konnte.

### **Digitales Erbe**

Eine neue Herausforderung für die Denkmalpflege ist das digitale Erbe. In der einschlägigen UNESCO-Charta von 2003 umfasst das Digital Heritage sowohl digital erzeugte Ressourcen als auch Digitalisate analoger Ressourcen.<sup>3</sup> Während die Unterschutzstellung früher 3D-Rekonstruktionen derzeit eher ein Randthema darstellt, ist die Digitalisierung von Kulturgut ein rasant steigender Markt. Die Di-

gitalisierung erfolgt aus unterschiedlichen Motivationen heraus. Zunächst ist es selbstverständlich, dass Institutionen, die der Aufbewahrung und Pflege historisch wertvoller Objekte verpflichtet sind, diese in aller erdenklichen Genauigkeit erfassen und katalogisieren. Auf diesem Gebiet bietet das Digitale gerade den historischen Sammlungen und Museen ein Bündel von neuen Möglichkeiten: die dreidimensionale Erfassung in ungekannter Genauigkeit; die wissenschaftliche Analyse, etwa durch bildgebende Verfahren, in der Regel in Kombination mit anderen, oft naturwissenschaftlichen Analysemethoden; die Überwachung des Originals auf kritische Veränderungen hin (Monitoring); ganz allgemein die Erstellung von Datensätzen, die eine zwei- oder dreidimensionale Reproduktion ermöglichen und vielfältig einsetzbar sind, etwa zur Verfertigung von täuschend ähnlichen Repliken, sei es für den Museumsshop, sei es zu Ausstellungszwecken, um das fragile Original zu schonen oder um frühere Zustände anschaulich zu machen, und ganz allgemein zur Vermittlung und für didaktische Zwecke.

Es ist klar, dass in den Museen als wissenschaftlichen Institutionen über die notwendigen Standards der neuen Vermessungs- und Erfassungsmethoden intensiv diskutiert wird, nicht zuletzt auch in Bezug auf die Speicherung und Pflege der komplexen Datenbestände, damit die teils sehr aufwendigen Digitalisate auch den unterschiedlichen Anforderungen genügen können.<sup>4</sup> Sichtbar wird aber auch, dass die Digitalisierung, auch wenn sie als eine Fortführung des wissenschaftlichen Auftrags zur Dokumentation, Erforschung und Publizierung von Kulturgütern angelegt ist, neue Perspektiven eröffnet, die die Museen stärker transformieren könnten, als irgendeine kulturelle Veränderung oder Reform es bisher vermocht haben.

### **Nachhaltige Nutzbarkeit der Daten**

Auch in der Denkmalpflege und der Archäologie haben verhältnismäßig kostengünstige und präzise digitale Bauaufnahmen und Vermessungsinstrumente das Feld verändert, haben zugleich digitale Anwendungen neue Perspektiven geöffnet, etwa in der interaktiven Visualisierung verlorener Zustände, im Monitoring bedrohter Stätten und Artefakte oder in der komplexen Vernetzung heterogener Wissensbestände. Deutlicher werden inzwischen auch Grenzen und ungelöste Probleme im Einsatz digitaler Technologien. Während laufend neue Datenmengen in bisher unbekanntem Ausmaß produziert werden,

ist deren Nachhaltigkeit nach wie vor ungelöst, wenn auch die Etablierung einheitlicher Normen und Codes, die eine langfristige Übertragbarkeit und Nutzung sichern sollen, voranschreitet. Im Vergleich zu dem gedruckten Buch, das seit einem halben Jahrtausend und über globale Krisen hinweg Wissen zuverlässig speichert, erscheinen die digitalen Datenbestände, obwohl unbegrenzt reproduzierbar, nach wie vor volatil und unbeständig. Zwar hat die digitale Vermessung des Bamberger Doms einen Datensatz in neuer Genauigkeit zur Verfügung gestellt, und die erzeugte Punktwolke gibt alle Möglichkeiten, auch nachträglich unterschiedliche Fragen an Bildgebung etc. an das Material zu stellen. Andererseits wurde der Dombauhütte ein Satz von Plots im Maßstab 1:20 zur Verfügung gestellt, in der berechtigten Annahme, dass diese seit Jahrhunderten „etablierte“ Dokumentationstechnik mehr Nachhaltigkeit erzeugen kann und mehr praktischen Nutzen als Datensätze, in denen ein Vielfaches an Informationen gespeichert ist, die aber möglicherweise bald nicht mehr verwertbar sind.<sup>5</sup>

### **Überprüfbarkeit und Transparenz**

Vermutlich werden sich die hier nur grob skizzierten Probleme technisch lösen lassen. Zu beobachten ist aber auch, dass mit der neuen Fülle an digital erzeugten Bildern sich die wissenschaftlichen Standards von Dokumentation und Transparenz verändern. Zunehmend werden auch in wissenschaftlichen Publikationen digital erzeugte Bilder abgedruckt, zumeist Rekonstruktionen älterer oder vollständigerer Zustände. Der Status dieser digital erzeugten Bilder ist indessen oft zweifelhaft. Die etablierten wissenschaftlichen Standards setzten voraus, dass digitale Visualisierungen grundsätzlich überprüfbar sein müssen. Wenn es sich um wissenschaftliche Abbildungen handelt, müssten alle Quellen offengelegt, Varianten diskutiert, Befunde von Analogieschlüssen geschieden werden. Darüber hinaus müsste die zugrundeliegende Technologie und Software dokumentiert sowie die einzelnen Schritte der Verfahren transparent und nachvollziehbar sein. Ohne diese Mindestvoraussetzungen ist jede noch so anschauliche 3D-Rekonstruktion wissenschaftlich wertlos.<sup>6</sup> Während es bei kommerziellen Aufträgen dazu oft an Problembewusstsein fehlt, und mehr noch schlicht an Ressourcen, ist auf dem Gebiet der Wissenschaft ein Gespräch über die notwendige Tiefe und Qualität der Standards erst am Anfang.<sup>7</sup> Währenddessen werden gerade unsere

musealen Welten, aber auch archäologischen und kunsthistorischen Studien zugestellt mit äußerst einprägsamen digitalen Modellen, die verführerische Bilder von Vollständigkeit vermitteln, aber äußerst intransparent sind in Bezug auf den jeweiligen Anteil des Spekultativen.

Sicher scheint hingegen, dass sich die wenigen „wissenschaftlich“ generierten und dokumentierten Bilder kaum mehr gegen die allgegenwärtige Bilderflut „historischer“ Zustände artikulieren können. Hier zeigt sich einmal mehr eine grundlegende Ambivalenz der digitalen Revolution. Sie geht einher mit einer Demokratisierung von Wissen, das leicht und schnell und ohne Kontrolle der etablierten Institutionen verbreitet werden kann. Digitale Bilder entstanden und entstehen zu einem Großteil außerhalb der wissenschaftlichen Community, und ihre Verbreitung unterliegt keinerlei Qualitätskontrolle. Doch beginnen diese digitalen Bilder auch die Wahrnehmung der analogen Welt nachhaltig zu verändern. Es ist wohl unbezweifelbar, dass die heute allgegenwärtigen historischen Rekonstruktionsbauten von den digitalen Technologien befeuert werden. In Frankfurt konnte man gut sehen, wie die Herstellung eines – in Qualität und wissenschaftlicher Basis eher schwachen – digitalen Modells erst die Sehnsucht nach der im Krieg verbrannten Altstadt befeuert hat, die nun in einer investorenfreundlichen abgespeckten Variante am Römer neu errichtet wird.<sup>8</sup> In Potsdam wurde jüngst der Palazzo Barberini wieder eröffnet, über 60 Jahre nach seiner Zerstörung, als ein – privates – Museum; in den breiten Rezensionen dieses neuen Ausstellungsraums war die Tatsache des rekonstruierenden Fassadismus kaum mehr als eine Fußnote wert. Das beklagte Rekonstruktionsfieber ist zum Schrecken vieler Kollegen nun zu einer Rekonstruktionsroutine geworden. Bei Neubauten wird die „historische“ 1:1-Kopie wie selbstverständlich als eine Möglichkeit unter vielen diskutiert.<sup>9</sup>

### **Umschichtung der Aufmerksamkeiten**

Ein weiterer nicht zu unterschätzender Aspekt der digitalen Revolution ist eine Umschichtung der Aufmerksamkeiten, auch auf dem „Markt“ der Wissenschaften. So muss, um ein beliebiges aktuelles Beispiel zu nehmen, die doch an und für sich schon spektakuläre Nachricht der Edition von bisher unbekanntem Texten Alexander von Humboldts heute offenbar sogleich gepriesen und beworben werden als wegweisend für die „Digital Humanities“.<sup>10</sup> Die

Verlagerung der Aufmerksamkeiten von den Dingen hin zu ihrer digitalen Erfassung, Speicherung und Vermittlung wird die herkömmlicherweise objektbezogenen Fächer verändern – und sie technologischer werden lassen. Das an der Bamberger Universität mit bayerischen Staatsmitteln seit 2016 eingerichtete Kompetenzzentrum für Denkmalwissenschaften und Denkmaltechnologien (KDWT) ist wesentlich aus Mitteln zur Technologieförderung finanziert. Aus dem Förderprogramm Digitaler Campus Bayern kann die Universität Bamberg in Kooperation mit der Hochschule Coburg einen neuen Masterstudiengang „Digitale Denkmaltechnologien“ als ein Spezialangebot einrichten, das neben dem bestehenden Masterprogramm „Denkmalpflege“ stehen soll und auf die neuen Anforderungen des Marktes reagiert. Ein voll ausgestatteter Lehrstuhl in Bamberg und zwei Professuren in Coburg werden derzeit zu diesem Zweck eingerichtet – und müssen nach fünf Jahren von den Hochschulen übernommen werden, dann zu Lasten anderer Inhalte und Forschungsfelder. Die Leistungsfähigkeit der IT-Technologien, von Vermessung und Speicherung bis hin zu hochgenauen Reproduktionen, aber auch die neuen Möglichkeiten der Vernetzung und Vermittlung sind auch für die Denkmalpflege

bei Weitem nicht ausgelotet. Hatten manche schon befürchtet, dass der Scanner zum wichtigsten Werkzeug des Denkmalpflegers werden würde, spekulieren die Spezialisten bereits über das Ende dieser Technik: neue fotogrammetrische Verfahren wie „structure from motion (SFM)“ ermöglichen mithilfe von weit verbreiteten Massengeräten wie Mobiltelefonen und Open-Source-Software bereits jetzt die verhältnismäßig genaue Vermessung und digitale Reproduktion komplexer Strukturen.<sup>11</sup>

### **Wiederaufbau digital: Jetzt wird zurückgedruckt**

Einer der auffälligsten Aspekte der geschilderten Entwicklungen ist, dass bei jeder spektakulären Zerstörung von bekannten Monumenten, sei es durch Naturkatastrophen, sei es durch Krieg und Konflikte, reflexhaft das ins Spiel gebracht wird, was ich als das digitale Versprechen bezeichnen möchte: nämlich die Möglichkeit der genauen und verlustfreien Reproduktion des Verlorenen. Die Idee des Wiederhaben-Wollens ist so alt wie Verluste und Zerstörungen. Es gibt zu Recht berühmte Wiederaufbauleistungen, wie den Campanile von Venedig oder die Münchner Pinakothek. Die Warschauer Altstadt, die als ein Akt nationaler Selbst-



Abb. 2: Boris Johnson vor der verkleinerten Kopie des Bogens von Palmyra

behauptung wieder errichtet worden ist nach den Auslöschungsfantasien und Vernichtungsorgien der Deutschen, hat heute UNESCO-Welterbestatus: als eine Wiederaufbauleistung.<sup>12</sup> Das digitale Versprechen nun scheint den Graben zwischen verlorenem Original und Reproduktion zuschütten zu wollen. Genauigkeit, ja Authentizität, so wird suggeriert, ist nurmehr eine Frage der Daten. Jüngst fühlte sich die Koldewey-Gesellschaft zu einer Stellungnahme genötigt, in der es zu Recht heißt, unreflektierte Rekonstruktionen würden suggerieren, „man könne mittels digital erzeugter Reproduktionen, wie etwa 3D-Plots, alles wiedererstehen lassen, was irgendwann einmal von irgendwem zerstört wurde, und die digital erzeugte Kopie sei ein vollwertiger Ersatz für das verlorene Original. (...) Digital oder auf anderem Wege erzeugte Kopien entwerten das Original und kaschieren dessen unwiederbringlichen Verlust als historisches Dokument und als Forschungsgegenstand.“<sup>13</sup>

Dass Technik und Wissenschaft, Presse und Politik im Zeichen des Digitalen ganz neue Allianzen eingehen, wurde wieder deutlich angesichts der Zerstörungen in Palmyra (Tadmur, Irak) durch den sogenannten Islamischen Staat (ISIS). Kaum war der Rauch der Explosionen verzogen, wurden Forderungen laut, die verlorenen Monumente mithilfe digitaler Techniken zu reproduzieren. Publikumswirksam enthüllte der damalige Londoner Bürgermeister Boris Johnson im April 2016 eine Reproduktion des berühmten Triumphbogens des Baaltempels, der nach der Einnahme durch den ISIS systematisch zerstört worden war (Abb. 2 und 3). Diesen Konflikt begreifen inzwischen offenbar beide Seiten als Krieg der Symbole: Der ISIS zerstört mit großem Medienecho „heidnische“ Tempel, die von der UNESCO als Welterbe gelistet sind. Und der Westen schießt zurück: „Armed with a 3D printer and a computer-guided stonecutter, cultural heritage advocates are taking on the jackhammers of the Islamic State and its destructive ideology.“<sup>14</sup> Roger Michel, Geschäftsführer des für die Rekonstruktion verantwortlichen Institute for Digital Archaeology (IDA), zeigt sich zufrieden damit, dass London erste Station der (dann durch mehrere Länder tourenden) Replik ist, weil auch diese Stadt nach dem Zweiten Weltkrieg wiederaufgebaut worden sei, und unterstreicht gegenüber der BBC die politische Bedeutung der Mission: „Anybody who appreciates free speech would understand, why recreating the arch is so important. [...] This is about censorship

[...]. If there are folks in the world who want to delete things from the historical record, they need to be restored. It's as simple as that.“<sup>15</sup> Bemerkenswert ist, dass der Geschäftsführer des rührigen IDA nicht nur die Unterschiede zwischen restoration, replica oder reconstruction nivelliert,<sup>16</sup> sondern dass es ihm um eine „simple“ Gleichung geht: auf den durch die Feinde erlittenen Verlust (passenderweise als Löschung, delete, bezeichnet), folgt das „restore“, so wie bei einer versehentlich gelöschten file auf der Festplatte.

### Affinität zur Kopie

Die gesamte Presse wies in Zusammenhang mit der Errichtung des Bogens auf den Einsatz der 3D-Technologie hin: „The 5.5 m-high replica was made by machines carving the stone to the exact shape and design of the original arch, based on 3D photographs.“ Diese Hinweise zeugen einerseits von der großen Faszination, die von den neuen Techniken ausgeht. Die Hinweise auf das Digitale sollen die Kopie darüber hinaus aber auch ganz im Sinne des IDA als gültig qualifizieren und als genau, naturgetreu, als authentisch beglaubigen. „The printer didn't reprint a pristine version of the arch; the model includes all the chips and age lines of the arch as it existed in 2015, making the model an exact replica of the one that was destroyed – flawed by nature and time, but not people.“<sup>17</sup> Dass diese Behauptung falsch ist, hat Ulrike Wulf-Rheidt klargestellt (vgl. ihren Beitrag in diesem Band). Zwar sind einige markante Elemente, wie der verschobene Bogenstein in die Rekonstruktion übernommen worden, bereits die Durchformung der Kapitelle geht aber kaum über eine grobe und vereinfachende Wiederholung hinaus. Auch der Hinweis, der Bogen sei mithilfe eines 3D-Druckers hergestellt worden, ist zumindest irreführend. Denn die Kopie wurde ganz konventionell – in Italien – und unter Einsatz von digital gesteuerten Fräsen aus Marmor geschnitten.<sup>18</sup> Dass der Marmor aus Ägypten stammt und nicht die richtige Farbe hat, macht die Sache nicht besser. Auch dass es sich zudem um eine deutlich verkleinerte Nachbildung handelt, und nur der Mittelteil des Triumphbogens reproduziert wurde, all dies wird von den meisten Quellen unterschlagen.

Sicherlich ist die Rekonstruktionsdebatte damit nicht beendet; auch in London gab es kritische Fragen, ob mit einer Kopie nicht Wesentliches verloren geht.<sup>19</sup> Sprechend ist dieses an und für sich recht belanglose Beispiel aber darin, dass



Abb. 3: Palmyra, sogenannter Triumphbogen des Baaltempels

es die enge Bindung, die das Digitale zu der international grassierenden Rekonstruktionswelle hat, offenbart. Einerseits erleichtern die digitalen Techniken die Rekonstruktion beträchtlich, in vielen Fällen ermöglichen sie sie erst. Das geht von der Erfassung, der Herstellung von 3D-Modellen über die Bewerbung bis hin zu der computergestützten Herstellung oder neuerdings dem 3D-Print. Ohne den Einsatz von computergesteuerten Fräsen, die den teuren Einsatz von spezialisierten Steinmetzen überflüssig machen, wären weder das Berliner Schloss noch das Potsdamer wieder in ihren „historischen“ Fassaden hergestellt worden, es sei denn, der Potsdamer Schloss-Sponsor und Gründer des Softwareunternehmens Hasso Plattner (der seine Privatsammlung nun gegenüber des Potsdamer Schlosses im schon genannten Palazzo Barberini zeigt) hätte noch einige Millionen obendrauf gelegt. An dem Londoner Beispiel wird aber auch deutlich, dass dem Digitalen eine innere Affinität zur Rekonstruktion innewohnt. Das Digitale in seiner binären Abstraktion ist der Inbegriff des Reproduzierbaren; seine Leistungsfähigkeit besteht eben gerade in der

Übersetzung aller Informationen in einen binären Code, der ihre verlustfreie Speicherung und Kopie ermöglicht.

### **Das Denkmal im Zeitalter der technischen Reproduzierbarkeit**

Die Denkmalpflege muss sich im digitalen Zeitalter nicht neu erfinden. Doch auch ein „Weiter so“ scheint ausgeschlossen: in einer Zeit, deren technische Grundlage die exakte und unbegrenzte Vervielfältigung (des digitalen Codes) ist, wird sich auch der Status der analogen Objekte verändern, und damit auch die Ansprüche an die Wissenschaften, die sich mit der Tradierung dieser Objekte beschäftigen. Zwangsläufig hinkt aber die Reflektion der technologischen Entwicklung hinterher. In einer vergleichbaren medialen Umbruchszeit, als die Fotografie die technische Reproduktion von Kunstwerken in vormals ungeahnter Genauigkeit und Mühelosigkeit ermöglichte, hat Walter Benjamin versucht, die Folgen dieses Umbruchs auszuloten, und es lohnt sich, seine Grundgedanken noch einmal in Erinnerung zu rufen.<sup>20</sup> 1936 sah Benjamin

das Aufkommen der technischen Massenreproduktion durch Foto und Film durchaus als eine ambivalente Entwicklung an. Zum einen sah er einen Verlust der Aura des Kunstwerks voraus, das seinen Wert aus seiner Echtheit, seiner Einmaligkeit im Hier und Jetzt beziehe. Diese Prognose hat sich bedingt bewahrheitet. Wenn wir heute einen der touristischen Hot-Spots besuchen, die, wie etwa der Schiefe Turm von Pisa, durch Reproduktionen allgegenwärtig sind, stehen vor dem eigentlichen Erleben tausende technisch erzeugte Bilder und formatieren seine Rezeption in gewisser Weise vor; ohne Zweifel ist so die Aura des Monuments geschwächt. Andererseits ist der Kult des Authentischen, der Heritage-Boom, die Begeisterung für analoge Uhren und echte Kunstwerke, ist all dies auch eine Reaktion auf die Möglichkeit der technischen Reproduzierbarkeit, die so eine Aufwertung des Einmaligen, Unwiederholbaren bewirkt hat. Dass sich alle mehr denn je vor dem Schiefen Turm fotografieren, bezeugt doch den Wunsch, diese herausgehobene Situation (der wirklichen, leibhaftigen Präsenz vor dem echten Monument in seiner Materialität) zu dokumentieren. Die endlose Vervielfältigung hat die Aura des Originals, seinen Fetisch-Charakter so auch verstärkt und zementiert.

Die IT-Technologie wirft nun in Bezug auf die Frage nach Original und Reproduktion viel grundsätzlichere Probleme auf als die Fotografie. Noch sind die Differenzen zwischen „analogem Original“ und „digitalen Simulationen“ bei weitem nicht eingeebnet, trotz Augmented Reality und virtuellen Welten. Es ist auch weniger eine Ununterscheidbarkeit von Original und Simulation, die im digitalen Zeitalter droht, sondern, wie Jean Baudrillard es vorausgesagt hat, dass diese Unterscheidung an Relevanz verliert.<sup>21</sup> Und dies zeichnet sich tatsächlich bereits ab. Für die Denkmalpflege und bis zu einem gewissen Grad auch für den Tourismus sind das Authentische (das Gewordene, nicht Gemachte) noch ein wichtiger Bezugspunkt und emotionaler Anker – und sei es als Illusion. Für viele soziale Praktiken hat diese Unterscheidung an Relevanz verloren: in den Tiefen des Netzes ist alles eingebettet in einen Fluss der Zeichen und Bilder.

Und noch eine zweite Konsequenz hat Benjamin aus der technischen Reproduzierbarkeit abgeleitet, die verstärkt auch für das digitale Zeitalter gilt, nämlich eine Veränderung der kollektiven Wahrnehmung. Fotografie und Film etablierten in seinen Augen eine neue, kollektive Ästhetik. In dieser neuen Ästhetik sah er durchaus emanzipatorisches Potential, ähnlich wie es heute radikal-demokratische Utopisten dem WorldWideWeb zuweisen; aber Benjamin erkannte auch die Gefahr der totalen Manipulierbarkeit, wie es der aufziehende Faschismus exemplarisch vor Augen führte, und wie es in dem Verschwimmen von fact und fake heute wieder an Aktualität gewonnen hat.

## Abbildungsnachweis

- 1 Unbekannter Künstler nach Vermeer, 2012  
<http://tumblr.austinkleon.com/post/41368831590>
- 2 Justin Tallis, AFP/Getty Images, April 2016  
<https://architexturez.net/pst/az-cf-179083-1464691741>
- 3 Bernard Gagnon, November 2010  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/21/Palmyra\\_-\\_Monumental\\_Arch.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/21/Palmyra_-_Monumental_Arch.jpg)

## Anmerkungen

- 1 Vgl. Löw, Martina / Stollmann, Jörg: Modernes Erbe. Über Melancholie und Kälte in Smart-City-Entwürfen und Stadtvisionen, in: Neue Gesellschaft / Frankfurter Hefte, 64. Jg., H. 4, 2017 [im Erscheinen].
- 2 [https://de.wikipedia.org/wiki/Digitale\\_Revolution](https://de.wikipedia.org/wiki/Digitale_Revolution) (01.02.2017).
- 3 Vgl. [http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL\\_ID=17721&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=17721&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html) (01.02.2017).
- 4 Vgl. Hess, Mona: A metric test object informed by user requirements for better 3D recording of cultural heritage artefacts, Diss. London 2015, online abrufbar unter: <http://discovery.ucl.ac.uk/1471114/> (01.02.2017).
- 5 Vgl. [www.uni-bamberg.de/bauforschung/forschung/projekte/bamberger-dom/der-bamberger-dom-digital/](http://www.uni-bamberg.de/bauforschung/forschung/projekte/bamberger-dom/der-bamberger-dom-digital/) (01.02.2017).
- 6 Vgl. Breitling, Stefan / Buba, Martin / Fuhrmann, Jan: Building Knowledge Spaces – Scientific Reconstruction and Modeling of the Medieval City of Bamberg, in: Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife. Virtual Reconstruction between Science and Media, PALATIUM e-Publication, Bd. 3, hg. v. Stephan Hoppe / Stefan Breitling, München 2016, S. 201–208.
- 7 Vgl. Pfarr-Harfst, Mieke / Grellert, Marc: The Reconstruction – Argumentation Method. Proposal for a Minimum Standard of Documentation in the Context of Virtual Reconstructions, in: Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection. 6th International Conference, EuroMed 2016, Nicosia, Cyprus, October 31–November 5, 2016. Proceedings, hg. v. Marinos Ioannides et al., Bd. 1, Cham 2016, S. 39–49.
- 8 Vgl. Vinken, Gerhard: Unstillbarer Hunger nach Echtem. Frankfurts neue Altstadt zwischen Rekonstruktion und Themenarchitektur, in: Forum Stadt. Zeitschrift für Stadtgeschichte, Stadtsoziologie, Denkmalpflege und Stadtentwicklung, 40. Jg., H. 2, 2013, S. 119–136.
- 9 Vgl. Vinken, Gerhard: Im Namen der Altstadt. Stadtplanung zwischen Modernisierung und Identitätspolitik. Einführung in eine wechselhafte Geschichte, in: Produkt Altstadt. Historische Stadtzentren in Städtebau und Denkmalpflege, hg. v. Carmen M. Enss / Gerhard Vinken, Bielefeld 2016, S. 9–26.
- 10 Vgl. Zinkant, Kathrin: Unbekanntes Tagebuch Humboldts schildert Gräuelpolitik der Sklaverei, in: Süddeutsche Zeitung, 26. September 2016, online abrufbar unter: [www.sueddeutsche.de/wissen/kuba-unbekanntes-tagebuch-humboldts-schildert-graueuel-der-sklaverei-1.3175136](http://www.sueddeutsche.de/wissen/kuba-unbekanntes-tagebuch-humboldts-schildert-graueuel-der-sklaverei-1.3175136) (01.02.2017).
- 11 Ein Beispiel mag dienen: [www.praehistorische-archaeologie.de/thema/digitale-dokumentationsmethoden/structure-from-motion-open-source-visual-sfm/](http://www.praehistorische-archaeologie.de/thema/digitale-dokumentationsmethoden/structure-from-motion-open-source-visual-sfm/) (01.02.2017).
- 12 Vgl. <http://whc.unesco.org/en/list/30> (01.02.2017).
- 13 Zitiert nach [www.koldewey-gesellschaft.de/fileadmin/user\\_upload/KG-HV\\_2016\\_Statement.pdf](http://www.koldewey-gesellschaft.de/fileadmin/user_upload/KG-HV_2016_Statement.pdf) (01.02.2017). Weitere Fundstellen zu den aktuellen Diskussionen um Palmyra unter [www.koldewey-gesellschaft.de/de/aktuell/allgemeine-hinweise.html](http://www.koldewey-gesellschaft.de/de/aktuell/allgemeine-hinweise.html) (01.02.2017).
- 14 Deborah Amos, am 18.04.2016: [www.npr.org/sections/parallels/2016/04/18/474686269/palmyras-ancient-arch-destroyed-by-isis-to-rise-again-in-london](http://www.npr.org/sections/parallels/2016/04/18/474686269/palmyras-ancient-arch-destroyed-by-isis-to-rise-again-in-london) (01.02.2017).
- 15 [www.dezeen.com/2016/04/21/palmyra-arch-syria-landmark-replica-erected-trafalgar-square-london/](http://www.dezeen.com/2016/04/21/palmyra-arch-syria-landmark-replica-erected-trafalgar-square-london/) (01.02.2017).
- 16 „Überall auf der Welt besuchen wir rekonstruierte Sehenswürdigkeiten. Ob auf Sizilien, oder aber in Pompeji. Wenn morgen jemand im Louvre die Mona Lisa mit einem Messer schlitzt, dann wandert sie doch auch sofort in die Restauration.“ Roger Michels, zitiert nach [www.welt.de vom 20.04.2016: www.welt.de/wissenschaft/article154542529/Umstrittene-Rueckkehr-des-zerstoerten-Triumphbogens.html](http://www.welt.de vom 20.04.2016: www.welt.de/wissenschaft/article154542529/Umstrittene-Rueckkehr-des-zerstoerten-Triumphbogens.html) (01.02.2017).
- 17 Alle Infos: <http://digitalarchaeology.org.uk/media/> (01.02.2017).
- 18 Vgl. <http://digitalarchaeology.org.uk/media/> (01.02.2017).
- 19 „Rebuilding also fails to redress the loss caused by the extensive looting of the site, focusing only on the dramatically destroyed monuments. Perhaps most importantly, its worth asking whether returning Palmyra exactly to its pre-conflict state denies a major chapter of its history? There needs to be a wide-ranging discussion on the priorities for the immediate future and the nature of any future reconstruction.“ <http://qz.com/656151/can-we-3D-re-print-the-history-weve-destroyed/> (01.02.2017).
- 20 Vgl. Benjamin, Walter: Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit (Die französische Erstfassung „L'œuvre d'art à l'époque de sa reproduction mécanisée“ erschienen in der Zeitschrift für Sozialforschung, Jg. 5, 1936, S. 40–68), in: Ders.: Gesammelte Schriften, hg. v. Rolf Tiedermann / Hermann Schweppenhäuser, Bd. 1: Abhandlungen, Teilbd. 2, Frankfurt/Main 1980, S. 471–508.
- 21 Vgl. Baudrillard, Jean: Hyperreal und imaginär, in: Baudrillard, Jean: Agonie des Realen, Berlin 1978, S. 24–26.

## Digitalisierung als neue Denkmalpflege?

Kritische Anmerkungen zum Tagungsthema

HANS-RUDOLF MEIER

Die Digitalisierung und ihre Folgen kann als Tagungsthema inzwischen auch in den Geistes- und Kulturwissenschaften keinen Originalitätsanspruch mehr beanspruchen: Veranstaltungen, Publikationen und Ausschreibungen zu den ‚Digital Humanities‘ und gerade auch zur Digitalisierung des Kulturerbes sind in den letzten Jahren kaum noch zu überblicken. Das hat mit den Möglichkeiten und Herausforderungen der Technik, den damit verbundenen Erwartungen und Wünschen, vielleicht aber mehr noch mit den vergleichsweise üppigen Mitteln zu tun, die in diesem Bereich gegenwärtig verfügbar sind.<sup>1</sup> Es kann daher nicht erstaunen, dass neue, andere Akteure auftauchen, die mit unserem Fach und seinen Diskursen bis dato wenig vertraut sind. Das wird zweifellos auf unser Tun zurückwirken

und unsere künftige Agenda mitbestimmen. Schon jetzt kommt es zu merkwürdigen Umdeutungen, die mit dem Fluidum des Neuen als zeitgemäße Lösungen erscheinen. Das ist nicht auf das populäre Milieu der breiten Öffentlichkeit beschränkt, sondern erfasst auch traditionsreiche Institutionen des Bewahrens: So präsentierte eine vom Victoria and Albert Museum organisierte und von Brendam Cormier kuratierte Sonderausstellung an der Architekturbiennale 2016 im Arsenal in Venedig unter dem Titel ‚A World of Fragile Parts‘ Möglichkeiten digital unterstützter 3D-Reproduktionen, gipfelnd im ebenso euphorischen wie irritierenden Diktum ‚Copy is the new preservation‘<sup>2</sup> (Abb. 1). Möglicherweise bot die zu dieser Ausstellung begleitend durchgeführte (1600 Euro teure) Sum-

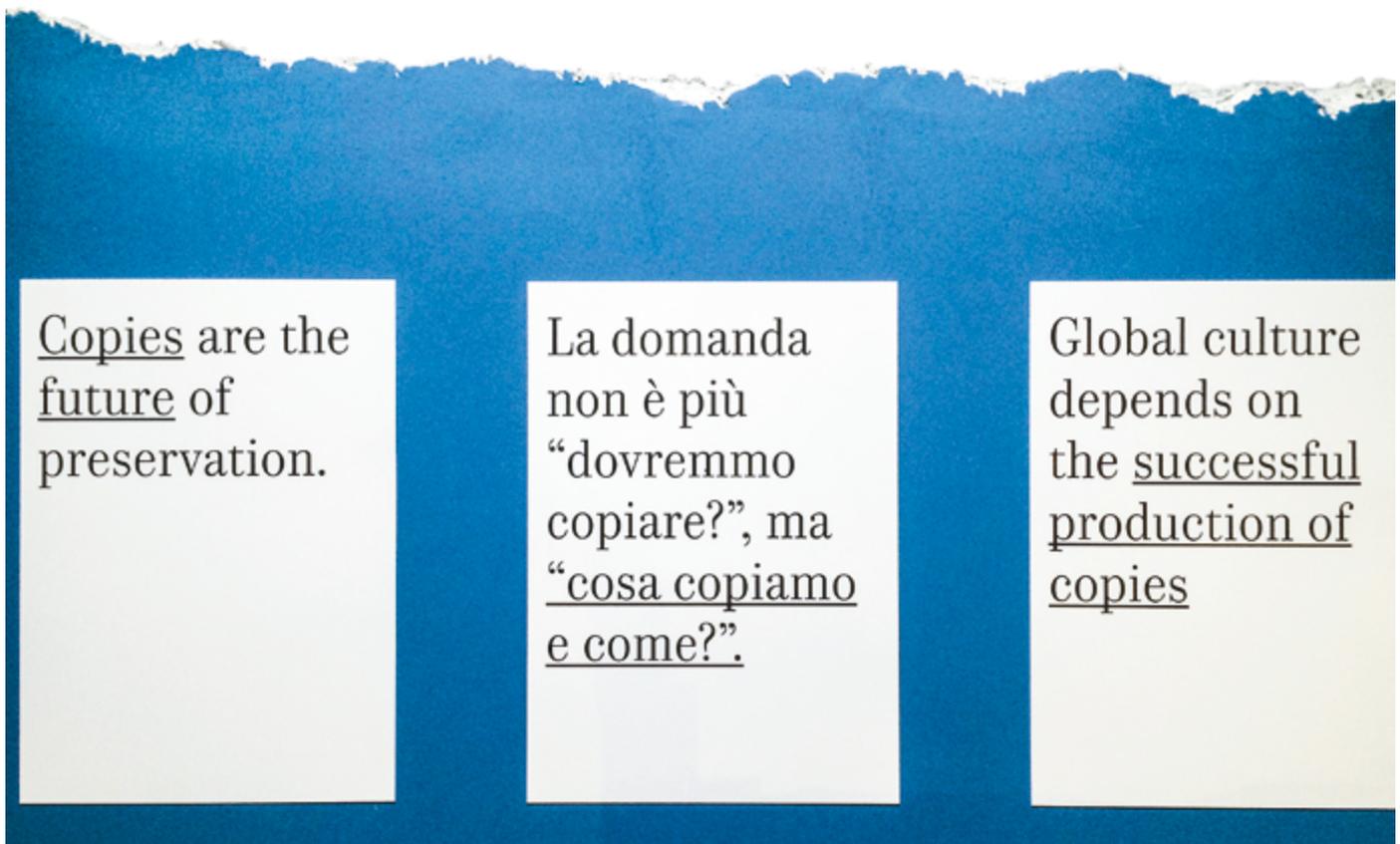


Abb. 1: ‚A World of Fragile Parts‘: Sonderausstellung des Victoria and Albert Museum London an der Architekturbiennale 2016 in Venedig mit markigen Sprüchen zum Kopieren im 3D-Zeitalter



Abb. 2: Institute for Digital Archaeology, 3D-Plot eines Bogensegments vom Hadrianstor in Palmyra für den Trafalgar Square in London, 2016, ausgestellt an der Architekturbiennale 2016 in Venedig

mer School ‚Cognitive Adventures in the Digital Age: The Future of Creation and Preservation‘ Raum für kritische Reflexionen des Mottos – in der Ausstellung selber fehlten solche Überlegungen hingegen vollständig.

Thematisiert wurden in der Ausstellung unter anderem die Zerstörungen antiker Monumente in Palmyra durch den IS. Das in diesem Kontext gezeigte computergenerierte Faksimile eines Bogenteils des Hadrianstores (Abb. 2) konnte bereits wegen der höchst zweifelhaften Qualität der Steinbearbeitung nicht überzeugen, die vermutlich symptomatisch ist für die schnelle und im wörtlichen Sinne oberflächliche Technik. Angesichts des gleichzeitig aus dem Kriegsgebiet – beispielsweise aus Aleppo – Berichteten, erscheint es geradezu zynisch, schon jetzt 3D-Rekonstruktionen als technikgenerierte Lösung anzubieten, ohne dass die Menschen vor Ort und die syrischen Experten die Möglichkeit haben, über den angemessenen Umgang auch mit den baukulturellen Opfern des Krieges nachzudenken und darüber zu diskutieren. Das Ganze zur „Kämpferischen Reproduktion“ zu erklären, wie dies Horst Bredekamp macht, mag zwar in der Logik seiner Theorie des „substitutiven Bildakts“ eine gewisse argumentative Evidenz haben, doch blendet auch Bredekamp die Nachkriegsakteure vollständig aus und erklärt Palmyra kurzerhand zum herausragenden „Zeichen (...) [mit einem] erhöhten symbolischen Wert“, bei

dem sich die Bedenken gegen Rekonstruktionen in ihr Gegenteil verkehrten.<sup>3</sup> Die Möglichkeit zur Reproduktion sei durch die archäologischen Kenntnisse gegeben, was allerdings die Archäologin Ulrike Wulf-Rheidt sehr viel kritischer bewertet.<sup>4</sup> Weniger die archäologische Wissenschaft und deren Erkenntnisse als die digitalen Techniken scheinen Bredekamps Postulat zu beflügeln.

Einen Schritt weiter gehen die Phantasmen, die angesichts von ‚Big Data‘ und den diese rasend schnell durchforstenden Algorithmen sogar ‚the end of theory‘ verkünden, weil die Datenfülle wissenschaftliche Methoden überflüssig mache.<sup>5</sup> Die Argumentation ist zwar wenig stringent, doch fragt der Physiker und Philosoph Marco Wehr besorgt, ob der Trend dahin überhaupt noch aufzuhalten sei: „Eine vom Datennebel schon ganz benommene Wissenschaft“ sei „drauf und dran, die Tugend des Nachdenkens zu verlernen.“<sup>6</sup> Dem müsse man „die lästige Widerständigkeit des Wirklichen“ entgegenzusetzen, die u.a. „die seriöse Wissenschaft zu einem so zeitraubenden und anstrengenden Unterfangen“ mache.<sup>7</sup>

In leidenschaftlichen Plädoyers für die Aufklärung warnt auch Harald Welzer vor der digitalen Euphorie.<sup>8</sup> Die Digitalisierung löse kein einziges der großen Menschheitsprobleme. Wer Digitalisierung, Klimawandel, Finanzmarktkrise, Krieg und wachsende soziale Ungerechtigkeit getrennt betrachte

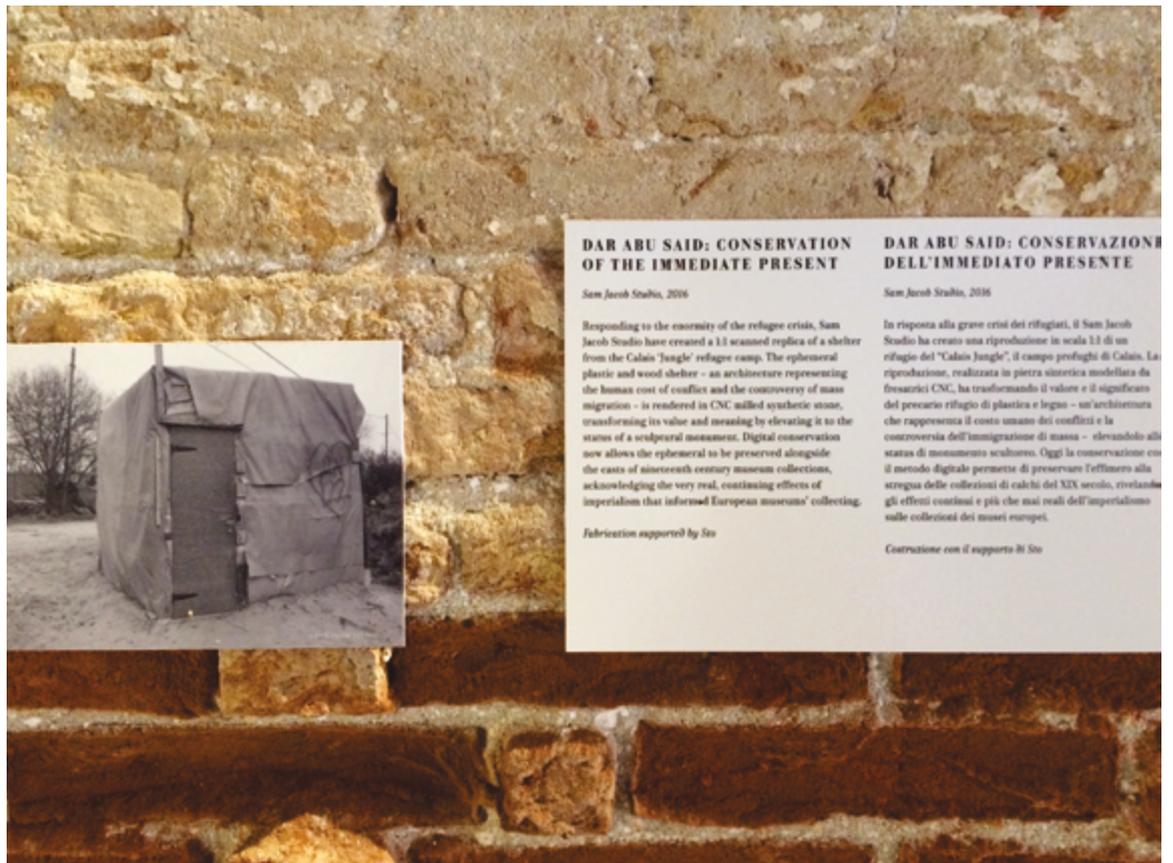


Abb. 3 und 4: Venedig, Architekturbieniale 2016, Sam Jacob Studio: Dar Abu Said, Konservierung der unmittelbaren Gegenwart. Die ephemere Baute – eine Hütte aus dem Flüchtlingscamp in Calais – wird durch die Digitalisierung und die 3D-Reproduktion zum Monument.



oder gar lösen wolle, sei unpolitisch. Das Digitale sei fossil, verbrauche die digitale Welt doch enorm Energie und Ressourcen.<sup>9</sup> Sie verbrenne genauso Zukunft wie jede fossile Wirtschaft, befördere den Klimawandel, die soziale Ungerechtigkeit sowie die Freiheitsberaubung und Machtverschiebung hin zu totalitären Wirtschafts- und Staatsregimes. Sie sei auch im metaphorischen Sinne fossil, bedeute sie doch keinen Paradigmenwechsel, sondern die Perpetuierung des ‚Business as usual‘, also der expansiven Gesellschaft und Wirtschaft. „Was wir bislang fatalerweise getan haben, [werde] noch weiter beschleunigt: also Aufwandserhöhung, Energieverbrauch, Konsum, Hyperkonsum, Verkürzung von Produktzyklen (...) und so weiter.“<sup>10</sup> Das einzige Smarte an der Digitalisierung sei, dass sie ihre Grundlagen verberge – dieselben wie in der übrigen Wirtschaft auch: Auslagerung der sozialen und ökologischen Kosten auf die arme Bevölkerung in fernen Ländern.

Man kann diese Grundsatzkritik für kulturpessimistisch und überzogen halten, und gewiss muss man weder Welzers „Gebrauchsanweisung zur Erzeugung von Systemstörung“<sup>11</sup> folgen, noch ein Ende der Theorie oder die „systematische Selbstentmächtigung moderner Gesellschaften durch mathematische Modelle“<sup>12</sup> fürchten. Allerdings enthält diese Grundkritik fundamentale Fragen, die mit zu bedenken sind, wenn wir als Wissenschaftler – und damit zur Kritik befähigt und verpflichtet – über die zweifellos großartigen Möglichkeiten sprechen, welche die Digitalisierung zur Visualisierung, Dokumentierung und zum Erkenntnisgewinn im Zusammenhang mit Baudenkmalen bietet. Und sie ist auch dann mitzudenken, wenn wir dankbar erstaunt nach dem neuen Geldsegen greifen, der unser Fach zumindest streift. Denn unsere Kernkompetenzen liegen nun mal im Erkennen und Bewahren der keineswegs nur „lästige[n] Widerständigkeit des Wirklichen“<sup>13</sup>.

## Abbildungsnachweis

1–4 Hans-Rudolf Meier

## Anmerkungen

- 1 Ausschreibungen mit explizitem Reflexionsbezug sind selten; vgl. jüngst [www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1326.html](http://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1326.html) (22.02.2017).
- 2 [www.labiennale.org/en/architecture/archive/15th-exhibition/special-projects/parts.html](http://www.labiennale.org/en/architecture/archive/15th-exhibition/special-projects/parts.html); [www.vam.ac.uk/info/venice-architecture-biennale](http://www.vam.ac.uk/info/venice-architecture-biennale) (02.03.2017).
- 3 Bredekamp, Horst: Das Beispiel Palmyra, Köln 2016, S. 9, 30.
- 4 Vgl. Beitrag von Ulrike Wulf-Rheidt in diesem Band.
- 5 Anderson, Chris: The End of Theory: The Data Deluge makes the Scientific Method obsolete, in: *Wired*, 23.06.2008, [www.wired.com/2008/06/pb-theory/](http://www.wired.com/2008/06/pb-theory/) (02.03.2017).
- 6 Wehr, Marco: Das wusste unser Lehrer aber besser, in: *FAZ*, 09.02.2016; [www.faz.net/aktuell/feuilleton/debatten/die-digital-debatte/wie-die-wissenschaft-das-nachdenken-verlernt-14059183.html?printPagedArticle=true#pageIndex\\_2](http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/debatten/die-digital-debatte/wie-die-wissenschaft-das-nachdenken-verlernt-14059183.html?printPagedArticle=true#pageIndex_2) (02.03.2017).
- 7 Ebd.
- 8 Unfried, Peter: Werft Euer iPhone weg! Digitalisierung und Politik, in: *taz* am Wochenende 30.04.2016; Welzer, Harald: Die smarte Diktatur. Der Angriff auf unsere Freiheit, Frankfurt/Main 2016, 15ff.
- 9 Ebd., S. 59ff.
- 10 Welzer, Harald: Eine emphatische Welt? Gesellschaft und Verantwortung, in: *Der Architekt* 2017/1, S. 30–38, hier: S. 34.
- 11 Welzer (wie Anm. 8), S. 279ff.
- 12 Schirrmacher, Frank: Plötzlich sind wir alle Zuschauer. Macht der Simulation, in: *FAZ* 19.04.2010, <http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/debatten/digitales-denken/macht-der-simulation-ploetzlich-sind-wir-alle-zuschauer-1971485.html> (02.03.2017).
- 13 Siehe Anm. 2.

# Die Denkmalpflege und das Digitale

JOHANNA BLOKKER

---

## ZUSAMMENFASSUNG

Die explosionsartige Entwicklung und Verbreitung digitaler Technologien und Medien in den letzten Jahren und die Fülle an Möglichkeiten zum Informationsaustausch haben nicht nur unsere gesellschaftlichen Beziehungen grundsätzlich geändert, sondern auch Auswirkungen auf unser Verhältnis zur Geschichte und ihren baulichen Artefakten gehabt. Die Folgen dieser Entwicklungen für die Denkmale und die Denkmalpflege machen sich zunehmend bemerkbar: So wird das Erbe auf plakative äußerliche Erscheinungsbilder reduziert, die Unentbehrlichkeit des Denkmals als ‚Substrat‘ für das Empfinden historischer Werte in Frage gestellt und selbst das Kernkonzept der Authentizität ins Schwanken gebracht. Damit stellen sich dringende Fragen: Was wird aus dem Denkmal im digitalen Zeitalter? Wie fährt man fort in eine Zukunft, in der die Digitalisierung als höchste Priorität auch im Bereich des kulturellen Erbes identifiziert wird? Im Beitrag werden einige mögliche Konsequenzen des Digitalisierungstrends in der Denkmalpflege vorgestellt. Die klaren Vorteile, die digitale Werkzeuge und Techniken bieten, werden abgewogen gegen die ernstzunehmenden konzeptuellen Probleme, vor denen sie die Disziplin stellen. Schließlich wird die Position vertreten, dass wenn das Erbe nicht nur Mangel kompensieren, sondern der Gesellschaft als Ressource für Alternativen zu heutigen Gegebenheiten dienen soll, die Denkmalpflege eine bewusste und grundsätzlich skeptische Haltung gegenüber der Digitalität einnehmen muss. Und möglicherweise muss sie mehr anstatt weniger Energie in die Pflege analoger und materieller, sprich nicht-manipulierbarer, immer wieder befragbarer und aufgrund ihrer Vergänglichkeit auch ungleich kostbarer Denkmalsobjekte investieren.

### **Digitality is with us**

Seit Jean Baudrillard Anfang der 80er Jahre feststellte „Digitality is with us“, ist eine ganze Generation

im sogenannten digitalen Zeitalter aufgewachsen.<sup>1</sup> Das sind Jahrzehnte beeindruckender Entwicklungen gewesen; Entwicklungen, die unser Leben bereits in vielfacher Form verändert haben und dies auch weiterhin und mit stets wachsender Geschwindigkeit tun. Es ist eine wirklich aufregende Zeit, in der wir heute leben: Mit jedem neuen technologischen Fortschritt scheint sich ein neuer Bereich von „blendenden Möglichkeiten“ aufzutun.<sup>2</sup>

Die ersten Theoretiker der Digitalität – Baudrillard, Eco, McLuhan, Postman – spekulierten darüber, was diese Möglichkeiten wohl sein mögen: Ihre Schriften enthielten viele Verheißungen, doch gleichzeitig auch viele Warnungen im Hinblick auf die ‚Schöne neue Welt‘ der digitalen Zukunft.<sup>3</sup>

Auch in der Denkmalpflege gilt ‚Digitality is with us‘, und auch in unserem Fachgebiet sind die Möglichkeiten ‚blendend‘. Doch bevor wir uns blenden lassen, ist es wichtig für uns, genau wie für den Rest der Gesellschaft, uns darüber Gedanken zu machen, was das mit der Digitalität eigentlich bedeutet, was ihre philosophischen wie auch ihre praktischen Auswirkungen sind. Denn wir müssen uns darüber im Klaren sein: Wenn es durch die Übernahme der Digitalität in der Denkmalpflege viel zu gewinnen gibt, so gibt es doch auch viel zu verlieren, wenn man sie sich unreflektiert zu eigen macht – tatsächlich, so meine ich, könnte man dabei sogar alles verspielen.

Was nun folgt, ist eine Einladung zum kurzen Innehalten auf der Flucht in die digitale Zukunft, die unser Fachgebiet zusammen mit scheinbar allen anderen Bereichen der Erfahrung mitreißt, um uns einige grundlegende Fragen zu stellen: Wozu eigentlich Digitalität in der Denkmalpflege? Sind die Veränderungen, welche die Digitalisierung für unser Fachgebiet mit sich bringt, lediglich quantitativer Natur – also mehr und schneller –, oder sind sie wirklich qualitativer Natur? Und welcher Art sind diese qualitativen Veränderungen? Führen sie uns tatsächlich in eine Richtung, die wir einschlagen wollen? Die möglichen Vorteile der Digitalisie-

rung sind unübersehbar. Aber was müssen wir auch bedenken, während wir uns vorwärtsbewegen? Wo wird es notwendig sein, mit Umsicht voranzugehen und uns gerade dann, während wir die ‚blendenden Möglichkeiten‘ der Digitalisierung ausloten, daran zu erinnern, was unsere wirklichen Ziele und Prioritäten in der Denkmalpflege sind?

### Digitalität und Authentizität

Dass Vorsicht geboten ist, liegt auf der Hand: Seit Beginn des digitalen Zeitalters haben wir mehrere problematische Entwicklungen miterlebt. Digitale Technologien, ganz besonders in der Form der elektronischen Massenmedien, haben unser Verständnis für das architektonische Erbe sowie unseren Umgang damit tiefgreifend beeinflusst (Abb. 1). In unserem Hunger nach Geschichte, in unserem unstillbaren Durst nach Differenzierung und Iden-



Abb. 1: Das digitale Zeitalter ruft eine „Neue Antike“ hervor: „Colosseum Pictures“ vom US-amerikanischen Fotokünstler Tim Davis (2009)

tität, nach Dauerhaftigkeit und Authentizität, was so charakteristisch für die Postmoderne zu sein scheint, sind wir nur zu gerne in die Flut von Bildern eingetaucht, mit der eine schnell wachsende ‚Erbe-Industrie‘ nun seit Jahrzehnten die Medienlandschaft überflutet und gesättigt hat.<sup>4</sup>

Die Auswirkungen dieser Bilderflut, dieser unbegrenzten Zugänglichkeit von Denkmälern in Form von Bildern, sind über Jahre hinweg das Thema vieler kritischer Kommentare gewesen, auch von Seiten von Mitgliedern unseres Arbeitskreises. Wir haben es beispielsweise erlebt, dass der Schwerpunkt zunehmend auf die visuellen Effekte von Bauwerken gelegt wird, und dass damit ein Wandel im Verständnis vom Denkmal als Träger einer „vielschichtigen geschichtlichen, künstlerischen und kulturellen Botschaft“<sup>5</sup> hin zu einem leicht zu-

gänglichen, schnell konsumierbaren ‚Erbeprodukt‘ einhergeht.<sup>6</sup>

In der Tat geht der Einfluss dessen, was die „Visualisierung der Kultur“<sup>7</sup> genannt wird, inzwischen weit über die „Vereinfachung komplexer historischer Umstände“, weit über die „Homogenisierung“ und „Trivialisierung“, die vielfach bemängelt worden ist, hinaus.<sup>8</sup> Denn in unserer Welt von Snap-Chat, YouTube und Instagram sind Bilder mehr als nur passiv allgegenwärtig; sie sind selbst eine aktive soziale Kraft. Diese Bilder, die von der Erbe-Industrie eingesetzt und ad infinitum durch Erbe-„Konsumenten“ reproduziert werden, formen nicht nur unsere Erwartungen und Ansprüche an der historischen Umgebung, sondern sie produzieren in zunehmendem Maße auch das Denkmalobjekt selbst. Um Baudrillards Analogie aufzugreifen: Im Bereich der Denkmäler ist es heute „die Landkarte, welche die Landschaft hervorbringt.“<sup>9</sup>

Dieses Verwischen der Grenze zwischen Medium und Objekt, diese Fluidität in der Beziehung zwischen unseren technischen Mitteln und den Zielen, für die wir sie einsetzen, fordert ganz offenkundig die vorhandenen Denkschemata unseres Fachgebietes heraus. Und dies umso mehr, wenn wir über die simple Visualisierung der Kultur hinausgehen, um ihre ‚Digitalisierung‘, um die Auflösung der Kultur in Daten, zu betrachten.

Die drängendste Herausforderung, vor die uns diese Entwicklung stellt, gilt für das Kernprinzip der Authentizität, oder der Echtheit, wie es in der deutschen Fassung des Nara-Dokumentes von ICOMOS auch heißt.<sup>10</sup> Denn wenn die „Informationsquellen zum Wert“ (Artikel 9) von kulturellem Erbe, und in zunehmendem Maße auch die Objekte des Kulturerbes selbst, aus Daten bestehen – Daten, die ihrer Natur nach frei verfügbar und manipulierbar sind, die umstrukturiert, neu kombiniert und wieder anders zusammengefügt werden können –, dann verlieren „Glaubwürdigkeit und Verlässlichkeit“ (ebenda) ihre Anwendbarkeit als Kriterien für die Beurteilung von Authentizität. Was uns stattdessen bleibt, ist nur noch ein größeres oder geringeres Maß an Überzeugungskraft.

Es ist eine Situation, welcher sich Baudrillard bereits bewusst war: Aufbauend auf Walter Benjamin wies er darauf hin, dass die perfekte und unbegrenzte Reproduzierbarkeit bereits den „Unterschied zwischen ‚wahr‘ und ‚falsch‘, ‚real‘ und ‚imaginär‘“ untergrabe und schließlich ganz und gar verschwinden lassen würde.<sup>11</sup> Heute würde so

mancher sagen, dass dieser Vorgang abgeschlossen ist. So schreibt der Medienwissenschaftler Bernhard Serexhe beispielsweise mit Bezug auf Baudenkmal:er:

*„[D]ie traditionellen Wirklichkeits-Konzepte [sind schon lange] ins Wanken geraten ... [S]eit der durchgreifenden Digitalisierung nahezu aller unserer Lebensäußerungen ... wissen [wir] nicht mehr, was echt und wahr ist und können insbesondere bei der Begegnung mit historischen Gegenständen schon lange nicht mehr unterscheiden, ob es sich um den authentischen Gegenstand, um eine wohlmeinende restauratorische Nachschöpfung, eine augentäuschende Simulation oder gar rein virtuelle Realität handelt.“<sup>12</sup>*

Und in Zukunft wird es nur noch schwerer werden, solche Unterscheidungen zu treffen. Sobald wir einmal das Ziel der kompletten virtuellen Realität im Stil des Films „Die Matrix“ (1999) erreicht haben, wird man sagen können, dass die Unterscheidung wahrhaftig bedeutungslos geworden ist. Folglich stellt Serexhe die Frage, „ob die Erfahrung des Wahren und Echten und somit die Glaubwürdigkeit der menschlichen Erfahrung überhaupt an die Erhaltung der materiellen Substanz der Gegenstände der Wahr-Nehmung gebunden ist, oder ob diese Gegenstände ohne entscheidenden Erfahrungsverlust durch ihr digitales Abbild ersetzt werden können.“<sup>13</sup>

All dies führt zu der Frage: Was machen Virtualität und Digitalität mit dem Baudenkmal, und damit auch mit der Denkmalpflege als Fachgebiet? Müssen sie nicht irgendwann sowohl das Objekt als auch das Fach obsolet machen? Und ist das etwas, worüber wir uns ernsthaft Sorgen machen müssen?

Die Gefahr scheint in der Tat mehr als nur hypothetisch zu sein. Das spiegelt sich beispielsweise unmittelbar in den Plänen für das nächste große Meilenstein-Event im Bereich der Denkmalpflege wider, das Europäische Kulturerbejahr, das für 2018 vorgesehen ist. Das zugehörige Konzeptpapier, das vom Deutschen Nationalkomitee für Denkmalschutz (DNK) im September 2015 ausgearbeitet wurde, erklärt die Digitalisierung von Kulturerbe als ein Ziel innerhalb der größeren „Digitalen Agenda für Europa“ und setzt große Hoffnungen in das Potenzial der Technologie für die Denkmalpflege in den Bereichen der Forschung und ganz besonders der Interpretation und der Kommunikation. Gleichzeitig weisen die Autoren des Konzeptpapiers vorsichtig darauf hin, dass „[d]ie Digitalisierung ... keinen Ersatz des Authentischen [bietet], sondern

... eine bessere Hinführung zum Authentischen und dessen Wertschätzung [ermöglicht].“<sup>14</sup> Ähnlich bekräftigt das Europaparlament in seinem „Integrierten Konzept für das kulturelle Erbe Europas“, dass digitale Aufzeichnungen „niemals den Zugang zu dem ursprünglichen Erbe oder die damit verbundenen sozialen Vorteile der traditionellen Formen der kulturellen Teilhabe ersetzen können“ und stellt warnend fest, dass „bei allen Möglichkeiten, die sie anbieten“, Digitalisierung und neue Technologien „nicht dazu führen sollten, dass die Konservierung der Originale vernachlässigt [wird].“<sup>15</sup>

Die Tatsache, dass solche Warnungen überhaupt formuliert werden, zeigt, dass zumindest aus Sicht des DNK und des Europäischen Parlaments, die Gefahren, die sie beschreiben, tatsächlich bestehen. In der Tat ist es so, wie Serexhe schreibt und einige von uns zweifellos erlebt haben, dass es inzwischen einfacher geworden ist, EU-Subventionen für digitale Vorhaben zu bekommen als für die Durchführung von physischen Erhaltungsmaßnahmen an den eigentlichen Denkmalobjekten. Ist dies nur eine Folge der gegenwärtigen Euphorie und Begeisterung für alles ‚digi‘? Werden wir zur Normalität zurückkehren, sobald Digitalität nicht mehr den Nimbus der Neuheit hat und wir die Aufholarbeit des Scannens und so weiter hinter uns haben? Oder ist die scheinbare Aushöhlung unserer Konzepte und die Verlagerung unserer Prioritäten ein weiteres Zeichen für einen unvermeidlichen Wandel in unserem Verständnis von kulturellem Erbe und der Art und Weise, wie wir an die Denkmalpflege herangehen?

### **Die Herausforderung des Digitalen**

Diese Fragen fordern uns auf, über die Sache in ihrer Ganzheit sorgfältig nachzudenken. Doch genau das haben wir bisher noch nicht ausreichend getan. Während digitale Technik und Technologie seit geraumer Zeit in der Denkmalpflege im Einsatz sind, so ist unser Fachbereich doch vergleichsweise spät in die sogenannten Digital Humanities eingestiegen; und jetzt, wo dies geschehen ist, scheint es so, als ob wir unbedingt mit Vollgas durchstarten wollen. Neue Kurse und Initiativen in den ‚Denkmaltechnologien‘ schießen plötzlich überall aus dem Boden, und es gibt beträchtliche staatliche Investitionen in Studiengänge der Denkmalpflege, die einen Schwerpunkt auf Technologien setzen wollen. Doch wie es die Herausgeber einer der neueren Publikationen zum Einsatz von digitalen Modellen in der Denkmal-

pflege anmerken, „existiert eine Lücke zwischen der zunehmenden Bedeutung und der Professionalisierung der visuellen Rekonstruktion des Historischen einerseits und der theoretischen Fundierung“<sup>16</sup> solcher Tätigkeiten andererseits. Tatsächlich lässt der derzeitige Trend, digitale Ansätze zu institutionalisieren, die Entwicklung einer Grundlage theoretischer Prinzipien für die Anwendung dieser Ansätze weit hinter sich. Wie in jedem neuen Gebiet muss vieles in dieser Arbeit notwendigerweise in medias res durchgeführt werden. Doch wenn das geschehen soll, wenn die neuen Programme und Initiativen mehr anstreben als nur eine größere Professionalisierung, mehr als nur einen zunehmenden Einsatz und eine Optimierung von Technologien – und das tun sie doch, oder? Warum sonst die enormen Mühen und Unkosten? – dann müssen sie sich über ihre Ziele im Klaren sein. Was wiederum bedeutet, dass wir uns noch mal fragen müssen: Zu welchem Zweck sollte Digitalisierung in der Denkmalpflege betrieben werden, und welchen Beitrag können Perspektiven aus den Digital Humanities wirklich zu unserem Fachgebiet erbringen?

Das ist eine schwierige Frage und eine, mit deren Antwort sich auch viele Fachgebiete innerhalb der Geisteswissenschaften schwertun. Denn Digital Humanities ist noch ein relativ neuer Begriff und klingt immer noch ein bisschen widersprüchlich. Schließlich ist die Art von Wissen, für deren Studium sich der Gebrauch von Computern anbietet – also Wissen, das numerisch dargestellt und algorithmisch analysiert werden kann – typischerweise nicht diejenige Art von Wissen, für das sich die Geisteswissenschaften interessieren, die ja ihren Schwerpunkt auf „Fragen nach der Ästhetik, Existenz und Bedeutung“ legen.<sup>17</sup> Methodiken, die auf Computern aufbauen, werden noch von vielen Geisteswissenschaftlern mit Misstrauen beäugt, und die Vertreter dieser Methodologien haben noch in manchen Feldern einen schweren Stand (Abb. 2).

Zum Teil wurzelt das Misstrauen im Zynismus, mit dem manche die Motive hinter diesem Drang zur Digitalisierung betrachten: Einige vermuten, dass die Übernahme von Werkzeugen und Techniken, die der Welt der Technologie und der Industrie entnommen werden, lediglich ein Versuch ist, die vermeintliche Legitimität und gesellschaftliche Relevanz dieser exakten Wissenschaften auf Bereiche zu übertragen, denen man sonst einen Mangel an diesen Qualitäten vorwerfen könnte. Gewiss ist es so, dass wir als Gesellschaft trotz – oder vielleicht

**What is/are (the)  
Digital Humanities?**  
or how I learned to stop worrying  
and love using tools built for  
marketers, warmongers, bankers,  
oilmen, scientists, gamers and cops  
to pursue humanities scholarship

Abb. 2: Digitalisierung für Widerwillige: Digital Humanities Specialist Elijah Meeks klärt mit einem Vortrag seine KollegInnen an der Stanford University in Californien auf (2013)

sogar gerade wegen? – des postmodernen Paradigmenwechsels zunehmend Zweckdienlichkeit und Funktionalität als oberstes Prinzip ansehen und unsere Ressourcen – einschließlich der Finanzmittel im Bildungsbereich – dementsprechend zuweisen. Es ist daher legitim zu fragen – wie es einige Kollegen/-innen in den Literaturwissenschaften tun –, ob „das Interesse an der Informatik eine strategische Entscheidung [darstellt]“, ob es ein „Mittel ist, um [die Geisteswissenschaften] durch die Transformation ihres Wissens und Lernens in eine Menge von Informationen – von Ergebnissen – zu verteidigen.“<sup>18</sup> Was außer Frage steht, ist dass diese Strategie aufgeht. Und es ist eindeutig, dass ‚Ergebnisse‘ ein zentrales Anliegen der groß angelegten EU-Initiativen sind, die Zuschüsse zu vergeben haben, einschließlich des Europäischen Kulturerbejahres 2018: Sie alle legen ihren Schwerpunkt gezielt auf die Maximierung des Potenzials von Denkmälern als Motoren der wirtschaftlichen Entwicklung, und alle präsentieren Digitalisierung als den Schlüssel hierzu.<sup>19</sup>

Andere Aspekte der Kritik an der Digitalisierung besonders in der Denkmalpflege richten sich auf die Fragen und Probleme, die dieser Trend auf der unmittelbaren praktischen Ebene aufwirft. Mit der Fähigkeit, immer präzisere Daten zu sammeln, geht auch die Herausforderung einher, dann diese riesigen Datenmengen in den Griff zu bekommen. An der Seite des berühmten „Engels der Geschichte“ von Benjamin müssen wir uns jetzt den bescheideneren, aber genauso verzweifelten „Bibliotheksfachmann“ von Gadamer vorstellen, der „heute sorgenvoll darüber nach[denkt], wie er die Massen von Informationen noch speichern und verwalten soll ... die jahraus, jahrein beängstigend anschwellen.“<sup>20</sup>

Nicht nur müssen diese Informationen sicher und nachhaltig gespeichert werden – was schon

eine Herausforderung an sich ist –, sie müssen auch zugänglich sein, und nicht nur zugänglich, sondern auch nutzbar. Es muss möglich sein, sie zu sortieren und einzugrenzen, Querverweise zu erstellen, und das alles so, dass dabei aussagekräftige Erkenntnisse herauskommen. Und vor allem gilt, dass diese Erkenntnisse kommunizierbar sein müssen: Sie müssen nicht nur für den Techniker und den Fachmann verständlich sein, sondern auch für den Laien oder den Fachmann aus einem anderen Fachgebiet – denn wie Gadamer uns daran erinnert: „verwalten heißt doch hier: weiterleiten“<sup>21</sup>. Aus diesen Gründen kann das Sammeln von Daten kein Selbstzweck sein, egal wie viel Macht uns unsere digitalen Werkzeuge dafür geben oder oder wie befriedigend oder existentiell beruhigend die Erfassung dieser Daten sein mag.<sup>22</sup> Sonst untergraben diese Werkzeuge eher die Kernwerte der Denkmalpflege, statt diese zu unterstützen und aufzuwerten: Kernwerte wie ihre vielgepriesene interdisziplinäre Qualität und ihren wesentlichen öffentlichen Auftrag.

Die Kommunizierung von Forschungsergebnissen ist natürlich einer der Hauptzwecke, wofür Daten in der Denkmalpflege eingesetzt werden können, beispielsweise in Form von 3D-Modellen und Darstellungen, die uns beim Verstehen und Interpretieren von Denkmalobjekten helfen. Doch auch hier gibt es Probleme, die nur dann wirkungsvoll angegangen werden können, wenn Klarheit bezüglich der Zielsetzungen herrscht. Denn wie wir wissen, ist es heutzutage möglich, Bilder und Modelle zu

generieren, die ausgesprochen ‚überzeugend‘ sind und die die Realität genauso widerzugeben scheinen wie Fotografien es tun. Mit solchen Bildern konfrontiert, besonders beispielsweise im Kontext eines Museums, scheint selbst der medienerfahrene Betrachter ihnen die gleiche „praktisch nahezu unbegrenzte Autorität“<sup>23</sup> zuzugestehen, die normalerweise Fotografien erhalten. Aus diesem Grund ist es die Pflicht der Modellgestalter, bewusste, von Prinzipien geleitete und auch nüchterne Entscheidungen bezüglich des Einsatzes von Fotorealismus zu treffen.

Eine Möglichkeit, die gerade untersucht wird, um die „wissenschaftliche Validität“<sup>24</sup> von digitalen Modellen sicherzustellen, besteht darin, „Unsicherheit zu visualisieren“; das heißt, den Grad sichtbar anzuzeigen, bis zu dem eine digitale Rekonstruktion auf verlässlichen und verifizierbaren Quellen basiert (Abb. 3).<sup>25</sup> Doch genau wie mit dem Grundsatz der ‚Unterscheidbarkeit‘ bei handwerklichen Restaurierungsarbeiten ist das Festhalten an Prinzipien nicht nur eine methodologische, sondern auch eine kulturelle Herausforderung. Denn die meisten können der Versuchung, sich die ‚blendenden Möglichkeiten‘ der fotorealistischen Modellgestaltung und der Virtuellen Realität zu Nutze zu machen, nicht widerstehen – vor allem in Anbetracht der enormen Finanzmittel, die oft mit auf dem Spiel stehen. Und der mehrmals geäußerte Vorschlag, unterschiedliche Modelle für Laien und für Forscher zu schaffen oder ein System einzurichten, bei dem zwischen „von Fachleuten genehmigten“ oder „zertifizierten“ Bildern und Modellen einerseits, und „nicht genehmigten“ oder „nicht zertifizierten“ Bildern und Modellen andererseits unterschieden werden soll<sup>26</sup> – so ein Vorschlag erscheint unrealistisch. Denn wie soll diese Unterscheidung beibehalten werden, wie sollen diese fluiden Informationsströme daran gehindert werden, sich in dem gewaltigen allgemeinen Strom der Bilder und der Daten zu vermengen, der heute rund um den Globus zirkuliert?

Vielleicht ist jedoch das größte Problem, das die ‚computational turn‘ in der Denkmalpflege mit sich bringt, genau dasselbe, dem sich die Digitalität ganz allgemein in den Geisteswissenschaften gegenüberstellt: nämlich das, was Gadamer die „begrenzte Kompetenz“ der wissenschaftlichen Methode nennen würde. Im Hinblick auf das Gebiet der Medizin bemerkte Gadamer, dass „reine medizinische Wissenschaft als solche nicht fähig ist, ihr Wissen in der Praxis anzuwenden, weil in



Abb. 3: „Visualisierte Unsicherheit“ in einer digitalen Rekonstruktion der mittelalterlichen Synagoge zu Speyer von Architectura Virtualis GmbH (2004)

der Praxis gänzlich andere Dinge – Werte, Gewohnheiten, Vorlieben und sogar persönliche Interessen – ebenfalls mit ins Spiel kommen.<sup>27</sup> Dasselbe kann offensichtlich auch im Bereich der Denkmalpflege gesagt werden: Auch hier gibt es zentralen Anliegen – Erinnerung, Bindung an den Ort, soziale Werte und ihr Aushandeln, Gefühle des Weiterbestehens und der Zugehörigkeit, Orientierung in Raum und Zeit, Konfrontation mit der Vergänglichkeit und das Streben, diese zu überwinden, – die weder abgerufen noch beschrieben oder analysiert werden können unter dem Einsatz von Werkzeugen oder Methodologien aus den exakten Wissenschaften. Dies ist keineswegs der unwichtigste Grund, warum die Denkmalpflege, wie auch andere Bereiche der Geisteswissenschaften, die Digitalität nur zögerlich übernommen haben: Während die ‚Wissenschaft‘ viele Vorteile bietet und leistungsfähige Werkzeuge zur Verfügung stellt, riskiert sie, wenn die Grenzen ihrer Kompetenz nicht erkannt und beachtet werden, das Fachgebiet daran zu hindern, zu dem Kern von dem zu gelangen, worum es beim Kulturerbe eigentlich geht.

All das soll aber nicht heißen, dass es sich nicht lohnt, digitale Methodiken und Technologien weiterzuentwickeln, selbst in Anbetracht der Herausforderungen, die sich dadurch ergeben. Durch ihre nahezu unbegrenzte Fähigkeit, Daten zu erfassen, zu sichern und zu speichern, stellen diese Technologien die Erfüllung des Traums eines „allumfassenden Gedächtnisses“ in Aussicht, den jeder Forscher hegt; sie bieten einen Weg, um viele unterschiedliche Informationsarten auf einer Plattform zu integrieren, so dass man einen umfassenden Überblick erhält; und sie bringen uns damit der „Verwirklichung des enzyklopädischen Ideals“ näher.<sup>28</sup> Und ihre Fähigkeit, diese Informationen zu bewegen und in neuer Weise anzuordnen, kann „althergebrachte Ansichten in Frage stellen, Beweise zutage bringen, Muster und Strukturen nahelegen oder Tendenzen andeuten“<sup>29</sup>, die möglicherweise fruchtbar sind.

All diese sind ganz gewiss bedeutsame Vorteile. Die Frage ist aber: Reichen diese Vorteile? Können digitale Technologien mehr sein als eine „erhebliche Hilfe“, mehr als eine Ergänzung oder eine Alternative zu traditionellen Methoden der Visualisierung? Können sie mehr beitragen als nur einen „Mehrwert“, indem sie „schneller und präziser“ sind?<sup>30</sup> Wohl können solche quantitative Veränderungen auch qualitative Veränderungen generieren; sie können unsere Beziehung zur Welt verändern

– und sie tun dies auch. Aber kann die Digitalisierung, wie das manche Theoretiker der Digital Humanities vorschlagen, einen Beitrag zur „Schaffung einer anderen Art von Gesellschaft“ leisten? Kann „der direkte, praktische Einsatz von Techniken und Methodiken, welche aus der Computerwissenschaft und verschiedenen damit verwandten Fachbereichen übernommen werden, mit dazu beitragen, eine wesentliche Veränderung in der Bedeutung und in der Natur des Wissens und schließlich sogar des menschlichen Subjekts“ im Bereich der Denkmalkunde „zu bewirken“, so wie mancher zu erkennen meint, dass dies bereits in Fachgebieten wie der Literaturwissenschaft geschieht?<sup>31</sup>

Es gibt in der Tat einige Anzeichen in diese Richtung. Um noch einmal kurz zum Konzept der Authentizität zurückkehren: Wenn, wie Benjamin sagte, „[d]as Hier und Jetzt des Originals ... den Begriff seiner Echtheit [ausmacht]“<sup>32</sup>, dann die Tatsache, dass Digitalisierungen nun als authentisch verstanden werden, bedeutet, dass sie die Kategorie von bloßen Reproduktionen verlassen haben und zu neuen, eigenständigen Originalen geworden sind. Daraus lassen sich verschiedene Schlussfolgerungen ziehen. Eine bietet uns der amerikanische digitale Künstler Douglas Davis an: „[D]ie Aura, geschmeidig und dehnbar, hat sich weit über die Grenzen von Benjamins Prophezeiung hinaus entwickelt, bis hinein in das reiche Land der Reproduktion selbst. Hier in diesem Land werden ... sowohl Originalität als auch traditionelle Wahrheit ... verstärkt und keineswegs preisgegeben.“<sup>33</sup>

### **Die Alterität des Analogen im digitalen Zeitalter**

Wenn andererseits die Zyniker recht haben, und das grundlegende Problem in der Hinwendung der Denkmalpflege zur Digitalität die Legitimierung und die soziale Relevanz des Fachgebietes ist, dann glaube ich, dass dieses Problem nur gelöst werden kann, wenn die Denkmalpflege ihre Fähigkeit erhält, der Gesellschaft reichhaltige Alternativen zum Status quo zu präsentieren. Denn obwohl wir vielleicht süchtig sind nach dem, was Serexhe die „Pornographie des Visuellen“<sup>34</sup> nennt, so suchen wir Menschen tatsächlich nach Alternativen zur globalisierten Monokultur. Vielleicht können digitale Formen, so wie es Davis und viele Theoretiker der Digital Humanities vorschlagen, diese Alternativen bieten (auch wenn es paradox klingen mag). Doch wenn nicht, dann ist es essenziell, dass nicht-digitale Formen und Quellen nach wie vor existieren;

und genau hierfür zu sorgen, bleibt die Hauptaufgabe und Verantwortung der Denkmalpflege.

Andererseits muss unser Fachbereich, um diese Aufgabe und Verantwortung gerecht zu werden, diese unsere „Abhängigkeit“<sup>35</sup> von der Pornographie des Visuellen ernstnehmen, und er muss sich auch ernsthaft mit dem Durst und der Sehnsucht der Menschen nach der Vergangenheit auseinandersetzen – etwas, was wir in der Denkmalpflege, im Gegensatz zu unseren Kollegen aus der Erbe-Industrie, bisher nur widerwillig getan haben. In diesem Zusammenhang stellt ein kürzlich veröffentlichter Call for Papers zum Thema „Nostalgie“ eine Reihe von höchst relevanten und meiner Meinung nach konstruktiven Fragen:

*„Ist Nostalgie nichts weiter als eine Verdrängungsstrategie einer Welt, die von sozialen, politischen, wirtschaftlichen und ökologischen Krisen erschüttert wird, oder ist da etwas Rettenswertes in ihrer Sehnsucht nach einer früheren Ganzheit, in ihrem Verlangen, einen Zeitpunkt aufzuspüren, als das Neue noch möglich war? Sollte Nostalgie als ethisches und ästhetisches Versagen missbilligt werden? Ist Nostalgie ein Hindernis, um etwas neu zu machen; ein Symptom des Zuspätkommens, des Verlusts der Zukunft? Oder kann Nostalgie eine produktive Antriebskraft sein, welche sowohl für einen selbst als auch für die Gesellschaft Erkenntnisse für das heutige Leben liefert?“<sup>36</sup>*

Ich bin sicherlich nicht allein mit meiner Meinung, dass Nostalgie, sofern sie ernstgenommen und konstruktiv umgesetzt wird, in der Tat eine „produktive Antriebskraft“ sein kann. Dasselbe gilt für unsere aktuelle Sucht nach Bildern: Sie kann beispielsweise gewinnbringend im Dienste der Denkmalvermittlung kooptiert werden, und spannende und innovative digitale Ansätze in diesem Bereich sind derzeit Gegenstand der Forschung. Doch es wird der Schlüssel zum Erfolg dieser Öffentlichkeitsarbeit sein, ebenso wie zu dem zukünftigen Erfolg unseres internen fachlichen und disziplinären Diskurses und unserer Praxis, eine unreflektierte Übernahme von digitalen Technologien zu vermeiden. Zum allermindesten muss die Denkmalpflege eine gesunde Skepsis gegenüber den Produkten der Digitalität praktizieren und lehren: Sie muss Kompetenzen bezüglich der digitalen Darstellungsmedien und einen kritischen Umgang mit digitaler Formen der Visualität fördern. Im Grunde genommen ist dies mehr als nur eine Frage des Überlebens der

Denkmalpflege als Fach in der digitalen Zukunft; gerade in Zeiten von ‚Fake-News‘ und ‚alternativen Fakten‘ ist es eine Frage unserer moralischen Verantwortung, die Fähigkeit der Bürger zu fördern, bewusst als politische Wesen zu agieren.

Vielleicht bewegt sich im digitalen Zeitalter unsere Suche nach Differenzierung und Authentizität vom Denkmalobjekt weg; vielleicht sind wir Zeugen der Übertragung dieser Eigenschaften auf das Bild, auf die Digitalisierung oder die digitale Darstellung. Oder vielleicht, wie das manche behaupten, erhalten Authentizität und Differenzierung selbst zurzeit eine ganze neue Bedeutung, oder aber sie verlieren sogar jegliche Bedeutung. Jeder hat seine eigene Meinung dazu sowie seine ganz eigene Sicht darauf, was das alles für die Theorie und Praxis der Denkmalpflege bedeuten soll. Ich beschließe nun meine Ausführungen mit meiner eigenen Sicht: Ich glaube, dass die Denkmalpflege auch im digitalen Zeitalter weiterhin Objekte anbieten muss, die ‚authentisch‘ in dem Sinne sind, dass sie resistent gegen Manipulation sind und offen für ständige und uneingeschränkte Befragung, sowohl für unsere aktuellen Fragen als auch für jene, die wir morgen stellen werden. Und ich denke, um dies tun zu können, und um der Verantwortung gerecht zu werden, Optionen und Alternativen zum Stand der Dinge zur Verfügung zu halten, wird es vielleicht notwendig sein, neu das Augenmerk und die Bemühungen auf das analoge Gebiet der Materialität zu richten. Denn im digitalen Zeitalter ist es das Analoge, welches den Bereich der Alterität darstellt: Es ist allein das Objekt mit seiner „resistenten, sperrigen Materialität“, so Aleida Assmann, das sich der „Umwandlung in Information verweigert.“<sup>37</sup> Im Gegenzug könnte so eine Reinvestition in materielle Denkmalobjekte unsere Wertschätzung digitaler Formen fördern. Denn wie einst Baudrillard sagte über Landkarten und die Landschaften, die sie graphisch darstellen:

*„[Es ist] der tiefgreifende Unterschied zwischen den beiden [ ... , welches] der Reiz der Abstraktion ist ... Es ist der Unterschied, der die Poesie der Landkarte und den Zauber der Landschaft ausmacht, die Magie des Konzeptes und der Charme des Realen.“<sup>38</sup>*

## Abbildungsnachweis

- 1 Tim Davis 2009 / Van Doren Waxter Gallery, New York
- 2 Elijah Meeks 2013
- 3 Architectura Virtualis GmbH 2004

## Anmerkungen

- 1 Baudrillard, Jean: *Simulations*, New York 1983, S. 115.
- 2 Hoppe, Stephan / Breitling, Stefan (Hrsg.): *Virtual Palaces, Part II: Lost Palaces and their Afterlife*, München 2016, S. 13.
- 3 Eco, Umberto: *Faith in Fakes: Travels in Hyperreality* (1973), New York 1986; McLuhan, Marshall: *Understanding Media: The Extensions of Man*, New York 1964; Postman, Neil: *Amusing Ourselves to Death*, New York 1985.
- 4 Hewison, Robert: *The Heritage Industry: Britain in a Climate of Decline*, London 1987.
- 5 Bacher, Ernst: *Denkmalforschung und Kunstwissenschaft*, in: *Künstlerischer Austausch / Artistic Exchange*, Bd. 3, hg. v. Thomas Gaehtgens, Berlin 1993, S. 326.
- 6 Enss, Carmen / Vinken, Gerhard (Hrsg.): *Produkt Altstadt. The Making of the Old Town*, Bielefeld 2016.
- 7 Grellert, Marc: *Immaterielle Zeugnisse – Synagogen in Deutschland*. Bielefeld 2007, S. 173.
- 8 Bacher, Ernst 1993 (wie Anm. 5), S. 326.
- 9 Baudrillard, Jean 1983 (wie Anm. 1), S. 2.
- 10 UNESCO / ICCROM / ICOMOS: *Das Nara-Dokument zur Authentizität / Echtheit*, Nara 1994.
- 11 Baudrillard, Jean 1983 (wie Anm. 1), S. 5.
- 12 Serexhe, Bernhard: *Are you born digital? Virtualität versus Authentizität*, in: *Kommunizieren – Partizipieren. Neue Wege der Denkmalvermittlung*, hg. v. Ingrid Scheurmann, Bonn 2012, S. 206.
- 13 Serexhe, Bernhard: *Das Wahre und das Echte in einer Welt der gefälschten Bilder*, in: *Echt – alt – schön – wahr. Zeitschichten der Denkmalpflege*, hg. v. Ingrid Scheurmann / Hans-Rudolf Meier, München 2006, S. 28.
- 14 Deutsches Nationalkomitee für Denkmalschutz: *Sharing Heritage: Europäisches Kulturerbejahr 2018*, Berlin 2015, S. 11.
- 15 *Entschließung des Europäischen Parlaments vom 8. September 2015 zum Thema „Für ein integriertes Konzept für das kulturelle Erbe Europas“* (2014/2149(INI)), Artikel 45, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P8-TA-2015-0293+0+DOC+XML+V0//DE> (09.02.2017).
- 16 Hoppe, Stephan / Breitling, Stefan 2016 (wie Anm. 2), S. 13.
- 17 Cohen, Patricia: *Digital Keys for Unlocking the Humanities' Riches*, in: *The New York Times*, 16.11.2010.
- 18 Hall, Gary: *There are no digital humanities*, in: *Debates in the Digital Humanities*, Minneapolis 2012, <http://dhdebates.gc.cuny.edu/debates/text/21> (09.02.2017).
- 19 Deutsches Nationalkomitee für Denkmalschutz 2015 (wie Anm. 14), S. 5.
- 20 Gadamer, Hans-Georg: *Theorie, Technik, Praxis* (1972), in: *Neuere Philosophie II*, Tübingen 1987, S. 248.
- 21 Gadamer, Hans-Georg 1987 (wie Anm. 20), S. 248.
- 22 Baudrillard, Jean 1983 (wie Anm. 1), S. 19.
- 23 Sontag, Susan: *On Photography* (1977), in: *Susan Sontag. Essays of the 1960s & 1970s*, hg. v. David Rieff, New York 2013, S. 119–120.
- 24 Martens, Pieter (Hrsg.): *Virtual Palaces, Part I: Digitizing and Modelling Palaces*, München 2016, S. 9.
- 25 Lengyel, Dominik / Toulouse, Catherine: *Visualization of Uncertainty in Archaeological Reconstructions*, in: Hoppe, Stephan / Breitling, Stefan 2016 (wie Anm. 2), S. 103–118.
- 26 Grellert, Marc / Svensohn, Helge: *Rekonstruktion ohne Befund?*, in: *Befund und Rekonstruktion*, hg. v. Andreas Diener, Paderborn 2010, S. 198.
- 27 Gadamer, Hans-Georg 1987 (wie Anm. 20), S. 257.
- 28 Haas, Franziska: *Dresden City Models. On the interrelation of digital reconstructions and the image of a city*, in: *Digital Heritage*, 2, 2013, S. 102.
- 29 Unsworth, John: *How Not to Read a Million Books*, Cambridge MA 2008, <http://people.virginia.edu/~jmu2m/hownot2read.html#sdendnote4sym> (09.02.2017).
- 30 De Jonge, Krista: *Preface*, in: S. Hoppe / S. Breitling 2016 (wie Anm. 2), S. 9; Messemer, Heike: *The Beginnings of Digital Visualization of Historical Architecture in the Academic Field*, in: S. Hoppe / S. Breitling 2016 (wie Anm. 2), S. 22, 32.
- 31 Hall, Gary 2012 (wie Anm. 18).
- 32 Benjamin, Walter: *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit* (Dritte Fassung 1935), in: *Gesammelte Schriften*, Bd. 1, Teil 2, hg. v. Rolf Tiedemann / Hermann Schwepenhäuser, Frankfurt/Main 1980, S. 476.
- 33 Davis, Douglas: *The Work of Art in the Age of Digital Reproduction*, in: *Leonardo*, 5, 1995, S. 381.
- 34 Serexhe, Bernhard 2006 (wie Anm. 13), S. 27–28.
- 35 Serexhe, Bernhard 2006 (wie Anm. 13), S. 27.
- 36 *The Dandelion Journal*, University of London: *Call for Papers: Nostalgia*, März 2016, [arthist.net/archive/12422](http://arthist.net/archive/12422) (09.02.2017).
- 37 Assmann, Aleida: *„Zur Mediengeschichte des kulturellen Gedächtnisses“*, in: *Medien des kollektiven Gedächtnisses*, hg. v. Astrid Erl / Ansgar Nünning, Berlin 2004, S. 57.
- 38 Baudrillard, Jean 1983 (wie Anm. 1), S. 2–3.

Der Beitrag

**„Copy and paste – Erinnerungskultur aus dem  
3D-Drucker?“**

von Ulrike Wulf-Rheidt auf den Seiten 32–37 der  
Druckausgabe ist in der Online-Version dieser  
Publikation nicht enthalten.

Der ursprünglich für die 49. Tagung der Koldewey-Gesellschaft vom 4.–8. Mai 2016 in Innsbruck angesichts der dramatischen Ereignisse in Syrien konzipierte Vortrag wurde auf Wunsch der Veranstalter der Jahrestagung 2016 „Das Digitale und die Denkmalpflege“ des Arbeitskreises Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V. in Weimar in leicht veränderter Form nochmals gehalten.

Somit finden Sie die Ursprungsfassung im zugehörigen Tagungsband der Koldewey-Gesellschaft, die modifizierte Fassung in der Druckausgabe dieser Publikation, vgl. Wulf-Rheidt, Ulrike: Copy and paste – Erinnerungskultur aus dem 3D-Drucker? Das Digitale und die Denkmalpflege (= Veröffentlichung des Arbeitskreises Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V., Bd. 26), hg. v. Birgit Franz und Gerhard Vinken, Verlag Mitzkat, Holzminden 2017, S. 32–37 (ISBN 978-3-95954-030-8).

## Past Perfect – Perfect Past: Virtuelle Rekonstruktionen der Stadt Dresden

FRANZISKA HAAS

---

### ZUSAMMENFASSUNG

Mit der Einführung digitaler Technologien sind neue Formen der Abbildung und Vermittlung von historischen Bauwerken und Städten entstanden. Eine besonders schillernde und auch mit einer gewissen akademischen Skepsis betrachtete Form sind dabei die virtuellen Rekonstruktionsmodelle, das heißt digitale dreidimensionale Darstellungen, die nicht mehr erlebbare Bauzustände abbilden. Befürchtungen der Denkmalpfleger, dass die leicht konsumierbare (digitale) Rekonstruktion dem vielschichtigen, nicht immer ästhetisch ansprechenden Original den Rang ablaufen könnte, sind groß. Die digitalen Modelle kommen im Gegensatz zu den materiellen Rekonstruktionen zunächst ohne die Zerstörung historischer Substanz, wie historischer Fragmente oder jüngerer Folgebauten, aus. Die bildhaften Phantasien einer virtuellen Vergangenheit scheinen jedoch insbesondere die Erwartungshaltungen an die authentischen Zeugnisse zu verändern. Die virtuell begehbaren Realitäten begründen zwar nicht zwangsläufig die Stadtbildrekonstruktionen, wie die Neubebauung am Dresdner Neumarkt, bewerben diese aber effektiv. Im Abgleich mit analogen Modellen und Medien wird gezeigt, wie das Digitale tatsächlich unseren Umgang mit und unseren Zugang zum Denkmal verändert. Was unterscheidet also ein digitales dreidimensionales Modell von seinen analogen Vorgängern? Und bieten die digitalen Surrogate aus Sicht der Denkmalpflege tatsächlich einen zusätzlichen Wert (an Wissen)? Es ist kaum möglich, über digitale Modelle und ihre Anwendungen zu sprechen, ohne dabei auch auf ihre mediale Verbreitung einzugehen: in Museen, Ausstellungen und dem World Wide Web. Dabei wird hinterfragt, welche Chancen und Risiken sich letztendlich durch die orts- und zeitunabhängige Bewerbung für die Denkmallandschaft bieten.

### Atmosphärische Rekonstruktionsmodelle

In Dresden ist seit Einführung der digitalen Techniken eine große Bandbreite virtueller Repräsentatio-

nen der historischen Stadt entstanden, von 3D-Arbeitsmodellen für die Neuplanung über didaktische Modelle zur Vermittlung historischer Zustände oder nicht ausgeführter Planungen bis hin zu virtuell begehbaren Visionen der Vergangenheit und Zukunft. Stadtmodelle, auch solche, die nicht (mehr) existente Städte rekonstruierend darstellen, hat es schon lange vor dem digitalen Zeitalter gegeben.<sup>1</sup> In der Nachkriegszeit waren es insbesondere die Museen, die ihre stadtgeschichtlichen Sammlungen mit Holz- und Gipsmodellen bereicherten.<sup>2</sup> Heute werden diese Modelle mit neuen Installationen sowie Licht- und Toneffekten digital aufgepeppt, um sie in moderne Museumskonzepte einzubinden. Mit der Entwicklung von CAD-Programmen zur Erstellung digitaler Raummodelle eröffneten sich völlig neue Wege der Medialisierung von Vergangenheitsvisionen. Virtuelle Reproduktionen historischer Städte sind inzwischen allgegenwärtig. Die technische Entwicklung ermöglicht eine immer wirklichkeitsnähere Oberflächengestaltung und damit ein immer umfassenderes Eintauchen in die Bilderwelt. So wird die Sehnsucht nach der historischen Stadt offensichtlich perfekt zu erfüllt. Im virtuellen Raum wird „Geschichte gemacht“!

Die bildgewaltigen, virtuellen Rekonstruktionen der Dresdner Altstadt, die insbesondere am Anfang der 2000er Jahre in verschiedenen Medien beworben wurden, scheinen in den Neubebauungen rings um die Frauenkirche und den Dresdner Neumarkt inzwischen physische Realität geworden zu sein (Abb. 1). Die digitalen Modelle sind dabei jedoch keineswegs die alleinige Voraussetzung für die in den letzten Jahrzehnten entstandenen „medialen Rekonstruktionsarchitekturen“<sup>3</sup>. Matthias Noell zeigt beispielsweise in seinem Beitrag zur Tagung „Stadtbild und Denkmalpflege“, inwieweit unsere Bilder der Stadt von literarischen Beschreibungen und fotografischen Abbildern geprägt und wie sie übernommen, verändert und übersetzt werden. Unser Stadtbild, so Noell, „ (...) könnte man zugespitzt behaupten, stellt von jeher zunächst eine



Abb. 1: Dresden, Neubebauung an der Landhausstraße, 2017

mediale Konstruktion dar und erst in zweiter Linie das Abbild einer realen Situation.<sup>44</sup>

Während die zweidimensionalen Abbildungen und Texte Einzelaspekte des Stadtbildes beinhalten, die einer individuellen Aneignung bedürfen, verbindet sich mit den virtuellen Welten das Versprechen eines ganzheitlichen Raumerlebnisses. Die Herstellung der digitalen Rekonstruktionen beruht dabei in der Regel auf der Auswertung eben dieser schon bekannten zweidimensionalen Quellen – historische Abbildungen, Fotos, Pläne – die in einem Übersetzungsprozess in ein dreidimensionales Modell überführt werden. Dabei bleiben naturgemäß Wissenslücken, die es graphisch zu schließen gilt.<sup>5</sup> In sogenannten ‚didaktischen Modellen‘ wird das durch Abstraktionen und die graphische Kennzeichnung verschiedener Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten umgesetzt, so wie es der Entwurf der London Charta ‚For the Computer-Based Visualisation of Cultural Heritage‘ fordert.<sup>6</sup> Die Modelle kommen sowohl als Arbeitswerkzeug in der Forschung selbst zum Einsatz oder dienen zur Veranschaulichung gewonnener Erkenntnisse. Nutzen, Risiken und Chancen für den Einsatz dieser didaktischen Rekonstruktionen sind in den angrenzenden Disziplinen Bauforschung, Archäologie und Kunstgeschichte sowie in den Digital Humanities bereits an anderer Stelle ausführlich besprochen worden.<sup>7</sup> Werden die bestehenden Wissenslücken dagegen durch Analogien und spekulative Vermutungen in ihrer Darstellung angeglichen und damit

der Unterschied zwischen ‚befundstarken‘ und ‚befundschwachen‘ Partien aufgehoben, entstehen sogenannte ‚atmosphärische Modelle‘.<sup>8</sup> Ziel ist die Vermittlung einer atmosphärischen Vorstellung der Vergangenheit, ein „So war es“ und nicht ein „So könnte es gewesen sein“.

Neben der Wiedergabe eines Bauzustandes sollen die digitalen Modelle inzwischen auch über historische, soziale, kulturelle und menschliche Aspekte informieren.<sup>9</sup> Dafür wird an immer neuen digitalen Verfahren zur Erfassung materieller und immaterieller Eigenschaften geforscht. Mit dem Anspruch eines allumfassenden Wissensspeichers werden die virtuellen Rekonstruktionen, didaktischer oder atmosphärischer Natur, mit Labels wie ‚Smart Heritage‘ versehen und in mitunter abstrakten Heilsversprechen als Mittel zur Bewahrung von realen Denkmälern erklärt. Die Modelle selbst gehören wiederum als ‚Resources of information‘ zum digitalen Erbe und damit zu den „einzigartigen Quellen menschlichen Wissens und menschlicher Ausdrucksweisen“, deren Sicherung mit der 2003 verabschiedeten ‚UNESCO Charter on the Preservation of Digital Heritage‘ geregelt werden soll.<sup>10</sup> Die Charta beschreibt dabei in erster Linie Grundsätze, WIE zu erhalten ist und lässt die Aussage darüber, WAS zu erhalten ist, weitgehend offen. Zur Selektierung der nicht zu überschauenden Datenmassen wird als Kriterium einzig „ihre Bedeutung und ihr bleibender kultureller, wissenschaftlicher, sichtbarer oder sonstiger Wert“ genannt, was zur Folge hat,

dass im Grunde jeder produzierte Datensatz ein potentiell Kulturerbe<sup>11</sup> im Sinne der Charta darstellt. In ihrem Beitrag zur Tagung „The Digital Oblivion. Substanz und Ethik in der Konservierung digitaler Medienkunst“ stellt Ingrid Scheurmann deshalb die berechnete Frage, ob der tradierte Erbebegriff überhaupt auf digitale Datensätze übertragbar ist.<sup>12</sup> Während Erhalt und Pflege realer Denkmale mit sinkenden finanziellen Mitteln und einer nach wie vor begrenzten öffentlichen Unterstützung zu kämpfen haben, avancieren die virtuellen Rekonstruktionen zu schützenswerten Kulturgütern und lösen sich damit von ihrer ursprünglichen Funktion der Vermittlung und Dokumentation eines materiellen Objektes.

### Vom Analogen zum Digitalen

Einen ausführlichen Überblick über die Entwicklung der digitalen Architekturmodelle gibt Heike Messemer in ihrem Aufsatz ‚The Beginnings of Digital Visualization of Historical Architecture in the Academic Field‘.<sup>13</sup> Eines der ersten digitalen 3D-Modelle, das aus archäologischen Befunden „rekonstruiert“ wurde, war das Old Minster in Winchester in Hampshire zwischen 1984 und 1986. Die neue Technik bot sich vor allem für die Untersuchung des (urbanen) Raumes an, so dass sich die frühen akademischen Arbeiten insbesondere mit der Stadtanalyse beschäftigen. Patricia Alkoven präsentierte 1993 in ihrer Dissertation eine Analyse der historischen Entwicklung der Stadt Heusden in den Niederlanden. Mit Hilfe der neuen Technologien verglich sie historische Karten und zeitgenössische Katasterpläne, um die dreidimensionale Genese der Stadtgestalt zu visualisieren. Sie interessierte sich bereits dafür, wie die neuen technischen Möglichkeiten die historischen Forschungen unterstützen und erweitern könnten und kam bereits vor 23 Jahren zu dem Schluss, dass der Computer schneller und präziser ist, als die konventionellen Methoden mit Zeichnungen und haptischen Modellen zu arbeiten.

Während die ersten Modelle noch sehr analytischer Natur waren, wurde in den 1990er Jahren vor allem an der Umsetzung fotorealistic Darstellungen gearbeitet. Die erste Anwendung der Virtuellen Realität (VR) im Kontext der historischen Gebäude sieht Messemer in dem interaktiven Rundgang durch die 3D Rekonstruktion des Dudley Castle in England. Die fotorealistic Produktionen arbeiteten prinzipiell mit den gleichen Algorithmen wie die zuvor angeführten Visualisierungen

von Daten. Die digitalen VR-Modelle dienen nicht vorrangig der geometrischen-räumlichen Analyse, vielmehr soll in ihnen eine möglichst wirklichkeitsnahe Darstellung erzeugt werden, in der man sich bewegen, die man erfahren und erfüllen kann. Die Oberflächengestaltung von Fassaden und Straßen in der VR wandelt sich dabei mit der technischen Weiterentwicklung und mit veränderten Idealvorstellungen. So sind die frühen Darstellungen der virtuellen Realität inzwischen auch schon wieder „in die Zeit gekommen“ und können unseren heutigen Ansprüchen an das visuelle Erlebnis kaum noch genügen.

Die Technologien waren anfangs sehr teuer und so überrascht es nicht, dass sie neben der Nutzung durch das Militär und die Filmindustrie insbesondere von den Forschungsinstituten der Universitäten eingesetzt und weiterentwickelt wurden. Doch die kommerziellen Softwarefirmen wollten nicht nur Architekturstudierende als Kunden gewinnen, sondern die Leistungsfähigkeit der Technik einem breiten Anwenderkreis demonstrieren. IBM hatte 1993 mit der zur Rekonstruktion vorgesehenen Dresdner Frauenkirche ein prestigeträchtiges Objekt gefunden, mit dem das digitale Modell in einer Win-win-Situation für das Einwerben von Spenden genutzt werden konnte.<sup>14</sup> Auch das Unternehmen Graphisoft hatte sich für seine ArchiCAD Anwendung Ende der 1990er Jahre ein geeignetes Objekt in Dresden gesucht. Das im Jahr 2000 fertig gestellte Modell der historischen Bebauung um die Frauenkirche wurde im Zuge des Architektur-Wettbewerbs als Versuchsaufbau verwendet und sollte nach eigenem Bekunden keineswegs eine Werbung für die Rekonstruktion der Neumarktbebauung sein.<sup>15</sup>

### Rekonstruktionen in der virtuellen und realen Welt

Die Diskussion um die Neubebauung am Neumarkt in Dresden blieb nicht auf Architekten, Stadtplaner, Denkmalpfleger und baunahe Fachdisziplinen beschränkt. Die Gesellschaft Historischer Neumarkt e.V. trat seit ihrer Gründung 1999 für eine möglichst weitgehende Rekonstruktion der Bauten ein, um der „Stadt ihre alte Identität und zugleich ein bürgerfreundliches Zentrum zurückzugeben“<sup>16</sup>. Doch die historische Bebauung war den Wenigsten in der Dresdner Bevölkerung noch aus eigener Anschauung bekannt, vielmehr hatte sich das Bild nach den Zerstörungen der Stadt im Zweiten Weltkrieg über Jahrzehnte durch das klassische Medium

des Buches in der öffentlichen Wahrnehmung verankert.<sup>17</sup> Das „Alte Dresden“ wie es Fritz Löffler, Kunsthistoriker und Denkmalpfleger, in seinem 1955 erstmalig erschienenen gleichnamigen Buch wieder erstehen ließ, war lange Zeit „der Fluchtpunkt kollektiver Imagination, einer Traumwelt des Schönen und Erhabenen, des Authentischen und Auratischen, der mythische Gegenentwurf zu den Verheerungen des Krieges (...)“.<sup>18</sup> Auch die – ebenfalls im „Alten Dresden“ abgebildeten – Gemälde des Bernardo Bellotto aus der Mitte des 18. Jahrhunderts prägen bis heute die Vorstellungen von der barocken Stadt.

Im Zuge der Diskussionen um die Bebauung am Dresdner Neumarkt und auf der Grundlage innovativer digitaler Technologien entstanden neue Formen der Vermittlung des historischen Stadtbildes. Seit 2006 ist in einem ehemaligen Gasometer in Dresden das unter der Federführung des Architekten und Malers Yadegar Assisi entwickelte Panoramagemälde „1756. Dresden – Dem Mythos auf der Spur“ zu sehen. Es zeigt einen 360° Rundblick vom Turm der katholischen Hofkirche in einer lebensnahen Darstellung. Die digitalen Vorlagen wurden dabei nicht für die virtuelle Darstellung am Bildschirm genutzt, sondern dienten als Grundlage für die Präsentation in einem eher historischen, analogen Medium. Erklärtes Ziel war es, dass damit die bauliche Vergangenheit der Stadt „in der Debatte um ihr Aussehen künftig kein Thema mehr [bleibt], das lediglich Fachleuten über die Literatur oder historische Akten und Pläne zugänglich ist.“<sup>19</sup> Dabei bietet die

räumliche Wirkung des Panoramas im Maßstab 1:1 insbesondere einen empathischen, sentimentalsten Zugang zum dargestellten Thema, von Asisi selbst als „Effekt des Eintauchens in eine simulierte Wirklichkeit (Immersion)“<sup>20</sup> beschrieben, wie er den atmosphärischen digitalen Rekonstruktionsmodellen ebenfalls eigen ist. Die Einträge im Gästebuch eines weiteren Panoramas von Yadegar Asisi, dass die Zerstörung der Stadt Dresden 1945 abbildet, zeigen die Ergriffenheit und Betroffenheit der Besucher. Das hohe Potential an „Emotionalisierung“, welches 3D-Computer-Rekonstruktionen besitzen können, hat Marc Grellert am Beispiel virtueller Rekonstruktionen der von den Nationalsozialisten zerstörten Synagogen Deutschlands deutlich gemacht. In der ausführlichen Analyse von Besucherreaktionen und Interviews kann er zeigen, dass der Aspekt der Anschaulichkeit dabei von großer Bedeutung ist; doch während die Reaktion von nichtjüdischen Personen gegenüber den Darstellungen zumeist von Überraschung und Betroffenheit geprägt ist, verbinden jüdische Betrachter eigene oder berichtete Erinnerungen mit den Simulationen.<sup>21</sup> Der emotionale Zugang zu den virtuellen Realitäten ist also ganz wesentlich von den eigenen Erfahrungen und persönlichen Beziehungen zum Abbildungsgegenstand geprägt.

Empathie ist, neben dem Wissen, für Gabi Dolf-Bonekämper eine wesentliche Voraussetzung für das „Nach-Erleben“<sup>22</sup> von Verlust. Mit dem emotionalen Eintauchen in die virtuellen Realitäten wird der Verlust der Dresdner barocken Prachtbebauung von der breiten Öffentlichkeit viel intensiver



Abb. 2: Dresden, Jüdenhof – Visualisierung Wiederaufbauvorschlag GHND e.V., CGI-Grafik 2012

wahrgenommen, als dies mit zweidimensionalen Bildern und Texten möglich wäre. Die Gefahr, die mit diesem Einfühlen in die Vergangenheit einhergeht, besteht in ihrem manipulativen Charakter. Wenn die virtuellen Rekonstruktionen nicht wie im Beispiel der Synagogen als museale Installation dienen, sondern wie in Dresden „zur Meinungsbildung der Dresdner Öffentlichkeit, der Investoren und auch der Besucher Dresdens beitragen“ sollen, werden die Bilder der Vergangenheit schnell zu Visionen der Zukunft.

Seit 2002 hatte das Team arte4D neue virtuelle Rekonstruktionen der Dresdner Altstadt als digitale Modelle hergestellt, die als 2D-Plot die Ausstellung der Gesellschaft Historischer Neumarkt e.V. in einem eigens zur Bewerbung der Rekonstruktion aufgestellten Pavillon genutzt wurden. Über die Grenzen der Stadt hinaus wurden die Visualisierungen zudem über zahlreiche Presseartikel sowie die die Vereins-Homepage publik gemacht (Abb. 2). Die fotorealistischen Darstellungen fanden in der Netz-Community große Anerkennung, wie im Forum der Internetseite des rekonstruktionsfreundlichen Stadtbild Deutschland e.V.<sup>23</sup> Inzwischen sind aus den Modellen unter dem Label ARSTEMPANO virtuelle Zeitreisen in das Dresden der Vergangenheit, der Gegenwart und der Zukunft entstanden, die dem virtuellen Touristen ein barockes Dresden zeigen, wie es „wirklich“ aussah. In der Kombination verschiedenster Quellen und einer wissenschaftlich akribischen Recherche soll dabei über den Informationsgrad herkömmlicher Darstellungen hinausgegangen werden, so das Versprechen auf

der Internetseite. Mit den neuartigen „Zeitreisen“ werden „faszinierende und bedeutende Raumbilder mittels virtueller Modelle in ihrem Zustand vor der Erfindung des Fotoapparates neu inszeniert“.<sup>24</sup> Die handwerklich hervorragend umgesetzten Imaginationen stellen den Panoramafotografien der heutigen Situation historische Fotografien oder virtuelle Modelle der Vergangenheit und Zukunft gegenüber. Auf die Darstellung von wissenschaftlich differenzierten Wahrscheinlichkeiten im Modell, wie sie in dem eingangs erwähnten UNESCO-Papier gefordert werden, haben die Macher dabei auch hier ganz bewusst verzichtet, denn die Darstellungen sollten nach eigenem Bekunden „... der Vermittlung eines authentischen Gesamteindrucks dienen.“<sup>25</sup>

Die parallele Darstellung mehrerer baugleicher Zustände in verschiedenen Zeitphasen, wie sie in den ARSTEMPANO Zeitreisen umgesetzt wurde, ist mit den digitalen Modellen gegenüber analogen Techniken erheblich vereinfacht und „ökonomisiert“ worden. Der einmal erzeugte Datensatz kann beliebig kopiert und verändert werden und dient als Grundlage für das imaginäre Vor- und Rückbauen. Damit wird auch die Serienfertigung von haptischen Modellen erleichtert, die im Rapid Prototyping Verfahren als 3D-Plots aus den digitalen Datensätzen erzeugt werden können. Dieses Verfahren wird genutzt, um beispielsweise in der Nebeneinanderschau mehrere Modelle im gleichen Maßstab und Abbildungsduktus Bauentwicklungen verschiedener Stadtentwicklungsphasen darzustellen. Ein solches Projekt wurde 2008 von den staatlichen Kunstsammlungen in Dresden für die Baugeschichtsausstellung im Dresdner Schloss in Auftrag gegeben. Geplant sind die Produktion von Modellen des Schlosses mit seiner stadträumlichen Umgebung in fünf verschiedenen Zeitschnitten sowie ein virtueller Rundgang. Bisher konnten die virtuellen und haptischen Modelle des Zustandes von 1678 fertiggestellt werden (Abb. 3).<sup>26</sup> Dieser Zeitschnitt entspricht exakt einem Holzmodell in der städtischen Sammlung, welches in den 1980er Jahren entstanden war. Entscheidend für die Festlegung der Zeitphase waren dabei nicht inhaltliche Fragen, historische Ereignisse oder große bauliche Veränderungen, sondern vielmehr die Existenz zweier umfangreicher Stichwerke aus der Zeit um 1680 und die damit zur Verfügung stehenden zweidimensionalen Bildquellen. Die „Bauphasen“ des virtuellen Denkmals ergeben sich so aus zumeist zufällig entstanden Bildquellen, denen mit der wirkmächtigen



Abb. 3: Ausschnitt aus dem digitalen Modell „Das Dresdner Residenzschloss 1678“, Vorlage für den 3D-Print, 2012

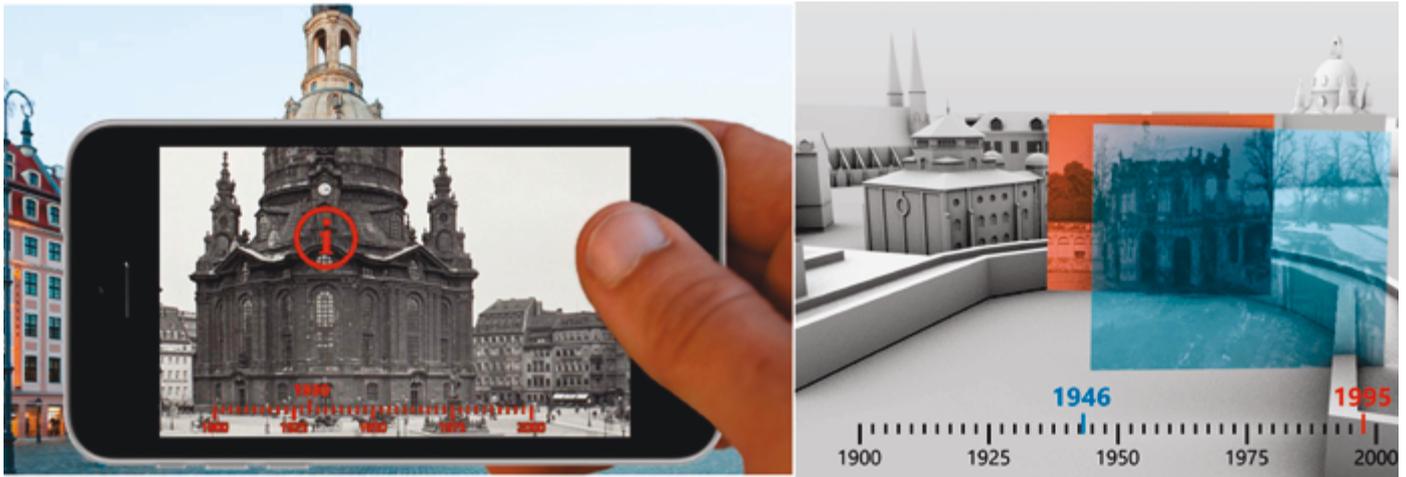


Abb. 4: Mock-up des Kooperationsprojektes HistStadt4D, Multimodale Zugänge zu Bildrepositorien, Laufzeit 2016–2020

Rekonstruktion im 3Dimensionalen (bau-)historische Bedeutung zugeschrieben wird.

### Nachhaltigkeit von Daten, Informationen und Objekten

Der viel versprochene wissenschaftliche Mehrwert auch der atmosphärischen Modelle wird nicht nur mit der umfangreichen Zusammenstellung von Quellenmaterial begründet, sondern soll sich vor allem aus dem virtuellen handwerklichen Nachbauen und der räumlichen Erschließung ergeben. Für die Nachvollziehbarkeit der daraus gewonnenen Erkenntnisse besteht bei den digitalen Modellen im Gegensatz zum haptischen Modell die Möglichkeit, Meta- und Paradata direkt im Modell zu verorten und so das Modell gewissermaßen mit Fußnoten zu versehen. Solche Quellennachweise sind in der Regel nur in breit angelegten Forschungsprojekten möglich und zeichnen zumeist die Arbeitsmodelle einer wissenschaftlichen Community aus. In den angeführten Dresdner Beispielen wird der Rekonstruktionsprozess jedoch „ganz klassisch“ in Begleitausstellungen und Publikationen selektiv zugänglich.

Für die Einbindung von Informationen über die genutzten Quellen (Metadaten) direkt in das digitale Modell sowie die Dokumentation des Herstellungsprozesses (Paradata) wird an der Entwicklung entsprechender Forschungsumgebungen gearbeitet, die auch der räumlichen Dimension gerecht werden.<sup>27</sup> Die seit 2016 bestehende Forschungsgruppe HistStadt4D entwickelt unter anderem am Beispiel Dresden derzeit digitale Werkzeuge, die es ermöglichen sollen, historische Fotografien und Abbildungen im digitalen Modell oder über mobile Geräte direkt im Stadtraum zu verorten (Abb. 4). Damit soll, anders als in den interpretativen 3D-Modellierungs-

vorhaben das Augenmerk auf den möglichst unverfälschten Quellenwert der Bilder im Modell gerichtet werden. In sogenannten Mixed Realities oder Augmented Realities können digitale Ressourcen visuell mit dem gebauten Raum in Verbindung gesetzt werden. Da der Bezug zum realen Ort solchen Systemen immanent ist, liegen hier große Potenziale auch für die Denkmalvermittlung.

Die Frage der nachhaltigen Speicherung scheint aber noch immer nicht befriedigend gelöst zu sein. Mit den digitalen Produkten der Denkmaldokumentation ergeben sich hier ganz neue Herausforderungen, denn während den analogen Speichermedien die Repräsentation von Kultur eigen war – ein Plan bleibt auch im Planschrank ein Plan – formen sich digitale Daten erst im Moment ihrer Nutzung.<sup>28</sup> Es ist daher fraglich, ob die Dokumentation digitaler Daten überhaupt den herkömmlichen Ansprüchen an Dauer, wie sie sich in den denkmalpflegerischen Arbeiten etabliert haben, genügen können. Für den Moment bilden sie jedoch zweifelsohne neue partizipative Möglichkeiten des Zugangs zu Informationen, für den Wissenschaftler ebenso wie für eine breite Öffentlichkeit. Dies setzt aber zunächst einmal die tatsächliche Nutzung der Daten und damit die vorausgehende Auffindbarkeit durch die entsprechenden potenziellen Interessengruppen voraus. Das virtuelle Archive EUROPEANA hat es sich zum Ziel gesetzt, neben Bild-, Text-, Ton- und Video-Dateien auch die digitalen Architekturmodelle als Sammlungsobjekte über online recherchierbare Datenbanken zugänglich zu machen. Die Sinnfälligkeit einer solchen archivalischen Sammlung wäre an anderer Stelle zu diskutieren.

Viele virtuelle Rekonstruktionen historischer Bauwerke und Städte sind in den letzten beiden

Jahrzehnten in nichtkommerziellen Projekten und mit viel ehrenamtlichen Engagement entstanden. Dabei müssen nicht nur die Investitionen für die wissenschaftlichen Recherchen und Modellkonstruktionen aufgebracht werden, auch die dahinterstehenden Software-Programme und die Vorhaltung der Daten sind mitunter sehr teuer. Bei den im Internet scheinbar unbegrenzt zur Verfügung stehenden Informationen kann jedoch leicht die Vorstellung entstehen, dass die damit verbundene Produktion des Wissens nichts kostet.<sup>29</sup> Inzwischen ist der Speicherplatz in einem Computer nicht mehr „wertvoller als ein Geschäftsgrundstück am Kurfürstendamm“<sup>30</sup>, wie am Anfang des digitalen Arbeitens, trotzdem haben viele der ehrenamtlichen Unternehmungen Schwierigkeiten mit der Finanzierung. Stellvertretend sei hier das Projekt „Altes-Leipzig“ genannt, welches ursprünglich museumsdidaktisch-geschichtliche Aspekte der Stadtentwicklung mit modernen Medien entwickeln wollte, dafür aber keine Sponsoren fand. Deshalb waren die Betreiber gezwungen, auf eine günstigere Software umzustellen.<sup>31</sup> Unternehmungen wie „Virtuelle Lausitz“ oder das Frankfurter Altstadtmodell von Jörg Ott sind bereits nicht mehr im Internet abrufbar. Die virtuellen Modelle lösen sich scheinbar auf und nur eine ‚archäologische‘ Datensuche offenbart einige Spuren, die auf die einstige Existenz hinweisen. Darin zeigt sich, dass die objektbezogene Ausstellungsform im Internet nur von begrenztem Erfolg ist, denn das Internet ist eben nicht dazu geschaffen, das Kuriositätenkabinett, die

Wunderkammer von heute zu sein. In der Datenflut des World Wide Web braucht es nicht die stille Beständigkeit eines Denkmals sondern die Sensation, um wahrgenommen zu werden. Auch deshalb werben Projekte und Portale weniger mit den Werten des zu vermittelnden Denkmals, als vielmehr mit den technischen Neuerungen und perfektionierten Darstellungen.

Christof Classen hat sicher recht mit der Behauptung, dass der ‚gegenwärtige ‚Erinnerungsboom‘ schwer denkbar ist ohne die modernen Massenmedien.“<sup>32</sup> Doch die Bewerbung virtueller Denkmalrekonstruktionen beschränkt sich keineswegs auf das World Wide Web, sondern findet sich auch in den klassischen, analogen Printmedien und ortsfesten Ausstellungen. Ein wirkliches Überleben und Nachleben der virtuellen Rekonstruktionsmodelle, die ihren Sensationswert der technischen Neuerung binnen kürzester Zeitspannen einbüßen, ist entweder als Artefakt in Museen und Ausstellungen gegeben oder in Verbindung mit dem realen Ort und damit im Abgleich mit dem (inzwischen veränderten oder auch nicht mehr vorhandene) Bauwerk. Wenn der Wunsch nach Rekonstruktion gesellschaftlich tatsächlich gewollt ist, so scheint es, kann die virtuelle Welt nicht als Ersatz dienen, denn die digitalen Daten sind zu flüchtig. Deshalb schließt jede virtuelle Rekonstruktion historischer Bauten die Möglichkeit ein, dass beflügelt durch die scheinbar perfekten Bilder auch der Wunsch nach materieller Wiederbeschaffung geweckt wird.

## Abbildungsnachweis

- |   |                            |   |   |
|---|----------------------------|---|---|
| 1 | Franziska Haas             | 3 | Architectura Virtualis GmbH Darmstadt                                 |
| 2 | ARSTEMPANO/ Andreas Hummel | 4 | HistStadt4D (Fotos: Münster, Kröber, Lässig, SLUB/ Deutsche Fotothek) |

## Anmerkungen

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 1 | Zur Geschichte des Rekonstruktionsmodells vgl. Grellert, Marc: Immaterielle Zeugnisse – Synagogen in Deutschland. Potentiale digitaler Technologien für das Erinnern zerstörter Architektur, Bielefeld 2007, S. 43–45.                               | 3 | Marek, Katja: Rekonstruktion und Kulturgesellschaft. Stadtbildreparatur in Dresden, Frankfurt am Main und Berlin als Ausdruck der zeitgenössischen Suche nach Identität, Kassel 2009.   |
| 2 | Haas, Franziska: Vom Produkt zum Dokument. Die Altstadt im Modell – Ein historischer Überblick, in: Produkt Altstadt. Historische Stadtzentren in Städtebau und Denkmalpflege, hg. v. Carmen M. Enss und Gerhard Vinken, Bielefeld 2016, S. 183–198. | 4 | Noell, Mathias: Stadtbilder und Städtebücher. Der reproduzierte Blick auf die Stadt, in: Stadtbild und Denkmalpflege. Konstruktion und Rezeption von Bildern der Stadt, hg. v. Sigrid Brandt und Hans-Rudolf Meier Berlin 2008, S. 80–93, S.80. |

- 5 Grellert, Marc / Haas, Franziska: Sharpness versus Uncertainty in „Complete Models“. The Virtual Reconstruction of the Dresden Castle in 1678, in: *Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife. Virtual Reconstruction between Science and Media*, hg. v. Stephan Hoppe und Stefan Breitling, München 2016, S. 119–148.
- 6 [http://www.londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london\\_charter\\_2\\_1a\\_de.pdf](http://www.londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london_charter_2_1a_de.pdf) (18.01.2017).
- 7 Vgl. z.B. die zahlreichen Aufsätze dazu in Stephan Hoppe/ Stefan Breitling 2016 (wie Anm. 5) sowie Münster, Sander (Red.): *Aktuelle Herausforderungen im Kontext digitaler Rekonstruktion. Beitrag der Arbeitsgruppe Digitale Rekonstruktion der Digital Humanities im deutschsprachigen Raum e.V. zum Agendaprozess „Zukunft sichern und gestalten“ des BMBF*. [http://digitale-rekonstruktion.info/wp-content/uploads/2015/01/140831\\_Herausforderungen\\_Digitaler\\_Rekonstruktion.pdf](http://digitale-rekonstruktion.info/wp-content/uploads/2015/01/140831_Herausforderungen_Digitaler_Rekonstruktion.pdf) (10.01.2017).
- 8 Grellert, Marc/ Svenshon, Helge: Rekonstruktion ohne Befund?, in: *Befund und Rekonstruktion, Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit H. 22*, 2010. S.189–198.
- 9 Vergleiche unter anderem Kalay, Yehuda E.: Introduction. Preserving cultural heritage through digital media, in: *New Heritage: New Media and Cultural Heritage*, hg. v. ders., Thomas Kvan und Janice Affleck, Oxford 2007, S. 2–10.
- 10 Die ‚Charter on the Preservation of Digital Heritage‘ wurde von der 32. UNESCO-Generalkonferenz am 17. Oktober 2003 in Paris verabschiedet, <http://www.unesco.de/infothek/dokumente/unesco-erklarungen/charta-zur-bewahrung-des-digitalen-kulturerbes.html> (10.01.2017).
- 11 In der inoffiziellen deutschen Übersetzung wird der Begriff „Heritage“ mit „Kulturerbe“ übersetzt.
- 12 Scheurmann, Ingrid: *Denkmal – Werte – Geschichte: Zur Theorie und Aktualität der Denkmalpflege*, in: *Konservierung digitaler Kunst: Theorie und Praxis. Das Projekt digital art conservation*, hg. v. Bernhard Serexhe, Karlsruhe 2013, S. 114–130.
- 13 Die Angaben zur technischen Entwicklung der digitalen Modelle beziehen sich auf Messemer, Heike: *The Beginnings of Digital Visualization of Historical Architecture in the Academic Field*, in: Stephan Hoppe und Stefan Breitling 2016 (wie Anm. 7), S. 21–54.
- 14 *Virtual Reality Raises Dresden Church From Rubble: Restoration: Using a headset, viewers can ‘see’ building’s ornate interior. Computer scientists’ model will be used to generate money to rebuild the historic structure destroyed in World War II.* (June 11, 1994): [http://articles.latimes.com/1994-06-11/local/me-2973\\_1\\_virtual-reality](http://articles.latimes.com/1994-06-11/local/me-2973_1_virtual-reality) (23.02.2017).
- 15 Vgl. dazu Franziska Haas: *Dresden City Models. On the interrelation of digital reconstructions and the image of a city*, in: *Digital Heritage International Congress, Marseille, France, October 28–November 1, 2013, Volume II*, S. 99–102.
- 16 <http://www.neumarkt-dresden.de/ueber-uns/> (10.01.2017).
- 17 Dolff-Bonekämper, Gabi: *Denkmalverlust als soziale Konstruktion*, in: *Denkmalpflege statt Attrappenkult. Gegen die Rekonstruktion von Baudenkmalern – eine Anthologie*, hg. v. Adrian von Buttlar u.a., Basel, Berlin 2011. S134–165.
- 18 Vorländer, Hans: *Zerrissene Stadt: Kulturkampf in Dresden*, Beitrag vom 29.01.2016 auf der Internetseite der Bundeszentrale für politische Bildung. <http://www.bpb.de/apuz/219407/zerrissene-stadt-kulturkampf-in-dresden?p=all> (26.02.2017).
- 19 Hertzog, Stefan: „1756 Dresden“ – der Mythos des barocken Dresden, in: *1756 Dresden. Dem Mythos auf der Spur*, hg. v. Asisi Factory, Leipzig 2007.
- 20 Asisi, Yadegar: *Die Demokratisierung der Architekturscheidung: Hilft Architektursimulation? In: Sigrid Brandt und Hans-Rudolf Meier 2008 (wie Anm. 4), S. 128–137.*
- 21 Grellert, Mark: *Immaterielle Zeugnisse. Synagogen in Deutschland. Potentiale digitaler Technologien für das Erinnern zerstörter Architektur*, Bielefeld 2007. Zum Aspekt der Emotionalisierung insbesondere S. 339-344.
- 22 Gabi Dolff-Bonekämper 2011 (wie Anm. 17).
- 23 <http://www.stadtbild-deutschland.org/forum/> (28.09.2016).
- 24 <http://www.arstempno.de/projekt/> (11.01.2017).
- 25 „Virtuelle Rekonstruktionen von Bauwerken“. Die Stellungnahme findet sich auf der Webseite von ARSTEMPANO Panoramareiseführer. [www.arstempno.de](http://www.arstempno.de) (20.02.2017).
- 26 Die Modelle wurden durch das Fachgebiet Informations- und Kommunikationstechnik in der Architektur der TU Darmstadt und Architectura Virtualis GmbH unter der wissenschaftlichen Leitung von Manfred Koob im Auftrag der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden zwischen 2008 und 2011 erstellt.
- 27 Ein jüngeres Forschungsprojekt zum Thema ist z.B. das DFG-Projekt „Virtuelle Rekonstruktionen in transnationalen Forschungsumgebungen – Das Portal: Schlösser und Parkanlagen im ehemaligen Ostpreußen“. <https://www.herder-institut.de/go/Q-338d9c2> (20.02.2017).
- 28 Das Phänomen wird grundlegend vom Historiker Pierre Nora beschrieben. Vgl. dazu Ernst, Wolfgang: *Das Gesetz des Gedächtnisses. Medien und Archive am Ende (des 20. Jahrhunderts)*, Berlin 2007, S. 11–12.
- 29 Betancourt, Michael: *The Critique of Digital Capitalism: An Analysis of the Political Economy of Digital Culture and Technology*. Brooklyn, New York 2016.
- 30 Wolfgang Ernst (wie Anm. 28), S. 258.
- 31 Auskunft von Torsten Wehlmann per Email (09.02.2017).
- 32 Classen, Christof: *Medien und Erinnerung*. Text auf der Webseite der Bundeszentrale für Politische Bildung, vom 26.08.2008. <http://www.bpb.de/geschichte/zeitgeschichte/geschichte-und-erinnerung/39857/medien-und-erinnerung> (10.02.2017).

## Zur Erhaltung des nicht Haltbaren

SILKE LANGENBERG

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Art, wie Architektur entworfen und materialisiert wird, hat sich in den vergangenen Jahren gewandelt. Nachdem infolge der Entwicklung digitaler Entwurfswerkzeuge (Computer Aided Design/CAD) zunächst der Planungsprozess beeinflusst wurde, gewinnen zunehmend auch digitale Fabrikationstechniken (Computer Aided Manufacturing/CAM) in der Architektur an Bedeutung. Führende Forschungseinrichtungen und Unternehmen haben bereits erfolgreich computergesteuerte Maschinen und Roboter in der Vorfertigung oder auf der Baustelle integriert, um spezialisierte oder variierende Aufgaben durchzuführen.

Mit Blick auf laufende Projekte und den Fluss von Fördermitteln scheint es nur eine Frage der Zeit, dass sich die neuen Techniken in der Architektur etablieren. Eine Auseinandersetzung mit dem Thema der Alterung, Haltbarkeit und Reparaturfähigkeit digital hergestellter Konstruktionen und der Möglichkeit des Ersatzes schadhafter Teile wird damit unausweichlich.

Die Methoden der Bauforschung erscheinen nur ansatzweise geeignet, die ausgeführten Objekte ganzheitlich zu erfassen, denn die digitalen Prozesse sind recht komplex. Mit ihrer Hilfe erstellte Konstruktionen und Bauten werden ohne Fachwissen und deutlichen Materialverlust kaum zu repara-

rieren sein. Aus konservatorischer Sicht stellt sich schon bald die Frage nach der Erhaltung des Originals und dem Wert theoretisch beliebig reproduzierbarer Bauten und Konstruktionen. Längerfristig wird die digitale Architektur sehr wahrscheinlich zu einer Herausforderung im denkmalpflegerischen Diskurs – denn jenseits aller konservatorischen Probleme widerspricht vor allem ihre Prozesshaftigkeit grundsätzlichen Prinzipien der materiellen Erhaltung von Originalsubstanz.

### Digital entworfene Architektur

Neben der Nutzung des Rechners als reines Zeichenwerkzeug zur Planerstellung haben sich in den letzten zwei Jahrzehnten vor allem die Möglichkeiten des parametrischen Designs auf die Architektur und gestalterische Formensprache ausgewirkt. Mithilfe verschiedener Programme können nicht nur fließende Formen und komplexe dreidimensionale Körper generiert, sondern auch miteinander verschnitten, verzerrt, rotiert oder anderweitig modifiziert werden. Die erzeugten Geometrien finden ihre Begründung in der unterschiedlichen Gewichtung funktionaler, gestalterischer, nutzungsbedingter oder materieller Einflussgrößen und -faktoren.

Während in der Planungsphase digital entworfener Architektur schon lange eine große Bandbreite an neuen Möglichkeiten Anwendung findet, erfolgt die Ausführung der Gebäude meist konventionell. Die frühen europäischen Bauten von Frank Gehry beispielsweise, wie das Guggenheim-Museum in Bilbao (Abb. 1) oder der neue Zollhof im Düsseldorfer Medienhafen, haben rein konstruktiv nur wenig mit ihrer Gestaltung zu tun. Technische Lösungen zur Herstellung der komplexen Bauteile und freien Formen sind von der Bauindustrie erst zu entwickeln gewesen.<sup>1</sup>

Gegen Ende des 20. Jahrhunderts finden die ersten digital entworfenen Bauten allgemein große Beachtung und werden zum Vorbild für eine neue dekonstruktivistische Formensprache. In der Folge entstehen zahllose, den städtischen Kontext



Abb. 1: Guggenheim Museum in Bilbao, 1997, Frank O. Gehry

nur wenig berücksichtigende Solitärbauten, deren spektakuläre architektonische Gestalt helfen soll, Bauherren oder Unternehmen ein fortschrittliches Image zu geben, Stadtquartiere aufzuwerten oder ganze Städte nach dem Vorbild von Bilbao zu beleben.<sup>2</sup> Mit einer bisherigen Lebensdauer von knapp zwanzig Jahren sind die ältesten dieser Objekte noch immer relativ jung, dennoch stellen viele infolge baukonstruktiver Sonderlösungen oder Schwachstellen sowie mangelnder Reparaturfähigkeit bereits ein Problem dar. Neben grundsätzlichen Fragen bezüglich ihrer materiellen Haltbarkeit wird aber auch ihre „Einzigartigkeit“ zu diskutieren sein.

Die freien, Anfang der 1990er Jahre eher ungewöhnlichen Formen der ersten digital entworfenen Bauten und die Verwendung hochwertiger, häufig auch hochglänzender Fassadenmaterialien tragen zum Wiedererkennungswert der Objekte bei. Durch die vielfache, zum Teil unbeholfene Nachahmung in den folgenden Jahrzehnten, aber auch die Reproduktion erfolgreicher Entwurfsideen durch die ursprünglichen Verfasser, ist dieser Wert mittlerweile deutlich geschwächt. Irgendwann stellt sich zwangsläufig die Frage nach der Originalität eines gestalterischen Konzeptes oder Bauwerkes, von dem es zahllose Kopien gibt: An jedem Ort vielleicht einzigartig werden vermeintliche Alleinstellungsmerkmale in einem größeren Kontext betrachtet zweifelhaft (Abb. 2).

Unter konservatorischen Gesichtspunkten bereiten die digital entworfenen Bauten in zweierlei Hinsicht Probleme. Auf der einen Seite kann bis heute keine Sicherheit der digitalen, dreidimensionalen Planungsdaten garantiert werden, so dass sämtliche Unterlagen kontinuierlich umgespeichert werden müssen.<sup>3</sup> Als weitere Möglichkeit der dauerhaften Dokumentation bleibt meist nur der physische, in der Regel zweidimensionale Ausdruck, wobei viele Informationen zwangsläufig verloren gehen. Auf der anderen Seite zeigen die Bauten ähnliche konstruktive Schäden wie die High-Tech-Architektur der späten 1970er und 1980er Jahre: kaum erprobte Konstruktionsarten und wenig dauerhafte Materialien verlangen nach einem kontinuierlichen Austausch. Infolgedessen ist der Wartungsaufwand unverhältnismäßig hoch, die Energiebilanz entsprechend schlecht.

Ein Merkmal digitaler Architektur ist lange ihre Neu- und Andersartigkeit – aufgrund des Einsatzes digitaler Entwurfstechniken gilt sie als modern, fortschrittlich und zukunftsweisend. Einen gewis-



Abb. 2: Bildausschnitte verschiedener Bauten von Frank O. Gehry



Abb. 3: Baustelle des Opernhauses in Guangzhou, 2010, Zaha Hadid

sen Teil ihrer Popularität verdankt sie sicher auch dem „Spektakel“, dass um ihre Planung und Errichtung veranstaltet wird. Inwieweit sich dieses Image mit ihrer Ausführung deckt und ob das Spektakuläre Bestand hat, wenn es zu schnell und schlecht altert, wird kaum thematisiert. Verhältnismäßig spät bemängeln Kritiker, dass die parametrisch entworfenen Bauten nur wenig mit ihrer konstruktiven und bautechnischen Herstellung zu tun haben (Abb. 3).<sup>4</sup> In der Folge entwickelt sich ein eigener Zweig an Spezialisten, welche bei der schlüssigen Umsetzung digitaler Entwürfe ansetzen.

### Transfer von digitalen Daten und Wissen

Um parametrisch generierte Formen konsequent materialisieren zu können, sollten konstruktions-technische und baubetriebliche Faktoren von Anfang an in der Planung berücksichtigt sein. Aufgrund des Zeit- und Kostendrucks in der Entwurfsphase ist



Abb. 4: Digital fabriziertes Bauteil für die Errichtung des Centre Pompidou in Metz

das jedoch häufig nicht der Fall, so dass den komplexen geometrischen Objekten erst nachträglich ein gewisses Ordnungsprinzip zugrunde gelegt wird, um eine überschaubare Anzahl unterschiedlicher Bauteile zu erhalten. Diese können anschließend produziert und auf der Baustelle wieder zu einer komplexen Großform zusammengesetzt werden (Abb. 4). Die Vorteile serieller und industrieller Fertigungstechniken sind auf diese Weise bis zu einem gewissen Grad nutzbar, für einen schlüssigen digitalen Arbeitsablauf (Workflow) von der Planung bis zur Ausführung wären aber vor allem auch digitale Fabrikationstechniken zu integrieren. Ein Problem sind dabei häufig die Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen Programmen, mit denen geplant wird und welche die Maschine letztlich steuern. In der Regel ist eine enge Zusammenarbeit mit den Herstellern notwendig. Darüber hinaus arbeiten Spezialisten im Bereich der Programmierung an der Übersetzung von Planungsdaten in Befehle zur Steuerung digitaler Maschinen (G-code), da derartige Kenntnisse und Fähigkeiten bei Architekten keineswegs zur Grundausbildung gehören und in den Planungsbüros nur selten vorhanden sind.<sup>5</sup>

Durch die Einbeziehung von Spezialisten im Bereich der Programmierung bei gleichzeitiger Berücksichtigung herstellungsspezifischen Fachwissens hat die Logik der Ausführung von parametrisch designten Bauten in den letzten Jahren deutlich zugenommen – mit ihr auch das notwendige Fachwissen für einen späteren Umgang mit den Gebäuden. Nicht selten ist das Wissen um Konstruktion und Herstellungsprozess nur bei einem sehr begrenzten Personenkreis verfügbar, darüber hinaus unzureichend und vor allem zu wenig dauerhaft dokumentiert.

Infolge von zunehmender Komplexität der ausgeführten Bauten, unzureichendem Wissenstransfer sowie unsicherer Dokumentation von Programmier- und Prozessdaten sind die Bauten im Fall einer notwendigen Instandsetzung problematisch. Programme, Datenträger und Speichermedien, mit denen ursprünglich gearbeitet wurde, sind schon wenige Jahre später veraltet und ohne größeren Aufwand nicht mehr zu lesen. Am ausgeführten Bauwerk selbst ist die Logik der Fügung häufig nicht erkennbar. Auch wenn die klassische Bauforschung durch die frühe Berücksichtigung und Weiterentwicklung digitaler Messtechniken vergleichsweise gut vorbereitet scheint, werden ihre Methoden bei den sehr komplexen digital erzeugten Formen und optimierten Konstruktionen vermutlich an ihre Grenzen stoßen. Der Einsatz digitaler Messtechniken ist unumgänglich, wobei diese baukonstruktive Zusammenhänge bekanntlich nicht abbilden können. Auf längere Sicht wird in der Bauforschung auch Wissen um neuere, digitale Konstruktionstechniken notwendig sein. Darüber hinaus ist bei den freien, häufig mehrfach gekrümmten und verschnittenen Formen der ausgeführten Bauwerke die digital zu erfassende Datenmenge sehr groß – infolgedessen auch der Aufwand, sie nachträglich zu reduzieren und lesbar aufzubereiten.<sup>6</sup>

### Digitale Maschinen und Fügeprinzipien

Mit der fortschreitenden Entwicklung digitaler Fabrikationsmaschinen kommt zu Beginn des neuen Jahrtausends der Wunsch auf, diese auch verstärkt im Bereich der Architektur zu nutzen – sowohl zur konsequenten digitalen Umsetzung parametrisch entworfener Objekte, als auch zur Entwicklung einer vollkommen neuen, eher prozess-orientierten Formensprache. Computergesteuerte Maschinen (Computer Numerical Control / CNC) sind zu diesem Zeitpunkt bereits in anderen Industriezweigen wie beispielsweise der Automobilbranche fest etabliert. Designer nutzen spätestens seit Mitte der 1980er Jahre die Möglichkeiten des „Rapid Prototyping“ zur Formfindung.<sup>7</sup> Auch in der Architektur erfolgt der Einsatz digitaler Fabrikationsmaschinen zunächst im Bereich des Modellbaus: Digital gezeichnete Pläne von Fassaden beispielsweise werden direkt an die produzierende Maschine – in der Regel einen Laser oder eine Fräse – gesendet, um sie aus flächigen Materialien herzustellen. Anders als im Design bleibt der Modellbau in der Architektur relativ lange auf den zweidimensionalen Bereich beschränkt. Die

Fügung der einzelnen Bauteile erfolgt anschließend rein manuell. Der Grund hierfür liegt vermutlich in der unterschiedlichen Arbeitsweise der verschiedenen Disziplinen, denn anders als Architekten sind es die Designer gewohnt mit Freiformen im dreidimensionalen Bereich zu arbeiten.

Wie zuvor das CAD durchläuft auch die computergestützte Herstellung CAM im Bereich der Architektur eine Phase der Konsolidierung, bevor ihr Potenzial für den gestalterischen Entwurf, die baukonstruktive Ausführung und die Fügung von Bauteilen entdeckt wird. Zunächst ist der Einsatz digitaler Fertigungsverfahren auf kleinere Elemente der Fassade beschränkt, wie beispielsweise Brüstungselemente, Balkongeländer und Verkleidungsplatten, in welche variierende Muster gelasert, gefräst oder gestanzt werden. Darüber hinaus werden die Techniken vor allem im Holzbau eingesetzt, da traditionelle Holzverbindungen vergleichsweise einfach gefräst werden können, anstatt sie handwerklich herzustellen. Durch die Möglichkeit der digitalen Bearbeitung von Platten, die in die Schalung einlegt werden, nimmt schließlich auch der Einfluss im Bereich des Betonbaus zu.<sup>8</sup> Das Herstellen von Reliefs und komplexen geometrischen Formen aus Beton wird damit sowohl einfacher als auch kostengünstiger.

Neben den subtraktiven und formativen Verfahren<sup>9</sup> scheinen in den letzten Jahren vor allem additive Verfahren ins Zentrum des Interesses gerückt zu sein – allen voran der 3D-Druck, welcher mit Auslaufen der Lasersintering-Patente im Jahr 2014 einen weiteren Innovationsschub erfahren hat.<sup>10</sup> Auch wenn das Drucken ganzer Bauteile bislang noch eine Ausnahmeerscheinung darstellt, können die Verfahren für bestimmte Anwendungsbereiche in der Architektur, wie beispielsweise die Herstellung von Ersatzteilen, durchaus sinnvoll sein: Im Gegensatz zur industriellen Fertigung ist es möglich, auch kleinere Stückzahlen und individuell angepasste Bauteile wirtschaftlich zu produzieren. Inwieweit sich die digitale Fabrikation auch auf die architektonische Formensprache auswirkt oder ob sie längerfristig nur genutzt wird, um aufwendige handwerkliche Techniken durch günstigere digitale Verfahren zu ersetzen, wird sich zeigen.

### Digital fabrizierte Architektur

Versuche, auf Grundlage digitaler Herstellungsprozesse eine vollkommen neue, bis dahin so kaum mögliche architektonische Gestalt zu entwickeln,

zeigen sich erstmals mit der Programmierung eines Industrieroboters zum Ausführen mehrfach gekrümmter Mauerwerkswände im Jahr 2006.<sup>11</sup> Die Architekten haben hierzu einen Standardindustrieroboter selbst umprogrammiert und das zum Greifen und Absetzen der Ziegelsteine notwendige Werkzeug entwickelt. Nachdem im Rahmen eines Forschungs- und Lehrprojektes verschiedene Wandelemente erfolgreich hergestellt wurden, ist die Technik zur Gestaltung und Ausführung einer Fassade erstmals an einem Bauwerk angewendet worden (Abb. 5). Die als Brise Soleil eingesetzten Wandelemente sind mithilfe des Roboters vorgefertigt und anschließend segmentweise verbaut.<sup>12</sup>



Abb. 5: Weingut Gantenbein in Fläsch (CH) von Bearth & Deplazes, Fassade von Gramazio & Kohler

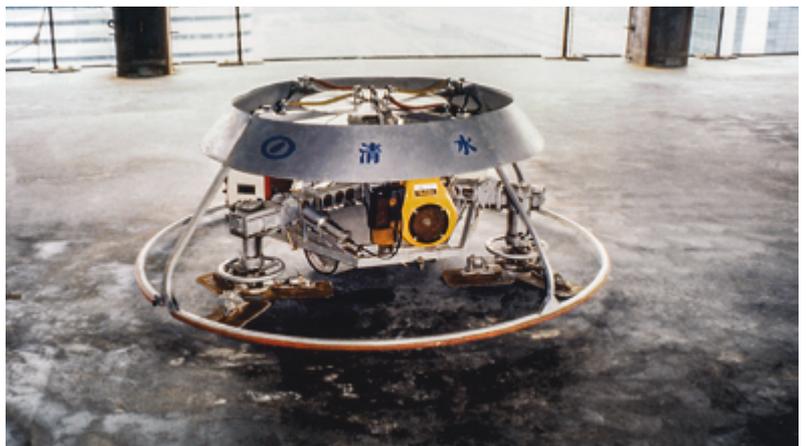


Abb. 6: Roboter zum Estrichglätten von Shimizu Corporation, Kawasaki 1987

Versuche, Roboter zum Mauern beziehungsweise Versetzen größerer Steine zu verwenden, gab es zu diesem Zeitpunkt bereits. Schon Mitte der 1990er Jahre wird in Karlsruhe der Mauerwerksroboter ROCCO präsentiert.<sup>13</sup> Hierbei handelt es sich um einen „Single Task Construction Robot“, der dazu programmiert ist ein und dieselbe Auf-

gabe auszuführen und in erster Linie menschliche Arbeitskraft zu ersetzen. Einen gestalterischen Mehrwert durch den Einsatz der neuen Technik zu erlangen ist weder beabsichtigt noch vorgesehen. Vergleichbare Roboter sind auch in Japan schon gegen Ende der 1980er Jahre zum Glätten von Beton und Estrich sowie zum Anstreichen entwickelt worden (Abb. 6).<sup>14</sup>

Nach erfolgreichem Einsatz des Industrieroboters in der Vorfertigung kommt der Wunsch auf,



Abb. 7: Forschungsprojekt Smart Dynamic Casting, ETH Zürich



Abb. 8: ICD/ITKE Forschungspavillon 2012, Universität Stuttgart

ihn entsprechend den japanischen Vorbildern auch direkt auf der Baustelle agieren zu lassen. Eine erste Weiterentwicklung ist die robotergesteuerte Vorfertigung von Bauteilen direkt auf dem Bauplatz als eine Art Feldfabrikation. Durch den Einsatz vor Ort entfällt der Transport schwerer Bauteile über größere Strecken. In einem nächsten Entwicklungsschritt werden die Bauteile vom Roboter schließlich in situ – also direkt an der finalen Stelle – platziert. Ausgestattet mit Fahrwerk und entsprechender Sensorik ist es möglich ihn mobil agieren zu lassen.<sup>15</sup> Im Vergleich zu anderen digitalen Fabrikationstechniken bietet die Robotik den Vorteil, dass die ausführende Maschine nicht auf einen einzigen Herstellungsprozess beschränkt ist. Je nach Endwerkzeug kann der Roboterarm verschiedene Tätigkeiten ausüben. Projekte reichen vom Mauern und Schichten, über kontinuierliche formative Prozesse<sup>16</sup> (Abb. 7), bis hin zum Weben von Glasfasern<sup>17</sup> (Abb. 8) und Biegen von Bewehrungseisen.<sup>18</sup>

Neben den Projekten im Bereich der Baurobotik haben sich in den letzten Jahren auch die Versuche gehäuft, Häuser nach dem Prinzip des 3D-Druckers zu bauen. Sie knüpfen zum Teil an japanische Ideen aus den 1980er Jahren an, als Hochhäuser in engen stadträumlichen Situationen unter Zuhilfenahme robotischer Prozesse errichtet wurden. Hierzu sind seinerzeit größere Krananlagen auf dem Baugrundstück installiert worden, die schrittweise mit der Baustelle in die Höhe wuchsen.<sup>19</sup> Unter ihnen konnten in einem kontrollierten Umfeld dann die einzelnen Gewerke mithilfe unterschiedlicher Techniken sowohl handwerklich als auch maschinell ausgeführt werden. Die ersten Versuche Häuser dreidimensional zu drucken arbeiten nach einem ähnlichen Prinzip: Kranbahnen bauen das Material – in der Regel einen Betonwerkstoff – der Grundrissform folgend schichtweise auf.<sup>20</sup> Andere Projekte drucken eher kleinere Bauteile, die anschließend vor Ort montiert werden (Abb. 9). Im Jahr 2015 wurde schließlich ein Projekt vorgestellt, das versucht mithilfe eines Industrieroboters eine Brücke „zu drucken“, die einen Kanal in Amsterdam überspannen soll (Abb. 10). Hierzu wird Stahl in einem kontinuierlichen Prozess punktweise geschweißt. Erste kleinere Prototypen sind bereits erfolgreich produziert worden.<sup>21</sup>

Der zunehmende Einsatz digitaler Fabrikationstechniken in der Architektur verlangt auf längere Sicht eine Auseinandersetzung mit Fragen der Alterung, Haltbarkeit und Reparaturfähigkeit.<sup>22</sup> Auch



Abb. 9: Im 3D-Druck Verfahren hergestelltes Haus



Abb. 10: Brückenprojekt des Startups MX3D, Design von Joris Laarmann

wenn die meisten der neu entwickelten Konstruktionsweisen sich noch in der Erprobungsphase befinden, müsste langsam damit begonnen werden, nicht nur den Prozess der Montage (Assembling) zu lösen, sondern auch der späteren Zerlegung von Bauteilen (Disassembling). Viele digitale Prozesse sind derzeit nur mithilfe von Klebern im Bauwesen einsetzbar und arbeiten nach dem Prinzip der Schichtung. Gedruckte Konstruktionen sind in der Regel monolithisch. Fehlerhafte Konstruktionspunkte können daher später kaum zerstörungsfrei erreicht werden. Im Fall einer notwendigen Reparatur können häufig nur handwerkliche Techniken angewendet werden. Hier scheinen grundlegende Forschungsarbeiten im Bereich digitaler Fügeverfahren und -prinzipien notwendig.

### **Grenzen und Chancen des Digitalen**

Bei vielen der parametrisch entworfenen, als auch den derzeit mithilfe computergesteuerter Maschinen errichteten Objekte handelt es sich um Versuchsbauten neuartiger Gestaltungsprinzipien oder Konstruktionstechniken. Als solche werden zahlreiche Objekte zu einem Thema für die Denkmalpflege. Die zu Beginn des digitalen Zeitalters parametrisch entworfenen Bauten sind dabei vor allem aus baukulturellen, städtebaulichen und architekturhistorischen Gründen interessant. Aufgrund ihrer in der Regel eher traditionellen Errichtung werden sie vergleichsweise einfach zu bewahren und auch zu reparieren sein. Die digital fabrizierten Bauten dagegen fallen meist in den Bereich konstruktiver und bautechnischer Innovationen und stellen sowohl aus konservatorischen, infolge ihrer Prozesshaftigkeit aber vor allem auch denkmaltheoretischen Gründen eine Herausforderung dar. Die Erhaltung einer Idee und die des ausgeführten Objektes muss möglicherweise gegeneinander abgewogen werden. Der immaterielle Wert eines digital fabrizierten Bauwerkes ist unter Umständen höher als der materielle Wert seiner Originalsubstanz.

Theoretisch ist digital fabrizierte Architektur reproduzierbar. Ein digitaler Herstellungsprozess kann von seinem Grundsatz her jederzeit identisch wiederholt werden, vorausgesetzt die Daten, Maschinen und verwendeten Materialien sind noch verfügbar. Schadhafte Originalbauteile könnten also nachproduziert und ausgewechselt werden, sofern der Prozess ausreichend dokumentiert und der Austausch konstruktiv möglich ist. In der Realität gestaltet sich die Reproduktion eines schadhaften

Bauteils häufig schwieriger, denn digitale Design- und Produktionsprozesse sind meist hochspezialisiert und das Wissen um die Konstruktionen nur bei einem begrenzten Personenkreis verfügbar. Gleichzeitig ist das Problem der langfristigen Datensicherung und des Veraltens von Systemen nicht zu unterschätzen – und viele Schäden treten am Bauwerk naturgemäß erst nach einigen Jahren oder sogar Jahrzehnten auf. In den meisten Fällen wird die Reproduktion eines digital fabrizierten Bauteils am Ende einen erheblich größeren Aufwand erfordern, als für die Herstellung des Originals ursprünglich notwendig war.

Aus konservatorischer Sicht ist der Austausch eines schadhaften Bauteils anstelle seiner Reparatur kaum als Alternative zu bezeichnen, sondern stellt vielmehr die letzte Möglichkeit zur Erhaltung eines größeren Gefüges dar. Das Original geht in seinem ursprünglichen Zustand unwiederbringlich verloren. Zukünftig könnte sich hier allerdings die Frage stellen, wie mit Konstruktionen umgegangen werden soll, die den Austausch grundsätzlich vorsehen. In Japan gibt es bereits Inspektions- und Reparaturroboter, die automatisiert Fassaden abklopfen und lose Teile kontinuierlich durch baugleiche ersetzen.<sup>23</sup> In diesem Fall wäre zu klären, ob das Originalbauteil schützenswert ist, der Steuerungscode, der auf einen bestimmten Prozess spezialisierte Roboter oder das Grundkonzept des kontinuierlichen Austauschs. Gegenwärtige Denkmaltheorien und Schutzkriterien scheinen für den Umgang mit solchen Objekten nur teilweise geeignet.

Aufgrund ihres insgesamt relativ geringen Anteils am Gesamtbestand stellt die digitale Architektur derzeit noch kein Problem dar. Gleichzeitig lässt die Weiterentwicklung digitaler Bauaufnahme- und Reparaturmethoden neue Möglichkeiten im Umgang mit den Objekten erwarten. Erfahrungen mit den digital fabrizierten Konstruktionen und ausgeführten Bauten gibt es aufgrund ihres Alters jedoch bislang kaum und die Frage nach ihrer Alterung, Haltbarkeit und Reparaturfähigkeit muss gestellt werden. Die im Bereich der digitalen Fabrikation tätigen Architekten, Forschungsinstitutionen und Unternehmen sind bisher nur wenig für das Thema der langfristigen Erhaltung ihrer Bauten sensibilisiert. Aufgabe der Denkmalpflege ist es, bereits heute auf die zu erwartenden Probleme im Umgang mit den Gebäuden aufmerksam zu machen und sich auch selbst den Herausforderungen der digitalen Architektur zu stellen.

## Abbildungsnachweis

- |   |   |    |   |
|---|---|----|---|
| 1 | Copyright: Phillip Maiwald (Nikopol)    | 7  | Copyright: Gramazio Kohler Research, ETH Zürich                               |
| 2 | Copyright Einzelbilder: Google          | 8  | Copyright: ICD/ITKE Forschungspavillon 2012, ©ICD/ITKE Universität Stuttgart  |
| 3 | Copyright: Frank Kaltenbach             | 9  | Copyright: WinSun Decoration Design Engineering Co. / Shanghai, www.3Ders.org |
| 4 | Copyright: Design-To-Production, Zürich | 10 | Copyright: Joris Laarmann / MX3D  |
| 5 | Copyright: Ralph Feiner                 |    |   |
| 6 | Copyright: Thomas Bock                  |    |   |

## Anmerkungen

- |    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| 1  | Bock, Thomas / Linner, Thomas: Customized Automation and Robotics in Prefabrication of Concrete Elements, in: New Perspective in Industrialization in Construction – A State-of-the-Art Report, ed. by Gerhard Grimscheid and Frits Scheublin, Zurich 2010, S. 281–298.   | 12 | Liechtenstein, Claude: Weinkellerei Gantenbein, in: Spielwitz & Klarheit, Schweizer Architektur, Grafik und Design 1950–2006, Baden 2006, 275–277.   |
| 2  | The Bilbao Effect, in: The Economist, 21.12.2013. <a href="http://www.economist.com/news/special-report/21591708-if-you-build-it-will-they-come-bilbao-effect">www.economist.com/news/special-report/21591708-if-you-build-it-will-they-come-bilbao-effect</a> (09.02.2017).  | 13 | Roboter. Heinzelmänner zum Mond, in: Der Spiegel 5/1996, S. 146–149.   |
| 3  | Bei Foster & Partners in London beispielsweise sind auf einem Rechner alle Versionen des Programms Autodesk installiert, damit auch ältere Planunterlagen lesbar bleiben. Nach Aussage von Robert und Francis Aish am 13.09.2016 in Zürich.   | 14 | Bock, Thomas / Langenberg, Silke: Changing Building Sites. Industrialisation and Automation of the Building Process, in: AD Made by Robots. Challenging Architecture at a Larger Scale, edited by Fabio Gramazio and Matthias Kohler, London 2014, 88–99.        |
| 4  | Sheil, Bob / Glynn, Ruairi (Eds.): Fabricate: Making Digitale Architecture, London 2011.  | 15 | Helm, Volker: In-situ-Fabrikation. Diss. Köln, 2014.   |
| 5  | Das Unternehmen designtoproduction beispielsweise ist führend im Bereich der Gebäudedatenmodellierung, dem Schließen der Prozesskette zwischen Idee und Fabrikation. <a href="http://www.designtoproduction.com">www.designtoproduction.com</a> (09.02.2017).   | 16 | Lloret Fritschi, Ena: Smart Dynamic Casting. A digital fabrication method for non-standard concrete structures, Diss. Zurich 2016.   |
| 6  | Zum Aufwand der Datenreduzierung siehe Langenberg, Silke / Irmler, Bernhard / Sauerbier, Martin: Angemessen messen – best demonstrated practice, in: Von Handaufmass bis Hightech III. 3D in der historischen Bauforschung, hg. v. Katja Heine, Klaus Rheidt, Frank Heinze und Alexandra Reidel, Darmstadt 2011, S. 142–150, Abb.11, S. 149.                                    | 17 | Knippers, Jan / Menges, Achim: Carbon und Glasfaser – vom Roboter gewickelt, in: Deutsches Ingenieurblatt, H. 5., Berlin, 2013, S. 12–14.  |
| 7  | Gebhard, Andreas: Rapid Prototyping. Werkzeuge für die schnelle Produktentstehung. 2. Aufl. München 2000.   | 18 | Projekt Mesh Mould Metal, ETH Zürich, 2015–2018. <a href="http://gramaziokohler.arch.ethz.ch/web/e/forschung/316.html">http://gramaziokohler.arch.ethz.ch/web/e/forschung/316.html</a> (09.02.2017).   |
| 8  | Willmann, Jan / Gramazio, Fabio / Kohler, Matthias: Schalungen digital formen, in: TEC21, H. 35 (Betonexperimente), 2013, S. 28–35.   | 19 | Bock, Thomas: Automatisierte Hochbaustellen, in: ibr. Informationen Bau-Rationalisierung, Jg. 41, H. 1, 2012, S. 21–26.  |
| 9  | Subtraktive Verfahren nehmen Material weg (z.B. Lasern oder Fräsen), formative Verfahren deformieren Material (z.B. Tiefziehen), additive Verfahren bauen Material auf (z.B. 3D-Druck).   | 20 | Das bekannteste Verfahren zum 3D-Druck von Häusern ist von Behrokh Khoshnevis an der University of Southern California (USC) entwickelt worden, <a href="http://www.contourcrafting.org">www.contourcrafting.org</a> (09.02.2017).                               |
| 10 | Dornath, Andreas: Patente laufen aus. Wird 2014 das Jahr des 3D-Drucks? In: <a href="http://golem.de">golem.de</a> , IT-News für Profis, 23.07.2013, <a href="http://www.golem.de/news/patente-laufen-aus-wird-2014-das-jahr-des-3D-laserdrucks-1307-100550.html">www.golem.de/news/patente-laufen-aus-wird-2014-das-jahr-des-3D-laserdrucks-1307-100550.html</a> (09.02.2017). | 21 | Das niederländische Startup MX3D arbeitet in Kooperation mit Autodesk und dem Unternehmen Heihmans an dem Projekt. Das Design der Brücke stammt von Joris Laarman. <a href="http://mx3d.com/projects/bridge/">http://mx3d.com/projects/bridge/</a> (09.02.2017). |
| 11 | Gramazio Kohler Research, ETH Zürich: Die programmierte Wand, Diplomwahlfach 2006, <a href="http://www.gramaziokohler.arch.ethz.ch/web/d/lehre/81.html">www.gramaziokohler.arch.ethz.ch/web/d/lehre/81.html</a> (09.02.2017).   | 22 | Langenberg, Silke: Die digitale Herausforderung. Alterung, Reparaturfähigkeit und theoretische Reproduzierbarkeit digital fabrizierter Architektur, in: <i>archithese</i> , Eine Schwäche für Materialität, H. 3, 2013, S. 84–85.                                |
|    |   | 23 | Bock, Thomas / Linner, Thomas: The Cambridge Handbooks in Construction Robotics. Elementary Technologies and Single-Task Construction Robots, New York 2016.   |



# forschen & vermitteln

Tagungsort Bauhaus-Universität Weimar



# Digitale Verfahren in der archäologischen Denkmalpflege

MARTIN VOLLMER-KÖNIG

---

Angesichts des zunehmenden Maßes, in dem digitale Verfahren unser Leben bestimmen, lohnt es sich, einen Blick darauf zu werfen, welche Rolle sie in der archäologischen Denkmalpflege spielen. Dabei zeigt sich schnell, dass die Bodendenkmalpflege den Anforderungen eines hochfrequenten Planungsgeschehens ohne Einsatz entsprechender Technik nicht gerecht werden kann. Gleiches gilt für archäologische Untersuchungen, die im bodendenkmalpflegerischen Kontext erfolgen. Aber auch darüber hinaus gehören digitale Verfahren in das methodische Inventar archäologischer Maßnahmen, wenn die Archäologie nicht unter ihren aktuellen Möglichkeiten bleiben soll. Aus der Perspektive archäologischer Denkmalpflege sind in Bezug auf das Thema drei Bereiche zu betrachten: die Rolle der Bodendenkmalpflege in Planungs- und Genehmigungsverfahren, die Durchführung archäologischer Maßnahmen und die Vermittlung ihrer Ergebnisse.

## **Das Digitale bei der Beteiligung der Bodendenkmalpflege in Verfahren**

Die rapide Entwicklung digitaler Verfahren der Informationsverarbeitung und Kommunikation hat dazu geführt, dass die Beteiligung des LVR-Amtes für Bodendenkmalpflege im Rheinland zu Planungen und Vorhaben, zu denen es als Träger öffentlicher Belange und in denkmalrechtlichen Verfahren gehört werden muss, bereits heute zum größten Teil elektronisch erfolgt. In rund zwei Drittel der gut 230 Eingänge pro Monat erreichen die Planungsdaten das Fachamt durch E-Mails mit entsprechendem Dateianhang oder der Angabe eines Links, der zum Server einer Gemeinde oder Genehmigungsbehörde führt. Dort müssen die Planungsdaten online gesichtet und die relevanten Teile heruntergeladen und in der Datenbank des Fachamtes gespeichert werden. Angesichts der voranschreitenden Etablierung des so genannten „E-Gouvernements“ ist es nur eine Frage der Zeit, bis die zwischeninstitutionellen Abläufe in Planungs- und Genehmigungsverfahren nahezu vollständig digital erfolgen werden.

Das stellt auch die Ämter für Bodendenkmalpflege vor wachsende Herausforderungen. Technisches Gerät, Software und Speicherkapazität müssen beschafft, Verwaltungsvorgänge umgestellt und Personal geschult werden.

Die Bodendenkmalpflege ist in diesem Prozess aber nicht nur Getriebene, sondern auch auf die Digitalisierung angewiesen, um der Planungsflut angesichts begrenzter Ressourcen an Zeit und Personal überhaupt begegnen zu können. So ist die Speicherung der digitalen Planungsflächen in der eigenen, GIS-basierten Datenbank, bei derzeit gut 37000 Datensätzen, unverzichtbare Grundlage dafür, den Überblick zu behalten. Oft ermöglicht nur die Suche über die Fläche die zweifelsfreie Identifizierung von Planungen, wenn die Angaben neuer Eingänge ihre Zuordnung nicht eindeutig erlauben. Die Koppelung der betreffenden Flächen mit den relevanten Planungsdaten sowie den jeweiligen Verfahrensschritten und Stellungnahmen gewährleistet aber nicht nur die bestmögliche Verwaltung der Vorgänge, sondern ist auch Voraussetzung für nachhaltiges und berechenbares denkmalpflegerisches Handeln. Sie ermöglicht es, bei neuen Vorhaben, unabhängig vom Vorwissen der Bearbeiter schnell und zuverlässig auf relevante Informationen alter Planungen zuzugreifen. Nur auf diese Weise ist zu gewährleisten, dass beispielsweise bodendenkmalpflegerische Vorgaben, die im Rahmen eines Bebauungsplans gemacht wurden, bei der langjährigen Umsetzung der resultierenden Bauvorhaben Beachtung finden oder dass ähnliche Vorhaben unter vergleichbaren Bedingungen auch die gleiche bodendenkmalpflegerische Bewertung erfahren. Gerade für die archäologische Denkmalpflege, die in der allgemeinen Wahrnehmung noch immer zu oft als Sündenbock für Bauverzögerungen herhalten muss, ist die konsequente Nutzung der digitalen Möglichkeiten zur Beschleunigung der Abläufe schließlich das probate Mittel, ihre Akzeptanz auch in dieser Hinsicht weiter zu verbessern.

Digitale Verfahren sind heute aber nicht nur für die Vorgangsbearbeitung unerlässlich, sondern auch Voraussetzung dafür, die Flächen neuer Planungen schnellstmöglich und effizient bodendenkmalpflegerisch zu bewerten. Auch die Daten, die die Beurteilung des archäologischen Potenzials ermöglichen, liegen mittlerweile weitgehend digital vor und lassen sich flächenbezogen vom Computerarbeitsplatz über die Datenbank aufrufen. Dazu gehören Meldungen zu archäologischen Funden und Befunden aus über 100 Jahren, Informationen zu Ergebnissen archäologischer und geophysikalischer Untersuchungen und Prospektionen sowie historische Karten, Bodenkarten und Luftbilder, die zuvor digital bearbeitet werden mussten. Abrufbar sind außerdem digitale 3D-Laserscandaten, die die Geländeoberfläche des Rheinlands millimetergenau abbilden, eine Quelle, die für die archäologische Denkmalpflege heute unverzichtbar ist. Die digitalen Geländemodelle lassen das Mikorelief prähistorischer, antiker und historischer Anlagen klar zu Tage treten, die ansonsten nicht zu erkennen sind. In digitaler Form können all diese Informationen am Computerarbeitsplatz mit den Planungsflächen ‚verschnitten‘ und miteinander kombiniert werden um Befunderwartungen zu formulieren, die Auswirkungen von Planungen auf das archäologische Kulturgut zu beurteilen und entsprechende Stellungnahmen abzugeben. Lägen die Informationen nicht digital vor und könnte die Bearbeitung nicht derart effektiv am Computerarbeitsplatz erfolgen, wäre die Bodendenkmalbelange in vielen Planungs- und Genehmigungsverfahren nicht in der Lage, ihre Belange fristgerecht und angemessen zu vertreten.

### Das Digitale bei der Durchführung archäologischer Maßnahmen

Zwei Aspekte verlangen den Einsatz digitaler Verfahren auch dann, wenn die bodendenkmalpflegerische Bewertung von Planungen archäologische Untersuchungen erforderlich machen: Zum einen ist das natürlich die Verpflichtung, Bodendenkmäler, die einem Vorhaben weichen müssen, bestmöglich zu untersuchen und zu dokumentieren, um zumindest ihren Informationsgehalt den aktuellen Möglichkeiten entsprechend zu bewahren. Zum anderen ist es die Notwendigkeit, archäologische Maßnahmen, die im Rahmen von Planungs- und Genehmigungsverfahren – auf Kosten von Vorhabenträgern – erfolgen müssen, so zielführend, schnell und kostengünstig

wie möglich durchzuführen und ihre Ergebnisse zeitnah zur Verfügung zu stellen. Dabei geht es zunächst darum, Bodendenkmäler, die anhand der Recherche des Fachamts zu erwarten sind, mit Prospektionsmethoden zu verifizieren, abzugrenzen und in ihrer Qualität zu bestimmen. Dafür kommen neben der ‚klassischen‘ archäologischen Begehung und Sondierung auch geoelektrische und geomagnetische Messungen, Bodenradarmessungen, Direct Push-Verfahren zur Untergrunderkundung und Metalldetektoren zum Einsatz. Ohne die Nutzung von Datenbank-, Geoinformations- und Grafiksystemen zur Verarbeitung von Raster- und Vektordaten wäre die Erfassung, Verwaltung und Auswertung der resultierenden Daten nicht möglich. Die georeferenzierten Ergebnisse der Erkundungen bilden die Grundlage dafür, das archäologische Kulturgut mit dem Ziel seiner Erhaltung in den Planungs- und Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen. Je konkreter die vorausgehende Klärung der archäologischen Parameter erfolgt, desto besser kann das Gelingen und desto größer ist die Planungssicherheit für die Vorhabenträger (Abb. 1).



Abb. 1: Mehrphasiges römisches Lager im geophysikalischen Befund, Kalkar, Nordrhein-Westfalen

Muss das archäologische Erbe dennoch einer Planung weichen, werden einmalige archäologische Quellen ausgelöscht, die in ihrer spezifischen Ausprägung nur an der jeweiligen Stelle entstehen konnten und in ihrem Informationsgehalt nicht zu ersetzen sind. Diese Unikate müssen daher zumindest bestmöglich untersucht und dokumentiert werden. Auch dazu gehört nach heutigem Stand der Technik immer der Einsatz von Datenbanksystemen und portablen Computern, von Geoinformations- und Grafiksystemen. Die Grabungsdokumentation erfolgt zunehmend digital, wodurch die Daten auch der Auswertung und Interpretation zeitnah und in

geeigneter Weise zur Verfügung stehen. Vieles was früher zu Grabungsverlauf, Funden, Befunden, stratigrafischen Beziehungen und sonstigen Faktoren analog dokumentiert wurde, wird heute unmittelbar digital erfasst. Digitale Fotografie ist Standard. Befunde mit komplexer räumlicher Struktur, die auf herkömmliche Weise nicht annähernd adäquat abzubilden wären, werden mittels 3D-Laserscan oder Structure-from-Motion (SFM) – einem Verfahren, das aus zweidimensionalen Bilddaten dreidimensionale Oberflächen berechnet – dokumentiert. Auf diese Weise sind sie nicht nur detailliert ‚lebensecht‘ erfasst, sondern stehen als räumliche Modelle auch nachträglich noch für Fragen zur Verfügung, die bei herkömmlicher Dokumentation nicht mehr zu beantworten wären. Selbst die zeichnerische Dokumentation von Schichtenaufschlüssen, die als ‚Herzstück‘ der archäologischen Grabung klassischerweise von Hand erfolgt, lässt sich heute, wenn fachlich nichts dagegen spricht, mittels Fotogrammetrie und SFM digital vornehmen. Das kann sogar in besonderem Maße dem methodischen Anspruch einer klaren Trennung von „Dokumentation“ und „Interpretation“ gerecht werden, weil der menschliche Faktor bei der Abbildung der Situation zunächst keine Rolle spielt und die Befund- und Schichtenansprache erst im zweiten Schritt erfolgt. Große Möglichkeiten für die Dokumentation archäologischer Grabungen bietet schließlich der Einsatz von Kameradrohnen, durch die sich gerade große Untersuchungsflächen ideal abbilden und Grabungsverläufe computergestützt regelmäßig von definierten Positionen oder Flugkursen dokumentieren lassen (Abb. 2).



Abb. 2: 3D-Laserscan-Dokumentation eines Einlaufbauwerks in den Kö-Graben, Düsseldorf, Nordrhein-Westfalen

Auch nach Abschluss der Geländearbeiten sind die Berge von Funden und Proben und die gewaltige Datenmenge größerer archäologischer Untersuchungen heutzutage ohne digitale Verfahren gar nicht mehr handhabbar. Das reicht von der Auswertung und Interpretation mittels Phasenplänen, Befundrekonstruktionen und statistischen Methoden bis zur Fundbeschriftung mit Hilfe digitaler Drucker.

Die Möglichkeiten digitaler Verfahren verbessern jedoch nicht nur den Erkenntnisgewinn archäologischer Maßnahmen, die Qualität ihrer Dokumentation und die Auswertbarkeit der Untersuchungsergebnisse, sondern tragen auch maßgeblich zum Erfolg bodendenkmalpflegerischer Arbeit bei. So helfen sie zum einen, den zeitlichen Aufwand archäologischer Maßnahmen zu verringern, die im Rahmen von Baumaßnahmen erfolgen müssen. Das ist für die Durchführung von Vorhaben oft von wesentlicher Bedeutung, sei es, dass nur ein enges zeitliches Fenster zur Verfügung steht oder der Einsatz von besonders kostenintensivem technischen Gerät, etwa für Gründungsarbeiten oder Maßnahmen zur Baugrubensicherung, minimiert werden soll. Zum anderen ermöglicht es digitale Verfahren, die Ergebnisse von Untersuchungen, durch die archäologische Daten für Planungs- und Genehmigungsverfahren erhoben werden, zeitnah und in einer digitalen Form zur Verfügung zu stellen, die ihre Nutzung für die planerische Bearbeitung unmittelbar zulässt. Für die Wahrnehmung der archäologischen Denkmalpflege als berechenbarer Partner ist der Wert dieser Erfahrung von bodendenkmalpflegerischen Maßnahmen als stringente Schritte in oft langwierigen Verfahren gar nicht hoch genug einzuschätzen. Endlich – und damit schließt sich der Kreis – ermöglicht es die Digitalisierung, die Daten aktueller archäologischer Maßnahmen nach ihrer Beendigung zeitnah in die Datenbank des Fachamts einzupflegen, wo sie wiederum zur Beurteilung neuer Vorhaben und Planungen zur Verfügung stehen.

### **Das Digitale bei der Vermittlung archäologischer Ergebnisse**

Auch der dritte Bereich bodendenkmalpflegerischen Wirkens, die Vermittlung archäologischer Ergebnisse und bodendenkmalpflegerischer Aspekte, ist heute ohne den Einsatz digitaler Verfahren gar nicht mehr vorstellbar. Dabei ist die Visualisierung und Inszenierung der Bodendenkmalthematik eine ebenso wichtige Aufgabe wie der unmittelbare

Schutz der Bodendenkmäler, weil mangelnde Kenntnis ihrer Existenz und Bedeutung noch immer die Hauptursache dafür ist, wenn das archäologische Erbe bei Planungen nicht angemessen berücksichtigt wird. Insofern tragen solche Inszenierungen – nach dem Motto „Man sieht nur, was man weiß“ – ganz wesentlich dazu bei, durch mehr Problembewusstsein künftig eine bessere Berücksichtigung des archäologischen Kulturguts in Verfahren zu erreichen. Darüberhinaus können sie im Nachgang zu archäologischen Untersuchungen als eine Art ‚Verwendungsnachweis‘ für die Mittel wirken, die im öffentlichen Interesse für den Bodendenkmalschutz aufgewendet wurden.

Neben der Realisierung gebauter ‚archäologischer Fenster‘, der Kennzeichnung von Strukturen in Oberflächen und anderen Formen der physischen Gestaltgebung archäologisch-historischer Sachverhalte sowie der Erläuterung durch ‚klassische‘ Informationstafeln nutzt man heute vielfach digitale Medien und Verfahren. Das Spektrum ist groß. Es umfasst interaktive oder statische digitale 3D-Modelle und animierte 3D-Filme, wie etwa im „ArcheoPoint“, einem archäologischen Schauraum im U-Bahnhof Heinrich-Heine-Allee in Düsseldorf, Nordrhein-Westfalen, der die Struktur und Entwicklung der ehemaligen Festungsanlagen der Landeshauptstadt erläutert. Grundlage solcher Visualisierungen können die Daten von Befundaufnahmen mittels 3D-Laserscan oder SFM sein. Diese digitalen Daten lassen sich auch dazu nutzen, haptische Modelle anzufertigen, die in klassischem Bronzeguss oder mittels 3D-Druck bzw. „Rapid Prototyping“ in verschiedenen Materialien entstehen können. Eine weitere digitale Technik, die für die Vermittlung vielfältige Möglichkeiten bietet, ist „Augmented Reality“, mit der sich mittels Smartphone, Tablet oder ähnlichem Gerät in der realen Umwelt virtuell historische Zustände und archäologische Rekonstruktionen anzeigen lassen. Bisher wenig verbreitet aber sehr illustrativ sind Hologramme, von denen eines 2017 in Viersen, Nordrhein-Westfalen eingeweiht wurde. Das „Zeitfenster Kesselsturm“ zeigt eine nachempfundene Situation des 17. Jahrhunderts an der historischen Stadtmauer des Ortsteils Dülken. Für seine Herstellung fanden die digitalen Daten von Filmaufnahmen Verwendung, mit denen die szenische Darstellung einer Reanactement-Gruppe an Ort und Stelle aufgezeichnet worden war (Abb. 3).

Was bei der Nennung von Möglichkeiten digitaler Technik für die Vermittlung archäologischer



Abb. 3: Hologramm „Zeitfenster Kesselsturm“, Viersen-Dülken, Nordrhein-Westfalen

und bodendenkmalpflegerischer Thematik nicht fehlen darf, ist schließlich das Internet. So ist jede noch so gelungene Visualisierung an jedem Ort darauf angewiesen, dass interessierte Bürger zunächst von ihrer Existenz erfahren, um sie aufsuchen zu können. Häufig ist das derzeit nicht der Fall. Umgekehrt ermöglichen es „QR-Codes“ an Informationstafeln, archäologischen Fenstern und sonstigen Inszenierung, sich über die vor Ort gebotenen Erläuterungen hinaus auf entsprechenden Webseiten mit dem jeweiligen Thema zu befassen. Die vielfältigen Möglichkeiten digitaler Verfahren beschränken sich aber nicht auf die Vermittlung unserer Thematik mittels neuer Medien und Methoden. So ist auch die Herstellung herkömmlicher Informationstafeln dank digitaler Druckverfahren deutlich günstiger geworden. Die geringeren Kosten und die Möglichkeit, die digitalen Vorlagen ohne nennenswerten Aufwand zu verändern und beliebig zu reproduzieren, erlauben es zudem, die Tafeln mit relativ geringem Aufwand zu aktualisieren und bei Beschädigung rascher zu ersetzen.

Fasst man die cursorische Darstellung der Rolle, die digitale Verfahren heute in der archäologischen Denkmalpflege spielen, unter dem Strich zusammen, bleibt festzustellen, dass die bodendenkmalpflegerische Arbeit bereits heute ohne ihren Einsatz nicht möglich wäre und künftig nur dann erfolgreich sein kann, wenn alle Möglichkeiten neuer Technologien und Verfahren konsequent genutzt werden. Beim Schutz und der Pflege des archäologischen Erbes bleibt kein Raum für ein beharrendes Festhalten an überkommenen Methoden. Was zählt, ist ausschließlich die Frage, ob es nützt.

#### Abbildungsnachweis

- 1 Steve Bödecker, LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland
- 2 Sabrina Geiermann
- 3 Philipp Dreber

# Digitale Technologien in der Bauforschung und in der Praktischen Baudenkmalpflege

Entwicklung, Aufgaben, Perspektiven

TOBIAS ARERA-RÜTENIK

---

## ZUSAMMENFASSUNG

Digitale Verfahren werden in der Bauforschung und praktischen Denkmalpflege vor allem hinsichtlich der zwei- und dreidimensionalen Erfassung der Denkmalgeometrie angewendet. Den übrigen zahllosen digitalen Daten zum Denkmal wird weniger Aufmerksamkeit zuteil. Doch gerade hier können digitale Arbeitsweisen die Effizienz in Forschung und Praxis entscheidend verbessern, Kollaboration zwischen den beteiligten Akteuren fördern, langfristiges Monitoring gewährleisten und schließlich auch neue Forschungsfelder eröffnen.

Zu den aktuellen Aufgaben der digitalen Bauforschung und Denkmalpflege gehört es, vorhandene digitale Bestände miteinander zu vernetzen sowie digitale Analyse- und Visualisierungswerkzeuge zu entwickeln, um einen fachrelevanten Wissenszuwachs zu ermöglichen, um fortschreitendem Informationsverlust vorzubeugen und um den Aufwand für die Entwicklung digitaler Systeme zu minimieren. Dazu ist vor allem die Verabredung von Standards oder Normdaten innerhalb der Fachcommunity eine notwendige Grundvoraussetzung. Die entsprechenden Datenmodelle sollten einen präzisen und flexiblen Detaillierungsgrad gewährleisten, um einerseits aussagekräftige Analysen, andererseits nutzerspezifische Tiefenschärfe zuzulassen. Dazu gehört außerdem die Entwicklung und Verbreitung von kontrollierten Vokabularen, um die Vergleichbarkeit von Daten sowie aussagekräftige statistische Auswertungen zu ermöglichen. Nur so ist es künftig möglich, Digitalisate der Bauforschung und Denkmalpflege miteinander zu vernetzen sowie fortzuschreiben, ohne bei jedem Vorhaben von Null beginnen zu müssen.

Die Anwendung von Standards bzw. Normdaten und kontrollierten Vokabularen erlaubt zudem die projektübergreifende Übertragung und damit die gemeinsame Nutzung von technologischen Entwicklungen.

## Problemstellung

„Das Digitale und die Denkmalpflege“ wird fast automatisch einerseits mit 3D-Scan-Technologien und andererseits mit dreidimensionalen Computermodellen längst vergangener Gebäude assoziiert. Erstere, also die 3D-Scan-Technologien und das sogenannte Structure from Motion haben allein durch die stets wachsende Informationsdichte ihren unbestrittenen Wert für die Dokumentation, denn je mehr Information desto besser ist der Inventarisierungsauftrag erfüllt. Ungeklärt bleibt aber weiterhin, wie dieser Datenreichtum vollständig an künftige Generationen weitergegeben werden kann. Den zweiten Punkt betreffend – also die digitalen 3D-Simulationen von Gebäuden – ist solchen Verfahren sicherlich ein großer Verdienst in der breitenwirksamen Visualisierung von Forschungsergebnissen zuzuschreiben, ihren Mehrwert für den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn haben diese Techniken bisher aber nur gelegentlich voll entfalten können.

Diese dreidimensionalen Verfahren werden im Folgenden aber nicht vertiefend behandelt, auch wenn die geometrischen Informationen – seien sie zwei- oder dreidimensional – zwar digital erhoben aber kaum digital erschlossen werden. Im Folgenden soll vor allem an all jene digitalen Informationen, wie Befunde, Datierungen, Materialanalysen, Schriftgut, Schadensbilder etc. erinnert werden, die Inhalte der Bauforschung und Denkmalpflege jenseits der geometrischen Abbildung liefern. Zu diesen Inhalten gehören unzählige digitale Raumbücher, tabellarische Befundlisten, Planskizzen und Feldnotizen, die zumeist in irgendwelchen Softwarehersteller-abhängigen Dateiformaten auf zahllosen Einzelplatzrechnern von freiberuflichen Bauforscherbüros abgelegt sind, ganz zu schweigen von den unzähligen Dateien längst vergangener universitärer Großprojekte, die auf CD's oder DVD's gebrannt in irgendeinem Universitätsbüro stehen. Von diesen Daten kann allenfalls ein geringer Bruchteil für die künftige digitale Denkmalforschung und

Denkmalpflege sinnvoll und vollständig erschlossen werden.

Ein Grund dafür liegt primär darin, dass von unterschiedlichen Softwareherstellern angebotene Bildentzerrungs-, Raumbuch-, Kartierungs- und CAD-Software verwendet wurde, die mitunter längst vom Markt verdrängt oder mehrfach aktualisiert ist, sodass die Informationen, selbst wenn sie 'physisch' erhalten bleiben, nicht mehr ausgelesen und weiterverarbeitet werden können. Dazu zählen auch die unzähligen mühevoll in Textverarbeitungs- oder Layoutprogrammen, nun bestenfalls als PDF vorliegenden Baudokumentationen, die sich zwar immer noch am Computer kopieren und ausdrucken lassen, deren Inhalte aber genauso wenig maschinell interpretierbar sind, als wären sie auf analoges Papier gedruckt. Aus dieser Perspektive hat das Digitale in der Bauforschung und Denkmalpflege durchaus noch Entwicklungspotential. Natürlich benutzen auch Bauforscher und Denkmalpfleger Computer für ihre tägliche Arbeit und natürlich liegen Planzeichnungen, Baubeschreibungen bzw. Befunderhebung schon seit langem auch digital als Textdateien, Tabellen, Pixelbilder oder CAD-Pläne vor. Hierbei dient der Computer gleichsam als erweiterter Zeichenstift, um die reine Form der Inhalte ansprechend und effizient auszuarbeiten. Die Bedeutung der Informationen ist auf diese Weise dem Gerät jedoch nicht zu vermitteln. Ein beispielsweise blau angelegter Fassadenbereich bleibt einfach eine Form mit farbiger Füllung, ohne dass die verknüpfte Hintergrundinformation – vielleicht eine bestimmte Gesteinsart oder ein spezifisches Schadensbild – auszulesen ist. Digitale Arbeitsmethoden in der Bauforschung und Denkmalpflege im engeren Sinne bezeichnet im Folgenden, dass systematisch kodierte Informationen in einer Syntax und Semantik vorliegen, die auch deren automatische oder halbautomatische Analyse erlaubt.

Geeignete Mittel für solche Ansätze stellt die langsam wachsende Zahl von Plattformen bereit, die für die Bauforschung und Denkmalpflege relevante Informationen systematisch zu kodieren, zu strukturieren, zusammenzuführen und wenigstens mittelfristig allgemein verfügbar zu halten versuchen. Solche Datensammlungen haben bestimmte Medienarten, thematische Teilaspekte oder einzelne, besonders herausragende Denkmäler im Blick. Dazu zählt unter anderem das weithin bekannte und vielfach benutzte Marburger Bildarchiv. Diese Initiative hat bisher nicht nur eine beeindruckende

Sammlung historischer Abbildungen einer Vielzahl von Gebäuden zusammengetragen, sondern auch ganz nebenbei ein umfangreiches Verzeichnis historischer Bauwerke geschaffen, in dem eine ungeheure Zahl von Einzelbauwerken mit eindeutigen Kategorien zur Typologie, Nutzung und geographischen Lage verknüpft, zumindest theoretisch auch ganz anderen Vorhaben, die nicht auf die verknüpften Abbildungen abzielen, zur Verfügung stehen könnte. Als umfangreiche Datenlieferer von 'Denkmalinformationen' können des Weiteren die geographischen Dienste der Bundesländer angesehen werden, die Umfang und genaue Position von Bau-, Boden- und Gartendenkmälern vollständig und flächendeckend in interaktiven Karten anbieten. Ein Vorteil solcher Plattformen besteht unter anderem darin, dass der Überlieferungsreichtum in gebündelter Form software- und plattformunabhängig gesammelt, vernetzt und verbreitet wird.

### Referenzierung

Gerade die Verknüpfungsmöglichkeiten digitaler Wissensbestände fordern die Nutzung von Informationsverarbeitungstechnologien zumindest in der seit jeher auf verschiedene Medienarten wie Beschreibungstexte, Abbildungen und Planzeichnungen angewiesenen historischen Bauforschung geradezu heraus. Mit ihrer Hilfe können die Grenzen zwischen diesen Medien viel durchlässiger und dynamischer gestaltet werden als es der Papierausdruck, z.B. in der Form sogenannter Raumbücher, erlaubt. Digitale Repräsentationen umfangreicher Wissensbestände lassen dadurch verschiedene fach- und nutzerspezifische Blickrichtungen auf ein und denselben Datenbestand zu und erlauben durch ihre Visualisierungsmöglichkeiten ganz neue Rechercheformen. Das Projekt 4D-Stadtmodell „Bamberg um 1300“ benutzt beispielsweise 3D-Modelle als Navigations- und Verknüpfungswerkzeug, um diverse Medien, wie Beschreibungstexte, Befundkartierungen, Informationen aus historischen Quellen und dergleichen bauwerks- und bauteilgenau ablegen zu können.<sup>1</sup> Durch die Art des Zugriffs und die Vielfalt der hinterlegten Dokumente werden Bauforscher, Denkmalpfleger, Historiker und interessierte Bürger gleichermaßen angesprochen, das Material zu erschließen. Bewusst wurde hier auf die Entwicklung neuer Darstellungssysteme verzichtet, sondern für die Visualisierung und Erschließung der allgemein und kostenlos verfügbare Geobrowser Google-Earth benutzt, um den Daten-

bestand mithilfe bereits etablierter Systeme einem möglichst breiten Nutzerkreis verfügbar zu machen.

Bei verschiedenen Inventarisierungsvorhaben zu jüdischen Friedhöfen in Berlin-Weißensee, Hamburg-Altona, Bonn-Schwarzrheindorf und verschiedenen Orten im Ruhrgebiet stand weniger das Angebot innovativer Zugänge, sondern vielmehr die möglichst enge Vernetzung von Datenbestand und automatisch generierten, allgemein bekannten Darstellungsformen im Vordergrund.<sup>2</sup> Bestandsanalysen zu einem immensen Objektbestand können hier wahlweise in Form von Listen, als Kartierung in Lageplänen oder Geodiensten, in Auswertungsdiagrammen oder als einzelnes Inventarblatt ausgegeben werden, ohne dass dazu ein gesonderter Aufwand notwendig wäre. Der Vorteil eines solchen Vorgehens liegt vor allem darin, dass Änderungen oder Korrekturen an den Kerndaten automatisch in allen abhängigen Darstellungen aktualisiert werden. Dies vermindert die Fehlerquote und trägt zu einer effizienten Arbeitsweise bei.

### **Kollaboratives Arbeiten**

Digitale Plattformen für die Denkmalforschung und den Denkmalerhalt sind aber nicht nur in der Lage Informationen miteinander aussagekräftig in Beziehung zu setzen. Sie ermöglichen zugleich auch die enge, kollaborative Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachdisziplinen oder größerer Forschergruppen. In den erwähnten Friedhofsinventarisierungsinitiativen waren Bauforscher, Kunstwissenschaftler, Epigraphiker, jüdische Kulturwissenschaftler, Restauratoren, Ökologen und natürlich Denkmalpfleger schon bei der Dateneingabe miteinander vernetzt. Dadurch wird umgekehrt auch sichergestellt, dass die Ergebnisse ihresgleichen für unterschiedliche Nutzergruppen, wie Forscher, Archivdienste, Betreiber und öffentliche Institutionen, genauso für interessierte Bürger einen nützlichen Mehrwert entfalten können. Die vernetzte Dokumentationsarbeit vermeidet zudem Doppeleingaben und Zuordnungsfehler. Digitale Techniken können also die Effizienz steigern.

In diesem Zusammenhang sollte sicherlich auch die „Datenbank Bauforschung und Restaurierung“ des Baden-Württembergischen Landesamtes für Denkmalpflege genannt werden, die flächendeckend im gesamten Bundesland die Kooperation mit den dort ansässigen freien Bauforschern sucht und deren Ergebnisse von Bauuntersuchungen systematisch digital zusammenführt.<sup>3</sup> Zu jedem Einzel-

denkmal werden themenspezifische Kurzbeschreibungen zur Bauform, Konstruktion und Nutzung gesammelt, die Veränderungsgeschichte darüber hinaus in einzelne Bauphasen aufgeschlüsselt, die mitunter sogar mit entsprechenden Bauteilen verknüpft sind. Zu jedem Bauwerk gibt es neben den Kurztexen auch systematische, quantitativ auswertbare Angaben zur Konstruktion, Nutzung, Typologie, Ausstattung etc. sowie natürlich eine genaue Position des entsprechenden Objekts. Selbst wenn diese Initiative sehr differenzierte Daten zu aktuell etwa 4000 Einzelobjekten bietet, handelt es sich eben doch 'nur' um Auswertungsergebnisse. Die Primärinformationen – also die eigentlichen, am Objekt erhobenen Befunde – bleiben aber auch hier weiter unerschlossen, selbst wenn die im Landesamt archivierten Untersuchungsberichte regelmäßig durch Inventarnummern repräsentiert werden.

Einen ganz ähnlichen Ansatz verfolgt die Datenbank EBIDAT der europäischen Burgenvereinigung, die Burgenforscher und Burgenbesitzer in ganz Europa dazu einlädt ihr Wissen in eine gemeinsame Plattform einzugeben.<sup>4</sup> Inzwischen werden zu fast 5000 Adelssitzen nicht nur Lageinformationen und Kurztexen angeboten, die Datensammlung bietet darüber hinaus quantitativ auswertbare Informationen zum Nutzungszeitraum sowie zu einzelnen Bauteilen wie Bergfrieden, Torhäusern, Schießscharten und Burgkapellen.

Natürlich könnten noch weitere Datenbanken aufgeführt werden, die denkmalrelevante Informationen zusammenführen. Sicherlich wären mit Millionen geförderte Initiativen, wie beispielsweise die Europeana eine Erwähnung wert gewesen. Hier soll aber auch nicht der Anschein entstehen, als hätte die Digitalisierung von Denkmälern bereits einen erschöpfenden Entwicklungsstand erreicht. Vielmehr gehört die Bündelung, fachspezifische Erschließung und digitale Repräsentation von Wissensbeständen zu den aktuellen Aufgaben der digitalen Denkmalforschung und Denkmalpflege.

### **Digitale Erschließung**

Diese Angelegenheit erschöpft sich aber nicht allein darin, möglichst umfangreiche digitale Sammlungen anzulegen und der Fachcommunity freizugeben. Entscheidend ist letztlich, wie genau die Daten strukturiert und kodiert sind, um automatisch bzw. halbautomatisch quantitative Analysen durchzuführen und dabei eine der jeweiligen Fachdisziplin oder

Fragestellung angemessene Tiefenschärfe gewährleisten zu können. Dafür eignen sich weniger wohlformulierte, beschreibende Kurztexte, sondern es ist zunächst notwendig, das Bauwerk möglichst detailliert, dreidimensional in seine einzelnen Bestandteile aufzuschlüsseln.

Als Beispiel sei hier das MonArch-System erwähnt, das ursprünglich als dokumentenzentriertes, digitales Findbuch für Dombauhütten entwickelt wurde.<sup>5</sup> Inzwischen hat sich die Nutzung auf Objekte wie die Trierer Kaiserthermen oder die Weißenhofsiedlung in Stuttgart ausgeweitet, auch zentralasiatische Moscheen wurden schon mit MonArch dokumentiert. Eine Besonderheit dieser Plattform besteht vor allem in der Möglichkeit, die genaue Gebäudestruktur baumartig aufklappbar, wie in einer Ordneransicht visualisieren zu können. Die dreidimensionale Zusammensetzung des Bauwerks kann also ausgehend von den großmaßstäblichen Bauteilen wie Doppelturmfront, Langhaus, Querhaus, Chor über einzelne Joche, deren Wände und Decken, Sockelausbildungen Pfeilerprofile, Kämpferbänder bis hin zum einzelnen Werk-

stein verfeinert werden. Damit wird gewährleistet, dass die zu einem Einzelelement zugehörigen Informationen, wie Digitalisate von Archivalien, Befundbeobachtungen oder Schadenskartierungen, bauteilgenau abgelegt werden können. Künftig wird diese hierarchische Struktur durch ein Graphenmodell ergänzt, das vor allem über die baumartige Anordnung hinausreichende Wechselbeziehungen von Teilobjekten, wie z.B. Vorder- und Rückseiten ein und derselben Wand, wiedergeben kann. Den Zugriff auf einzelne Informationen gewährleisten außerdem interaktive Planzeichnungen, die die räumlichen Zusammenhänge visualisieren sowie verschiedene Filtermechanismen, die thematische Zugänge ermöglichen.

Eine strukturierte und hoch detaillierte Aufschlüsselung von architektonischen Gebilden wurde auch in den bereits erwähnten Projekten zu Jüdischen Friedhöfen versucht.<sup>6</sup> Jeder Grabstein wurde nicht nur – im Sinne der Bündelung von Beständen – mit zahlreichen Angaben zu den bestatteten Personen, den Inschriften und Herstellern verknüpft, sondern darüber hinaus systematisch in Schichten und

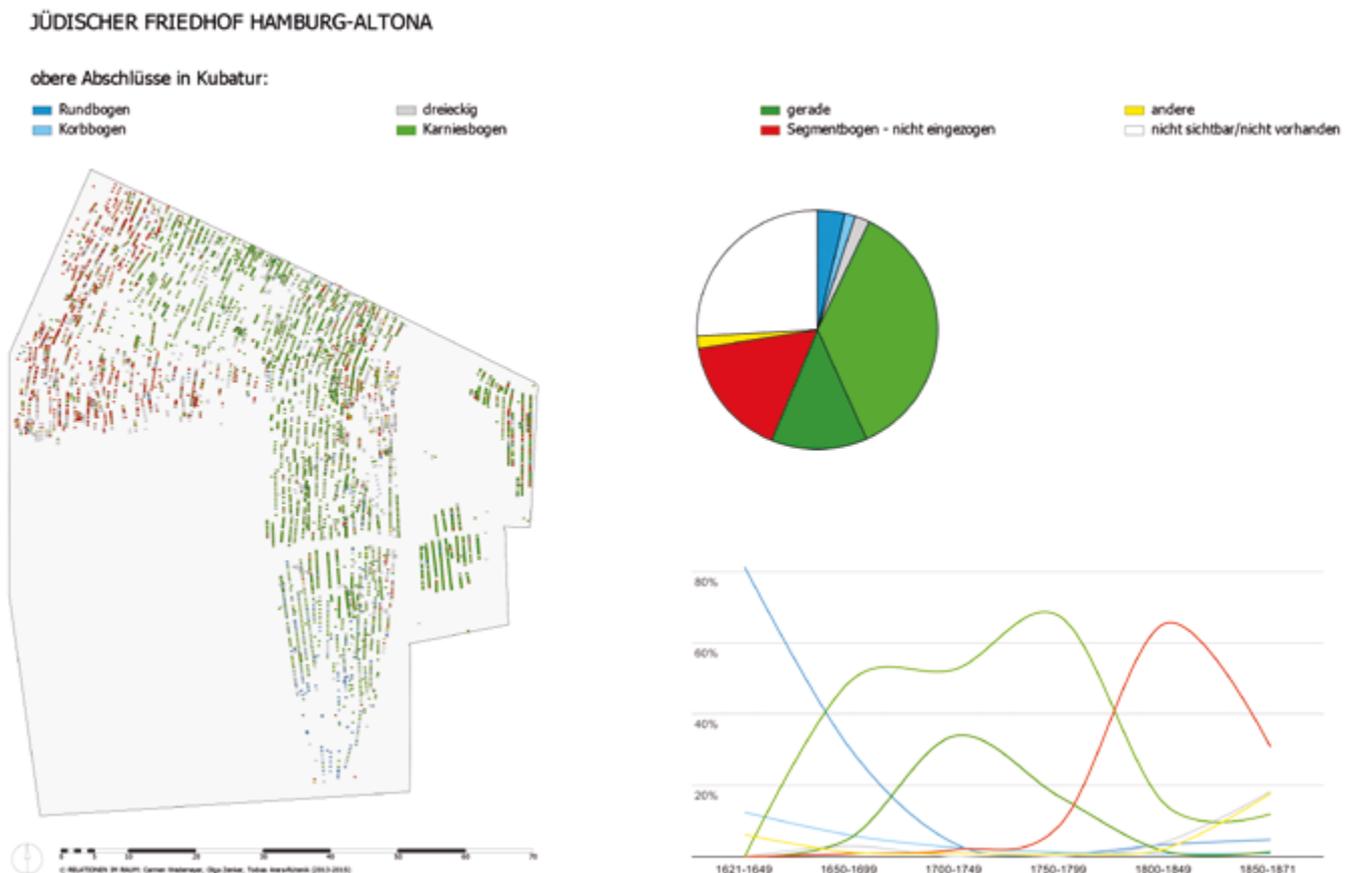


Abb. 1: Jüdischer Friedhof Hamburg-Altona; Automatische Auswertung der Formen oberer Abschlüsse im Lageplan, Kreis- und Liniendiagramm. Die Auswertung veranschaulicht die chronologische Abhängigkeit bestimmter Formen und hilft so bei der Datierung von schriftlosen Fragmenten. (2015)



Abb. 2: Jüdischer Friedhof Berlin-Weißensee, Grabfeld R2; Zustand von Schriftplatten sogenannter Pultsteine vor (links), während (Mitte) und nach (rechts) Instandsetzungsmaßnahmen. Die Datengrundlage liefert verlässliche Grundlagen für die zielgerichtete denkmalpflegerische Erhaltung. Die Fortschreibbarkeit der Daten gewährleistet langfristiges Monitoring. (2015)

Zonen eingeteilt – eine virtuelle Nachbildung der tatsächlichen Objektstruktur, der allein schon hohe Aussagekraft innewohnt. Jedem einzelnen Bauteil sind Informationen zu Bauformen, Ornamenten, Oberflächenbearbeitungsspuren, Materialien, Schadensbildern und dergleichen zugeordnet. Sie lassen sich ebenso bauteilgenau analysieren.

Da die dafür notwendigen Begriffe einzig durch kontrollierte Vokabulare geliefert und auf Kurztexte generell verzichtet wurde, werden nicht nur ausgefeilte Recherchen zu einzelnen Objekten ermöglicht, sondern der Gesamtbestand kann mit statistischen Methoden untersucht werden. Weil im Ergebnis der Friedhofsprojekte die spezifischen Charakteristika von etwa 600.000 Einzelementen an rund 100.000 Grabsteinen aus neun Jahrhunderten systematisch erschlossen sind, die sich in Bruchteilen von Sekunden analysieren und in interaktiven Darstellungen visualisieren lassen, können digitale Werkzeuge hier auch zur Thesenbildung und zur Beantwortung wissenschaftlicher Fragestellungen in großem Maßstab beitragen (Abb. 1). Das Digitale in der Bauforschung und Denkmalpflege befördert also auch die Entwicklung neuer Forschungsmethoden.

Neben dem wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn erweisen systematische Datensammlungen aber auch der praktischen Denkmalpflege einen großen Nutzen. Sofern eindeutige Begriffskategorien verwendet wurden, lässt sich auch der Zustand des Denkmals eindeutig ermitteln, bewerten und

als Planungsgrundlage heranziehen. Im konkreten Sanierungsfall erlauben solche digitalen Plattformen die genaue Lokalisierung von Schadensbildern, die verlässliche Bezifferung des finanziellen Aufwands und die zielgerichtete Durchführung von Maßnahmen (Abb. 2). Da digitale Systeme dabei nicht statisch einen bestimmten Zustand abbilden – wie die Papierform –, sondern dynamisch fortgeschrieben werden können, eignen sie sich hervorragend als langfristiges Monitoring-Instrument.

### Entwicklung von Standards

Damit solche Datenauswertungen im Sinne der Wissenschaft und praktischen Denkmalpflege aussagekräftig sein können, muss vor allem der Detaillierungsgrad, die genaue Struktur, der Inhalt und die Kodierungsform festgelegt werden. Die Softwarehersteller als Anbieter von Raumbuch-, Kartierungs- und Scandatenauswertungsprogrammen werden die Belange der Bauforschung und Denkmalpflege sicherlich nicht als primäres Ziel auf ihrer Agenda haben. Es liegt also an uns selbst die Voraussetzungen für digitale wissenschaftliche Forschungsmethoden zu schaffen – wir müssen virtuelle Strukturmodelle mit angemessener Detailtiefe entwickeln, wir müssen Thesauri und Vokabulare mit eindeutigen Begriffsontologien aufbauen und wir müssen uns unsere Analysewerkzeuge designen oder einfach aus dem breiten, bereits vorhandenen Repertoire auswählen. Erst dann wird es möglich, mithilfe digitaler Techniken große Objektmengen

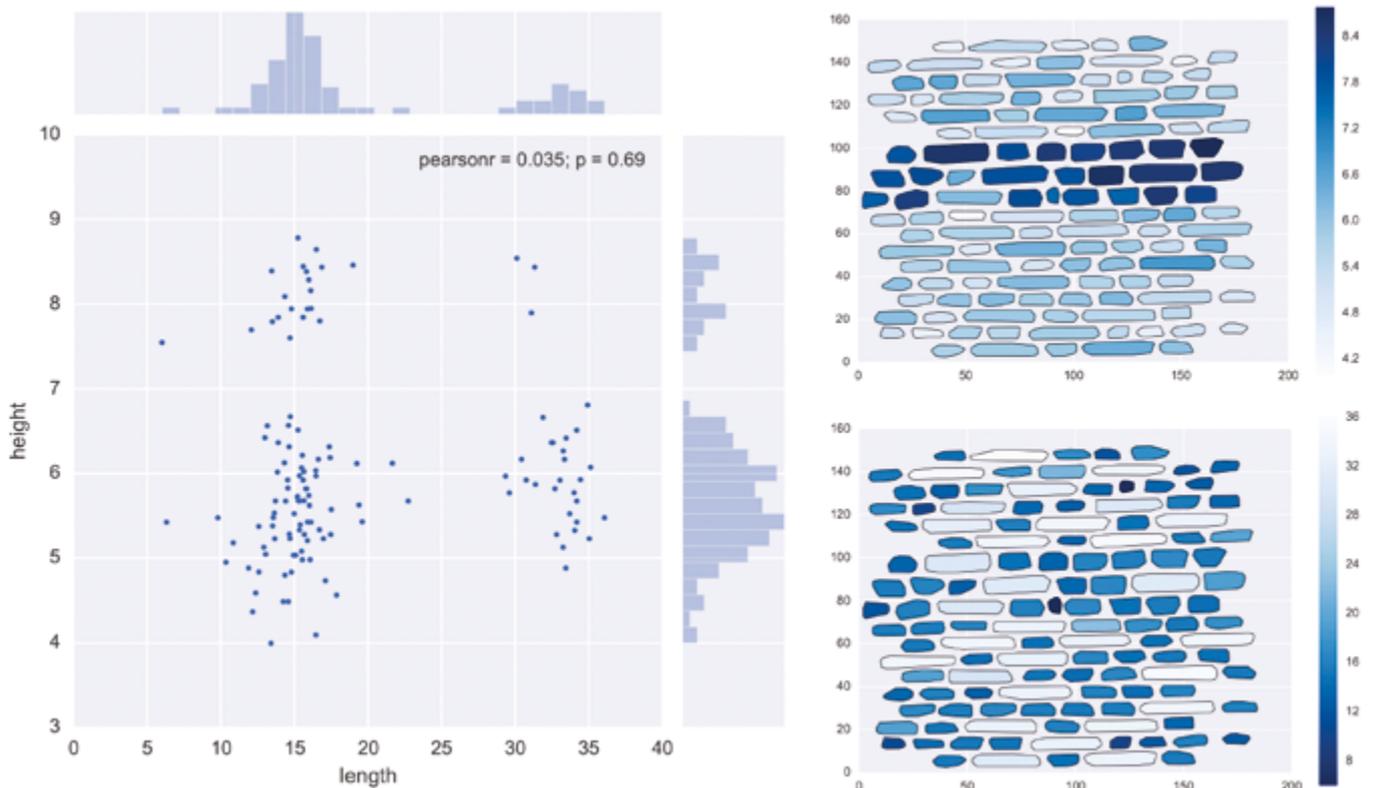


Abb. 3: Automatische Auswertung und Visualisierung von mittelalterlichem Backsteinmauerwerk aus Messbildern; links: Die Läufer und Binder von zwei verschiedenen Formaten lassen sich im Scatterplot leicht ablesen; rechts: Die Maße (oben Höhe, unten Breite) können zudem als Farbgradient auskartiert werden und visualisieren Auffälligkeiten des Verbands. Mithilfe digitaler Analysetools können in der Bauforschung neue Methoden angewendet werden. (2017)

mit der gleichen Detailtiefe zu untersuchen, wie sie ohne solche Werkzeuge für die fundierte Analyse von Einzelbauwerken seit langem bekannt sind.

Dieser Einsatz von Datenverarbeitungstechnologien beschränkt sich jedoch nicht nur auf die großmaßstäbliche Anwendung bekannter Methoden in digitalem Gewand, sondern kann darüber hinaus neue Verfahren für bisher ungestellte Fragen anbieten (Abb. 3). Netzwerk- oder Clusteranalysen ermöglichen die Abgrenzung von Typologien oder die Aufdeckung von Wechselbeziehungen bei großen Objektmengen. Kartierungen dienen der Untersuchung lokalen Variantenreichtums oder der Visualisierung von Verteilungs- und Ausbreitungsmustern. Seriation, Korrespondenzanalyse und Harris-Matrix vereinfachen die Erstellung relativer Chronologien. Das Digitale kann der Bauforschung und praktischen Denkmalpflege folglich neue Werkzeuge beibringen und dadurch neue Fragestellungen zulassen, vielleicht auch neue Forschungsfelder eröffnen.

Bei all den genannten Perspektiven, die Datenbanken der Denkmalforschung bieten, bleibt das Interesse der Fachcommunity bisher jedoch eher verhalten. Kritisiert wird der große Aufwand, für

den Betrieb, die Pflege und auch die Eingabe von Informationen, die mit dem Gewinn noch immer nicht im angemessenen Verhältnis zu stehen scheinen. Hier sei jedoch daran erinnert, dass bisher solche Vorhaben Pionierarbeit leisten und die Plattformen, die Struktur, die Kodierungsschemen und die Anzeigewerkzeuge jedes Mal von Grund auf neu entwickelt werden. Um hier Abhilfe zu schaffen, sind allerdings noch ein paar Voraussetzungen zu erfüllen. Allem voran gehört dazu die Verabredung von Normdaten und Auszeichnungsstandards, mit denen die Informationen einheitlich kodiert und strukturiert werden, um Vergleichbarkeit zu garantieren. Nur wenn diese wichtige Zukunftsaufgabe erfolgreich bewältigt wird, können vorhandene Datenbestände fortgenutzt, Visualisierungswerkzeuge aufgabenübergreifend angewendet und fortgeschrieben, ja sogar fremde Datenbanksysteme oder Einzelanwendungen für die Ein- und Ausgabe von Informationen benutzt werden. Es sei ebenfalls erwähnt, dass für die aussagekräftige und nachhaltige digitale Erschließung von Informationen der Bauforschung und Denkmalpflege der Aufbau und Betrieb eines Datenbankservers auch keine unumgängliche Voraussetzung ist. Vielmehr geht es um die Aus-

wahl und Anwendung sinnvoller Technologien, vor allem aber adäquater Datenmodelle, die durch generelles Einverständnis den Charakter eines ‘Standards’ aufweisen.

Andere Wissenschaften, wie zum Beispiel die Linguistik, Philologie und Literaturwissenschaften haben bereits in den 1990er Jahren einen solchen Standard entwickelt und dessen Anwendung durchgesetzt. Die sogenannte TEI – die Text Encoding Initiative – liefert den beteiligten Forschern ein ihren Bedürfnissen entsprechendes Metadatenschema, mit dem Datenbestände zwischen Datenbanken und Einzelanwendungen weitgehend verlustfrei migriert werden können, egal ob es sich um antike Inschriften, indische Mythen oder Romane des 19. Jahrhunderts handelt.<sup>7</sup> Da sich die beteiligten Wissenschaften seit Jahrzehnten weitgehend an diesen Standard halten, hat sich in gegenseitiger Kollaboration ein ungeheurer, gemeinsam nutzbarer Datenbestand angehäuft, der mit einem ebenso beeindruckenden Repertoire von Analyse- und Visualisierungstools sogleich bearbeitet werden kann, ohne langwierige und kostenintensive Neuentwicklungen einem Forschungsvorhaben vorschalten zu müssen.

Da in einem der erwähnten Friedhofsprojekte eng mit Epigraphikern kooperiert wurde, konnten die Vorteile solcher Standards – in diesem Fall die TEI – zur Geltung kommen. Im Rahmen des Vorhabens wurde zwar auch eine Datenbank aufgebaut, diese diente jedoch ausschließlich der Aggregation vorhandener digitaler Bestände zur Vorbereitung der Visualisierungen. Aufwendig zu programmierende Dateneingabemasken wurden jedoch nicht benötigt, da die Epigraphiker und schließlich auch die Bauforscher Daten in der Form des reinen Codes an eine Schnittstelle auslieferten. Die eigentlichen Informationen liegen wohlstrukturiert und unter Wahrung ihres Zusammenhangs in einzelnen XML-Dateien vor, bei den Epigraphikern selbstverständlich den TEI-Richtlinien gemäß. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass die Daten theoretisch auch ohne einen Datenbankserver überleben, weitergegeben und archiviert werden können. Letzteres wird darüber hinaus erleichtert, weil das Dateiformat den Empfehlungen des W3C entspricht und so langfristige Kompatibilität gewährleistet wird. Selbst die für die Visualisierung hergestellten Vektorpläne liegen in einem solchen Dateiformat vor. Weil aber durch Verwendung eines definierten Standards – also die TEI bei den Epigraphikern – die Struktur der Daten schon

von vornherein bekannt war, konnten die Informtiker ihre Datenbank und die Visualisierungstools von Anfang an entwickeln, ohne dass irgendwelche Bestände vorliegen hätten müssen. Umgekehrt können die Datenbank und das Kartierungstool jetzt auch von anderen Wissenschaftlern mit anderen Digitalisaten benutzt werden, solange ihre Daten den TEI-Richtlinien entsprechen.

Weniger vorbildlich als bei den textbasierten Wissenschaften ist die Verabredung von Standards für die Ausweisung petrographischer Schlüssel für die Bezeichnung von geologischen Aufschlussdaten gelaufen. Jene könnten auch für die Bauforschung und Denkmalpflege, z.B. bei der Kartierung von Gesteinsarten von Bedeutung sein. Solche Schlüssel bieten zwar hochdifferenzierte, wohlstrukturierte und übersichtliche Systeme, leider ist aber die Entwicklung bundesweit einheitlicher Richtlinien am Föderalismus gescheitert, sodass verschiedene geologische Landesdienste nach wie vor auf ihrem eigenen System beharren. Da jedoch mit der Verabredung von einheitlichen Richtlinien für die Kodierung von Inhalten der Bauforschung und praktischen Denkmalpflege kaum begonnen wurde, liegt es auch hier an allen Beteiligten, frühzeitig die möglichst breite Integrationsfähigkeit fachrelevanter Daten im Auge zu behalten.

### Fazit

Das Digitale bietet der Bauforschung und praktischen Denkmalpflege neuartige Vernetzungsmöglichkeiten, sowohl auf personeller bzw. arbeitsorganisatorischer Ebene, wie auch im Hinblick auf die Bündelung von Wissensbeständen. Digitale Wissensrepräsentationen gewährleisten durch ihre vielfältigen Anzeige- und Visualisierungsformen nutzerspezifische Zugänge zum Gesamtbestand. Eine Aufgabe der Bauforschung und praktischen Denkmalpflege besteht in der Festlegung bzw. Auswahl der notwendigen Informationen sowie in der Entwicklung von detaillierten digitalen Strukturmodellen, die komplexe Architektur adäquat abbilden können und so feingranulare, aussagekräftige Analysen mit fachspezifischer Tiefenschärfe zulassen. Eine weitere Aufgabe besteht im Aufbau kontrollierter Vokabulare, damit Datenabfragen auch mit statistischen Methoden auf große Bestände zugreifen können. Um bereits programmierte Module künftig im Sinne der Aufwandsvermeidung nachzunutzen, um das langfristige Überleben unserer digitalen Wissensbestände zu gewährleisten und um

verschiedene, unabhängig voneinander existierende digitale Bestände miteinander zu aggregieren, müssen vor allem gemeinsame Kodierungsrichtlinien erarbeitet werden. Nur so können vorhandene, in der Regel ohnehin digital vorliegende Wissensbestände an künftige Generationen weitervermittelt, effiziente und kollaborative Arbeitsorganisationsformen sichergestellt, digitale Bestände im Sinne eines gemeinsamen Mehrwertes miteinander vernetzt,

mit neuartigen Werkzeugen erschlossen und so schließlich das Methodenrepertoire in der historischen Bauforschung und praktischen Denkmalpflege entscheidend erweitert werden. Auf diese Weise könnte dann schließlich auch der eingangs erwähnte Informationsschatz auf den Einzelplatzrechnern der privaten Bauforscher sowie im universitären Projektbüro der Forschercommunity erschließbar weitergegeben werden.

## Abbildungsnachweis

- 1 Tobias Arera-Rütenik, Olga Zenker, Carmen Wedemeyer  
2, 3 Tobias Arera-Rütenik

## Anmerkungen

- |   |  |
|---|--|
| <p>1 <a href="http://www.uni-bamberg.de/bauforschung/forschung/projekte/digitales-stadtmodell/">www.uni-bamberg.de/bauforschung/forschung/projekte/digitales-stadtmodell/</a> (20.03.2017).</p> <p>2 Die datenbankmäßige Vollerfassung des Jüdischen Friedhofs in Berlin-Weißensee wurde zwischen 2010 und 2012 durchgeführt; siehe dazu vor allem: Rütenik, Tobias / Horn, Tobias / Gaisberg, Elgin von / Arnold, Isabelle: 115.628 Berliner. Der Jüdische Friedhof Weißensee. Dokumentation der flächendeckenden Erfassung der Grabstätten, Beiträge zur Denkmalpflege in Berlin Bd. 40, Berlin 2013. In einem BMBF-geförderten Folgeprojekt – „Relationen im Raum – Visualisierung topographischer Klein(st)strukturen“ wurden jüdische Friedhöfe in Hamburg-Altona, in Bonn-Schwarzrheindorf, Dormagen, Essen-Werden, Heiligenhaus, Mülheim an der Ruhr und Krefeld-Hüls digital dokumentiert; siehe dazu vor allem: Arera-Rütenik, Tobias: Bauforscher – Epigraphiker – Informatiker. Flächendeckende Gesamterfassung des Jüdischen Friedhofs Berlin-Weißensee zur Vorbereitung eines Antrags zum UNESCO-Welterbe und seine Folgeprojekte, in: Bericht über die 48. Tagung für Ausgrabungswissenschaft und Bauforschung vom 28. Mai bis 1. Juni 2014 in Erfurt, hg. v. Koldewey-Gesellschaft, Dresden 2015, S. 106–115 sowie Arera-Rütenik, Tobias / Kollatz, Thomas: Interdisziplinäre Perspektiven auf Grabmale und Visualisierung räumlicher Strukturen. Ergebnisse eines Projektes zu historischen jüdischen Friedhöfen, in: Objekt und Schrift. Beiträge zur materiellen Kultur des Jüdischen, Jüdisches Kulturerbe Bd. 1, hg. v. Keßler, Katrin / Kienlin, Alexander von / Knufinke, Ulrich / Ross, Sarah M., Braunschweig 2016, S. 25–29.</p> | <p>3 <a href="http://www.bauforschung-bw.de/">www.bauforschung-bw.de/</a> (20.03.2017).</p> <p>4 <a href="http://www.ms-visucom.de/cgi-bin/ebidat.pl">www.ms-visucom.de/cgi-bin/ebidat.pl</a> (20.03.2017).</p> <p>5 <a href="http://www.monarch.uni-passau.de/">www.monarch.uni-passau.de/</a> (20.03.2017).</p> <p>6 Siehe dazu vor allem: Arera-Rütenik, Tobias 2015 (wie Anm. 2) sowie <a href="https://wiki.de.dariah.eu/display/RIRPUB/Baugeschichtliches+Inventarisierungssystem">https://wiki.de.dariah.eu/display/RIRPUB/Baugeschichtliches+Inventarisierungssystem</a> (20.03.2017).</p> <p>7 <a href="http://www.tei-c.org/index.xml">www.tei-c.org/index.xml</a> (20.03.2017).</p> |
|---|--|

## Karten – neu gemischt.

### Erfahrungen mit dem Stadtschichtenatlas Köln

NORBERT NUSSBAUM

---

#### ZUSAMMENFASSUNG

Das Kunstdenkmälerinventar als Instrument zur grundlegenden Organisation architektur- und kunsthistorischen Fachwissens wurde in den letzten Jahrzehnten durch massiv gesteigerte Anforderungen an diese Form des semantisch aufgeladenen Datenspeichers dramatisch überfordert. Nimmt man das klassische „Großinventar“ in den Blick, so versiegt dessen Produktion nahezu vollständig. Der Vollständigkeitsanspruch, mit dem unser Wissen über Baudenkmäler von alters her kanonisiert und zwischen Buchdeckel gepresst wird, ist längst von der wachsenden Offenheit des Monumentbegriffs und von den methodologischen Anforderungen einer mit zahlreichen Nachbardisziplinen der historischen Raumforschung verwobenen Denkmalkunde ausgehöhlt, denn die exponentiell steigende Informationsmenge sprengt die mediale Kapazität und Funktionalität des Buches. Ein Printmedium, das vieljährige analog und digital dokumentierte, rezeptiv wie interaktiv zu erschließende Forschungsleistung dokumentieren, verwerten und reflektieren soll, erscheint bereits zum Zeitpunkt der Drucklegung veraltet.

Die Spatzen pfeifen es seit geraumer Zeit von den Dächern: Abhilfe schaffen Geografische Informationssysteme (GIS). Jene wissen zahlreiche und heterogene Medien zusammenzuführen, alle sinnstiftenden Thematisierungen eines Bauwerkes in ihren Raumbezügen zu ordnen und in ihren topografischen, chronologischen oder sachkundlich beschreibbaren Korrelationen darzustellen. Weil solche Systeme ihrer Grundanlage gemäß offen und fortschreibbar sind, dürfte sich – richtig konzipiert und gepflegt – der Buchdeckel über ihnen nicht mehr schließen. Dieses Versprechen im Vollzug einer Projektentwicklung einzulösen, kann sich freilich mitunter als dorniger Weg erweisen. Dieser kleine Praxisbericht exemplifiziert diese Erfahrung.

#### Projektidee, Laufzeit und Finanzen

1996 machte mir Hansgerd Hellenkemper, der damalige Leiter des Römisch-Germanischen Museums in Köln, den Vorschlag, gemeinsam den unter- und überirdischen Denkmälerbestand der Stadt Köln in ihren Grenzen von 1880 – dies entspricht dem ehemals von der staufischen Stadtbefestigung eingefriedeten Areal – in geodätisch präzisiertem Bezug zur jeweils zeitgenössischen Topografie zu erfassen. Als kartografische Grundlage bot sich in der Voreinschätzung die von Hellenkemper und Meynen bearbeitete Kölner Lieferung des Deutschen Städteatlanten an.<sup>1</sup>

Das zu generierende GIS hatte den Nutzungswünschen beider Projektpartner zu genügen. Die am Römisch-Germanischen Museum angesiedelte städtische Bodendenkmalpflege benötigte ein Informationssystem für Prospektion, Dokumentation, Bewertung, Intervention, archivalischen Nachweis und Beplanung aller archäologischen Sachverhalte. Dieses Diagnose- und Prognose-Instrument musste kompatibel sein mit dem IT-System der kommunalen Liegenschaftsverwaltung, so dass jeder Format- oder Systemwechsel in der Verwaltung einen ebensolchen im Projekt nach sich zog. Die Universität wünschte sich ein Forschungsinstrument für historische Topografie und Baugeschichte, das thematisch definierte Anwendungen einer qualitativen und quantitativen Analytik des Stadtkörpers erlauben sollte – eine im Grundgedanken vorbildliche Koordination zwischen angewandter forschender und exekutiver Denkmalpflege und lern- und erkenntniszielorientierter universitärer Forschung. Die konzeptionelle, modellierende Arbeit sollte gemeinsam erfolgen, die Daten von der Bodendenkmalpflege geliefert und von der Universität eingepflegt werden.

Eine jährliche Zuwendung aus dem Denkmalförderprogramm des Landes NRW<sup>2</sup> sollte eine kontinuierliche Projektarbeit gewährleisten, die freilich durch die etatgebundene Finanzierung logistisch erheblich torpediert wurde: Zum Einen erlaubten

die in der Regel für die Bewirtschaftung von 2–3 studentischen Stellen ausreichenden Mittel keine hinreichende IT-technische Unterstützung für die Datenmodellierung und deren Perpetuierung. Zum anderen flossen die Mittel trotz besten Willens aller Beteiligten bestenfalls jeweils erst ab Jahresmitte nach Verabschiedung des jeweiligen Landeshaushaltes. Zu diesem Zeitpunkt waren die vorjährigen studentischen Mitarbeiter der Universität auf der Suche nach anderen Arbeitsmöglichkeiten häufig über alle Berge, und neue, ungelernete Kräfte mussten für kurze Vertragszeiten neu geworben werden. Trotz dieser substanziell problematischen Rahmenbedingungen wurde die Kooperation bis 2016 fortgeführt und sodann auf Wunsch der Universität einvernehmlich aufgelöst.

### Kölner Kenndaten

Der Gegenstand, an dem wir unsere Vorstellungen eines digitalen, interaktiven Topografiewerkes erprobten, konnte anspruchsvoller nicht sein. Kölns historischer Stadtkern ist mit 5 km<sup>2</sup> und etwa 9000 Einzelfurstücken einer der größten derjenigen europäischen Städte, auf und in deren Boden 2000 Jahre Siedlungskontinuität komplexe Überlagerungen und Umschichtungen hinterlassen haben. Dieser Kern ist nach massiver Kriegszerstörung nurmehr als Palimpsest lesbar, verunklärt insbesondere durch massive Fluchtlinien- und Parzellierungskorrekturen nach 1945. Wie andernorts auch, ging bei diesen Korrekturen mehr Bausubstanz durch Abrisse verloren als durch das die Abrisse veranlassende und sanktionierende Kriegsbombardement. Verzeichnet man die Totalzerstörungen der Kölner Innenstadt auf der Grundlage der Katasterangaben, dann fallen sie längst nicht so massiv aus, wie die zeitgenössischen Luftaufnahmen uns glauben machen (Abb. 1).

Die Überlieferung der topografischen Quellen liest sich wie eine weitere Verlustgeschichte: Verloren sind die Originalkataster im Fortschreibungszustand 1941, die Bauakten vor 1945, das archäologische Planarchiv vor 1943 und in noch nicht quantifizierbarem Umfang die Bestände des Kölner Stadtarchivs nach dessen Einsturz 2009. Umso notwendiger erschien die Bündelung aller verbleibenden Informationen, um der disparaten Wissensgrundlagen Herr zu werden.

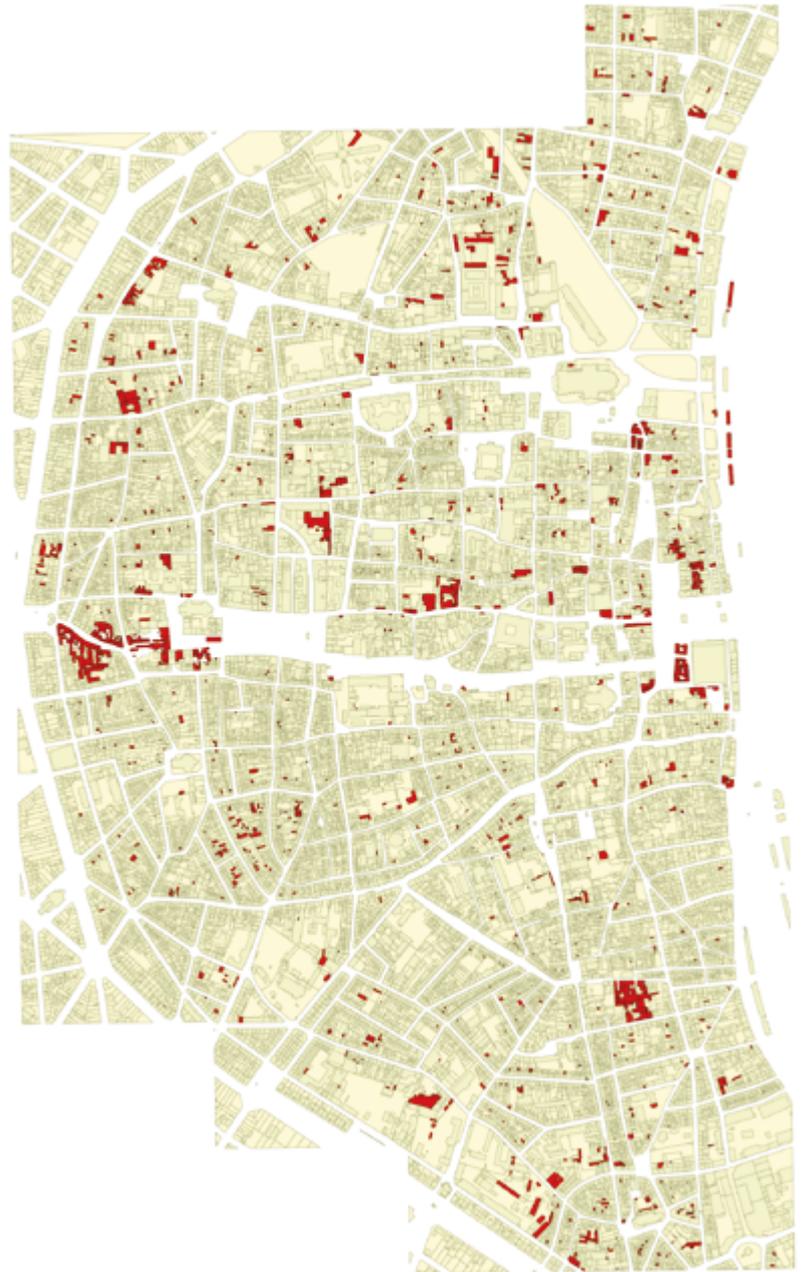


Abb. 1: Stadtschichtenatlas Köln. Darstellung der durch Kriegseinwirkung bedingten Totalverluste der Innenstadtbebauung (rot eingefärbt) nach Auswertung der Katasterwerke von 1934/38 und 1948/49

### Lern- und Erfolgsgeschichten

In Zeiten des GPS, das eine eigenartige Renaissance der itinerarhaften Perzeption von Raum hervorgebracht hat, fällt es schwer, das Lob der Karte zu singen. Und dennoch: Ein GIS lebt von der Verlässlichkeit seines Kartenwerkes, ohne das verbindliche topografische Zuordnung in diachroner Überlagerung der Bebauungszustände nicht möglich ist. Die anfängliche Idee, das Kernelement der Kölner Lieferung des Deutschen Städteatlanten von 1979, eine vom Münsteraner Institut für vergleichende Städtegeschichte im Maßstab 1:5000 umgesetzte Interpretation des Kölner Urkatasters aus den Jah-

ren 1836/37, ließe sich als verlässliche Basis eines noch weiter chronologisch ausdifferenzierenden Kartenwerkes verwenden, war allerdings in den Wind geschrieben. Schon der Maßstab erwies sich für ein parzellenscharfes Platzieren von Gebäudebeständen als untauglich und für eine solche Aufgabe auch nicht angedacht.

Kartografisches Rückgrat des Stadtschichtenatlanten ist heute eine georeferenzierte Konkordanz der vektorisierten Katasterwerke von 1836/37 (105 Pläne in den Maßstäben 1:350–550), 1934/38 (16 Pläne im Maßstab 1:1000 mit Messkreuzen nach Soldner) und 1948/49 (35 Pläne im Maßstab 1:500 mit Messkreuzen nach Soldner/Gauß-Krüger). Diese heterogenen Plankonvolute galt es zu vektorisieren. Weil der gültige digitale Liegenschaftskataster der Stadt Köln im Wesentlichen auf analogen Karten unterschiedlicher Fortschreibungsstände basiert und nur in Einzelfällen geodätische Nachmessungen jüngerer Zeit integriert, konnte er nicht maßgebliche Referenz für die zu leistende Georeferenzierung der historischen Karten sein. Konsequenz waren aufwändige und zeitintensive Interpolationsverfahren zwischen den Kartenredaktionen und ortsstabilen Punkten. Damit gründet das Kartenwerk nach den Kategorien der Geoinformatik in erster Linie auf sekundären Geodaten, und zu geringeren Anteilen auf solchen originären Ursprungs.<sup>3</sup> Es spricht für die Stabilität und Zielführung der Operationen, dass dennoch Punkt- und Streckengenauigkeiten von etwa 0,5 m erreicht werden konnten. Mir ist kein vektorisiertes Kartenwerk dieser Detailschärfe, bezogen auf einen solch großen Stadtraum, bekannt.

Der Referenzrahmen der topografischen Karte ist die Geschichte. Schon in den Anfängen der methodologisch reflektierenden Kartografie war dies ausgemacht. Flavio Biondo (1392–1463), einer der Begründer der antiquarischen Topografie, nennt als wichtigste Textformen seiner *Italia Illustrata* (posthum 1474) die *descriptio*, den *catalogus* und das *breviarium*.<sup>4</sup> So wie Biondos Karten die ausführlich beschriebenen, katalogisierten und zusammengefassten Taten der großen Männer der Antike eingebettet sind, so den Karten des Stadtschichtenatlanten die Grundrisse der Denkmäler, zeitlich geschichtet nach Maßgabe ihrer individuellen Entstehungs- und Veränderungsgeschichte, dokumentiert und kommentiert durch den systematisch in Raum-Zeit-Koordinaten geordneten Apparat der Bild- und Schriftquellen, der Überlieferungs- und Forschungsdaten und der exegetischen Auffassun-

gen – umgeben also von der Corona aller Fakten und Meinungen einer hermeneutisch-diskursiv agierenden historischen Objektkunde. Man könnte auch sagen, die sequentielle, textliche Ordnung des Inventars ist in eine eher simultane überführt, wie sie der bildbasierten Repräsentationsform eignet.<sup>5</sup> Wohl aber bleiben die den textlichen und bildhaften Darstellungsmodi inhärenten Argumentationsweisen jeweils präsent. Sie schließen einander nicht aus, sondern ergänzen sich. Der Stadtschichtenatlas hat also kein der Lektüre anheimgestelltes Manuskriptformat, sondern repräsentiert eher den gut sortierten Schreibtisch seines Bearbeiters. Täte er dies nicht, er wäre neuer Wein in den alten Schläuchen des Inventars.

Wir hatten auf der Grundlage solcher Vorüberlegungen allen Anlass, über die Funktionalität des Werkzeuges nachzudenken, an dem wir arbeiteten. Würde die Medialität des GIS, das als Instrument des „Erkenntnishandelns“<sup>6</sup> mit Modellen, ikonischen Analogien, Simulationen – also mit Abbildern ganz unterschiedlichen Formates – operiert, Einfluss nehmen auf die Arbeitsweisen des Kunsthistorikers? Würde dessen nach Ähnlichkeitsbeziehungen und Repräsentationsverhältnissen fahndendes hermeneutisches Ordnungsdenken durch die Systematik der Maschine tangiert werden, die ja eher auf Komplexitätsreduktion, Abstraktion, Idealisierung und Diagrammatik abzielt? Und wenn dies so wäre, welche Konsequenzen ergäben sich für die denkmalkundliche Sicht auf die Objekte?<sup>7</sup>

Die Zeit reichte bei weitem nicht, diese Fragen zu Ende zu denken, geschweige denn die Baugeschichte Kölns bis zur Neige mit dem ihr angestammten Material zu füllen, doch wurde der Sakralbaubestand bis 1250 mit den Dokumenten der überwiegend in den Trümmern der zweiten Nachkriegszeit durchgeführten Kirchengrabungen weitgehend verarbeitet. Allerdings entpuppte sich die mangelnde Präzision des archäologischen Planmaterials als Dilemma. Zum einen erwiesen sich die lokal für die Grabungen eingerichteten Messnetze als ziemlich ungenau, zum anderen waren die Pläne kaum jemals in überörtliche Messnetze eingepasst. Beides zusammen zeitigte Unschärfen der Georeferenz, die trotz des Maßstabssprungs nicht geringer sind als jene der referenzierten Katasterkarten. Dadurch ist sowohl die Möglichkeit eingeschränkt, Altgrabungen punktgenau im Gelände zu rekapitulieren, als auch die Lagegenauigkeit periodisierter Gebäudegrundrisse reduziert, was zu Fehlinter-

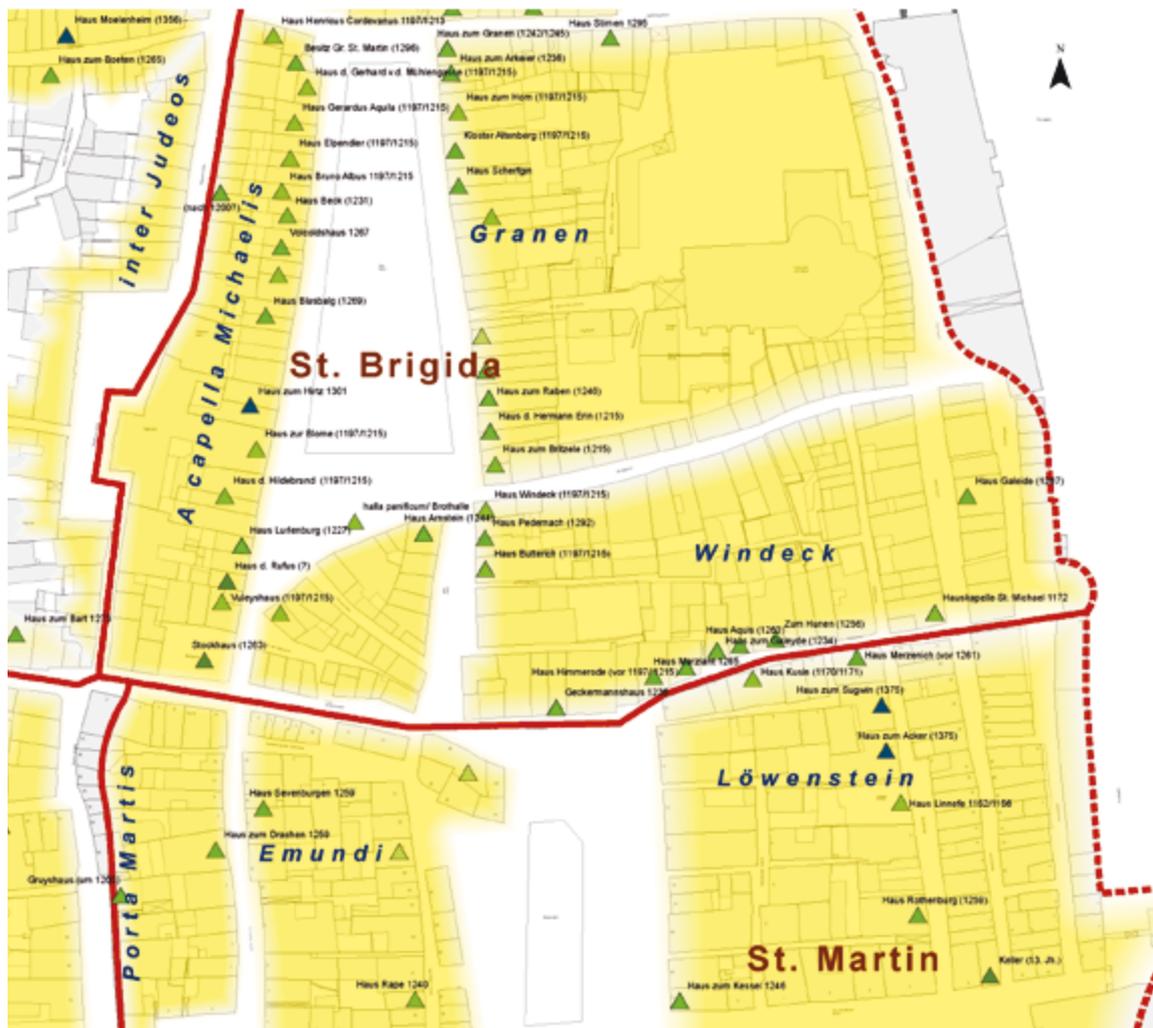


Abb. 2: Stadtschichtenatlas Köln. Topografische Zuordnung der in den Schreinsbüchern der Stadt nachgewiesenen Immobilien des 12.–14. Jahrhunderts auf der Basis des Urkatasters von 1836. Ausschnitt der Pfarrbezirke St. Brigida und St. Martin im Marktbereich der Rheinvorstadt

pretationen führen kann. Immerhin jedoch deckte die Arbeit am Stadtschichtenatlas diese Mängel überhaupt erst auf. Er schreibt Wissensgeschichte und formuliert Quellenkritik.

### Zielkonflikte

An der Thematik jüngerer, tachymetrisch gemessener Grabungen, die häufig im Zuge des U-Bahn-Baus durch beauftragte Grabungsfirmen ausgeführt wurden, kollidierten die Interessen von Universität und Bodendenkmalpflege in der Folge klassischer Zielkonflikte: Während die Universität im Sinne freier Forschung und Lehre einen diskursiv-experimentellen Umgang mit Daten pflegt, erkannte der als Genehmigungsbehörde operierende Projektpartner für seine Belange die Notwendigkeit einer restriktiven Datenbevorratung. Die Bodendenkmalpflege entschied, ausschließlich solches Planmaterial in das GIS einspeisen zu lassen, dessen Relevanz und Qualität hausintern evaluiert war. Da keine

der großen Flächengrabungen jüngerer Zeit diese Prüfung im Projektzeitraum absolvierte, waren wir auf bereits publizierte – und für diese Zwecke geglättete – Planwerke verwiesen, an die sich die Inhalte einer durchsystematisierten Fund- und Befund-Datenbank nicht mit Gewinn anhängen lassen. Ein wesentliches Projektziel – die Erprobung des Stadtschichtenatlanten für das archäologische Ortsarchiv – blieb hinsichtlich einer durchsystematisierten GIS-Funktionalität auf der Strecke.

### Forschungsanwendungen

Dass die Einbettung präziser Pläne in das Kartenwerk vorzügliche neue Chancen stadtopografischer Forschung eröffnet, konnten wir durch Einmessen einer Reihe altstädtischer Kellergeschosse rings um den Kölner Alter Markt eruieren. Die Auswahl der Keller orientierte sich an dem Informationsgehalt, den die Einträge in die seit den 30er Jahren des 12. Jahrhunderts geführten „Schreinsbücher“ – die mit



Abb. 3: Stadtschichtenatlas Köln. Tachymetrisches Aufmaß ausgewählter Untergeschosse der Parzellen Heumarkt 3 und 5 auf der Basis des Urkatasters von 1836. Die räumliche Disposition verweist auf die spätmittelalterliche oder frühneuzeitliche Zusammenlegung mehrerer Hauseinheiten

talalterlichen Grundbuchverzeichnisse Köln<sup>8</sup> – über den Wandel der Parzellenstruktur in Marktnähe erwarten ließen (Abb. 2). Und tatsächlich bezeugte u.a. die an der Urkatasterkarte ablesbare Verlagerung der Parzellengrenzen über die alten Kellerbestände hinweg eine große, durch wechselnde

Besitzverhältnisse und den Funktionswandel der Häuser begleitete Wirtschaftsmobilität (Abb. 3).

Für thematisch spezifizierte Fragestellungen dieser Art erwies sich vor allem der kartografische Bestand des Kölner Stadtschichtenatlanten als höchst effektive, unverzichtbare Arbeitsfolie. Andere, aus Ansätzen erst konturenhaft entwickelte Anwendungen wie die Geschichte der mittelalterlichen Befestigungen und der Pfarrbezirke ließen sich anschließen (Abb. 4).

Ein anderes Experimentierfeld galt etwa der Binnentopographie der in Köln zahlreichen Kloster- und Stiftskirchen, deren Inventar in Folge der Säkularisation von 1803 in alle Winde zerstreut wurde. Die von Clemens Kosch konzipierten diagrammatischen Visualisierungen funktionaler Zonen im Sakralraum und der ihnen zuzuweisenden Artefakte<sup>9</sup> boten sich hier geradezu zwingend als bereits recht differenziert erdachte Systematik einer inventarisatorischen Ordnung an, die weniger nach Gattungen fragt, als nach einer Gebrauchsgeschichte der Orte und Räume.

### Fazit

Misst man nach vielen Projektjahren die Arbeitsergebnisse des Stadtschichtenatlanten an seinen

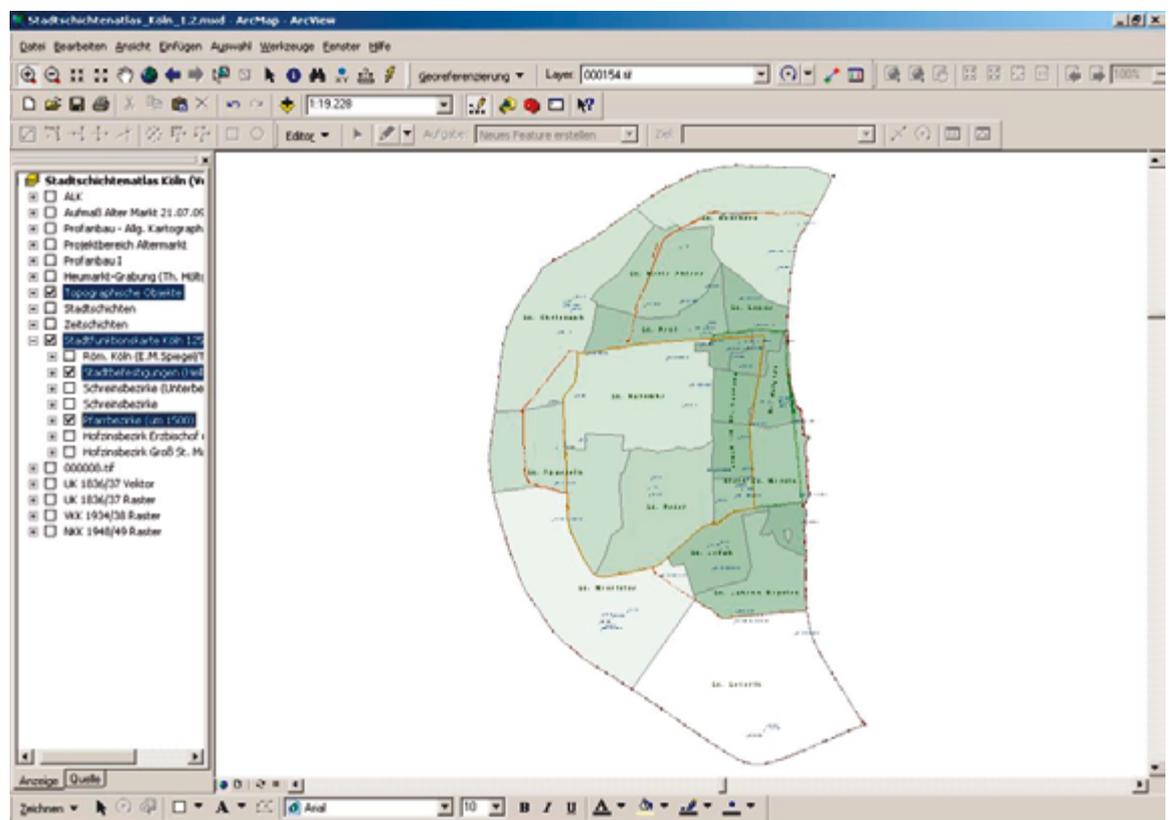


Abb. 4: Stadtschichten Atlas Köln. Screenshot mit Darstellung der mittelalterlichen Pfarrbezirke und Befestigungsanlagen (2010)

Zielen, dann drängt sich – der schwierigen Rahmenbedingungen uneingedenk – als ein erster und überwiegender Gedanke auf, dass es sich lohnt, Wege aus der Krise des kunsthistorischen Großinventars zu erkunden und zu erproben. Die Arbeit am Inventar wird durch ein GIS keineswegs beschleunigt, weil die Kapazität der menschlichen Ressourcen den Takt angibt – und nicht die Frequenz des Prozessors. Ist das Ziel aber aus guten Gründen kein Manuskript, sondern die Plattform einer „kartographischen Wissensarchäologie“, dann ist unser Stadtschichtenatlas auf dem Weg zu seiner Funktionsbestimmung ein Stück vorangekommen, obwohl seine GIS-Funktionalität noch sehr im Argen liegt. Als schwer zu manövrierender Dinosaurier eines

Aufbruchs der 90er Jahre ist er auf unseren Einzelplatzrechnern mehr oder weniger zur Ruhe gekommen, seine Anwendung und Fortentwicklung für je eigene Zwecke den Projektpartnern anempfohlen. Das geflügelte Wort Pierre Vergniauds, dass Revolutionen ihre Kinder zu fressen pflegen, trifft auch ihn: Für eine wirkliche Plattform geteilten Wissens fehlen ihm der universitäre Gedanke der vernetzten open source und eine gewisse Leichtigkeit des Seins, die es ihn nicht verübeln lässt, wenn Studierende ihre Ideen an ihm testen. Auf diesem Weg sind wir in den letzten Jahren vorangekommen: Der Atlas existiert mittlerweile in einer webbasierten Betaversion im Intranet der Universität Köln.

## Abbildungsnachweis

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 1 | Universität zu Köln, Abt. Architekturgeschichte des Kunsthistorischen Instituts, Michael Wiczorek 2015 | 3 | Ebenda, Alexander Kobe 2008   |
| 2 | Ebenda, Anita Wiedenau 2005  | 4 | Universität zu Köln, Abt. Architekturgeschichte des Kunsthistorischen Instituts |

## Anmerkungen

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Stoob, Heinz: Deutscher Städteatlas 2 (1979), Lieferung 2, Nr. 6: Köln, bearb. v. Hellenkemper, Hansgerd und Meynen, Emil, Dortmund 1979 (Acta Collegii Historiae Urbanae Societatis Historicorum Internationalis, Series C, Atlanten).   | 7 | Erste Überlegungen zu diesen Fragen formulierte aus unserer Projektpraxis heraus Alexander Kobe, vgl. Kobe, Alexander: Zwischen Bild und Modell. Ein Versuch zum epistemischen Potential Geografischer Informationssysteme (GIS) aus kunsthistorischer Perspektive, in: Aufmaß und Diskurs. Festschrift für Norbert Nußbaum zum 60. Geburtstag, hg. v. Astrid Lang und Julian Jachmann, Berlin 2013, S. 371–389.   |
| 2 | Gewährt durch das Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes NRW.   | 8 | Grotten, Manfred: Die Anfänge des Kölner Schreinswesens, in: Jahrbuch des Kölnischen Geschichtsvereins, 56. Jg., 1985, S. 1–21. Zum jüngeren Forschungsstand Leiverkus, Yvonne: Köln. Bilder einer spätmittelalterlichen Stadt, Wien-Köln-Weimar 2005, S. 29–34.   |
| 3 | Hierzu Bill, Ralf: Grundlagen der Geo-Informationssysteme, 5. Aufl. Berlin 1910; Hake, Günter / Grünreich, Dietmar / Meng, Ligi: Kartographie. Visualisierung raumzeitlicher Informationen. 8. Aufl. Berlin/New York 2002, S. 299–342.  | 9 | Kosch, Clemens: Zum Projekt einer zeichnerischen Veranschaulichung der sakralen „Binnentopographie“ des Hochmittelalters in ehemaligen Konventkirchen Kölns. Methodische Überlegungen am Beispiel von St. Andreas, in: Kölnische Liturgie und ihre Geschichte. Studien zur interdisziplinären Erforschung des Gottesdienstes im Erzbistum Köln (Kongreß Köln 1998), hg. v. Albert Gerhards und Andreas Odenthal, Münster 2000, S. 127–142 (Liturgiewissenschaftliche Quellen und Forschungen, 87). |
| 4 | Blondus Flavius, Italia illustrata, hg. v. Paolo Pontari, vol. II, Rom 2014, S. 18–19: “ (...) atque res in singulis locis scribi dignas breviter enarrabo, ut non magis haec Italiae sit descriptio quam virorum eius illustrium praestantiumque catalogus ac non parvae partis historiarum Italiae breviarium.” |   |  |
| 5 | Zur Differenz zwischen begrifflichem und ikonischem Denken siehe Heßler, Martina / Mersch, Dieter: Bildlogik oder Was heißt visuelles Denken, in: dies., Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft, Bielefeld 2009, S. 8–62.   |   |  |
| 6 | Krämer, Sybille: Simulation und Erkenntnis. Über die Rolle computergenerierter Simulationen in den Wissenschaften, in: Computermodelle in der Wissenschaft, hg. v. Thomas Lengauer, Stuttgart 2011, 303–322.  |   |  |

# Überlegungen zur digitalen Rekonstruktion farbiger Fassungen von Architektur und Skulptur

ACHIM HUBEL

## ZUSAMMENFASSUNG

Während der Innenrestaurierung des Regensburger Doms untersuchte Dr. Friedrich Fuchs in den Jahren 1986–1989 vom Gerüst aus die Skulpturen und die Architektur, vor allem im Blick auf ihre früheren farbigen Fassungen. Er erkannte, dass auf den steinernen Oberflächen mindestens drei Farbschichten lagen, die dem ursprünglichen mittelalterlichen Zustand, einer kompletten Neufassung im frühen 17. Jahrhundert und einer erneuten Bemalung um 1700 zuzuweisen waren. Da solche Dokumentationen aber keine Vorstellung vom ursprünglichen Aussehen des Innenraums und der Figuren liefern können, suchten wir nach Möglichkeiten einer anschaulichen Visualisierung der Befunde. Nach vielen eher enttäuschenden Ergebnissen zeichnete sich ab, dass eine zweidimensionale Rekonstruktion der Fassungen auf der Basis fotografischer Aufnahmen und mit Hilfe der Computer-Software „Photoshop“ die besten Lösungen ergeben könnte, zumal uns dreidimensionale Scans nicht zur Verfügung standen und für uns auch nicht finanzierbar gewesen wären. Den Durchbruch brachte ein eigenes kleines Forschungsprojekt „Virtuelle Räume“, das von Herrn Prof. Dr. Christoph Schlieder (Lehrstuhl für Angewandte Informatik in den Kultur-, Geschichts- und Geowissenschaften) und mir an der Universität Bamberg eingerichtet wurde. Zusammen mit zehn meiner Doktorandinnen und Doktoranden – und beraten von Friedrich Fuchs – experimentierten wir in vielen Sitzungen, bis sich annehmbare Ergebnisse abzeichneten. Dank des Engagements der Arbeitsgruppe gelang es, die Fotografien am Computer so einzufärben, zu differenzieren und zu bemustern, dass täuschend echte Visualisierungen entstanden. Gleichzeitig ergab die Analyse der Ergebnisse, dass der Regensburger Dom nicht nur im Mittelalter eine farbige Fassung der Raumschale erhielt, die zusammen mit der Bemalung der Figuren und Altäre ein ganzheitliches Farbkonzept nachweisen ließ, sondern dass auch den Neubemalungen der Renaissance und der Barockzeit eine künstlerische Ge-

samtredaktion zu Grunde lag, die den Innenraum wesentlich umwandelte und im Sinne der jeweiligen zeitgenössischen Ästhetik neu interpretierte.

## Vorgeschichte

Das interdisziplinäre Forschungsprojekt „Bau-, Kunst- und Funktionsgeschichte des Regensburger Doms als Modellfall“ widmete sich unter der Leitung von Manfred Schuller und mir allen nur denkbaren Fragestellungen zu dieser Kathedrale. Während der gesamten, über 25 Jahre dauernden Innen- und Außenrestaurierung des Doms (1985–2010) konnten von den Gerüsten aus alle Details der Architektur und der Ausstattung gezeichnet, untersucht, dokumentiert und fotografiert werden, so dass in der Zusammenarbeit mit zahlreichen Fachkolleginnen und -kollegen einschlägiger Disziplinen ein umfassender Kenntnisstand zum Regensburger Dom anwuchs. In den Jahren 2010–2016 gelang es schließlich, alle Forschungsergebnisse in einer fünfbändigen Gesamtmonographie zu publizieren, die in der Reihe der vom Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege herausgegebenen „Kunstdenkmäler von Bayern“ erschienen ist.<sup>1</sup>

Für das Thema dieses Beitrags über die Erfassung und Dokumentation der farbigen Befunde im Dom<sup>2</sup> konnten wir erfahrene Fachkollegen gewinnen:

- Dr. Michael Kühenthal schilderte die Farbbefunde und Farbkonzepte der inneren Raumschale.<sup>3</sup>
- Dr. Jürgen Michler holte weit aus, beschrieb im internationalen Vergleich – von Frankreich ausgehend – die Farbigekeit gotischer Kirchen und gab der Erstfassung des Regensburger Doms ihren Stellenwert in der europäischen Kunstgeschichte.<sup>4</sup>
- Vor allem konnten die Herausgeber über vier Jahre hindurch (1986–1990) aus Mitteln der DFG den Restaurator und Kunsthistoriker Dr. Friedrich Fuchs beschäftigen, der von den Gerüsten aus systematisch die restauratorische Untersuchung der Skulpturen des Doms vornahm, wobei es neben Fragen zur Bildhauertechnik vor allem um die Farbfassungen ging, die in bis

zu fünf Schichten übereinander erhalten sind. Außer mehreren Dutzend lebensgroßer, farbig gefasster Domsulpturen handelte es sich um eine Vielzahl kleinplastischer Objekte wie Konsolen, Baldachine oder Gewölbeschlusssteine sowie – ausgehend vom architektonischen Umfeld der Skulpturen – schließlich auch um die gesamte innere Raumschale.<sup>5</sup> Als technisches Hilfsmittel diente vor allem ein Mikroskop mit variabler Vergrößerung an einem flexiblen Teleskopgestänge, gepaart mit einer separaten Lichtquelle, einsetzbar als direktes Auflicht oder als steuerbares Streiflicht.

Grundsätzlich gilt es zu betonen, dass diese Befunduntersuchungen nicht die Maltechnologie historischer Farbfassungen im Visier hatten, sondern dass es unser Ziel war, ganzheitliche Visualisierungen von den früheren Erscheinungsformen farbig gefasster Skulptur und Architektur zurückzugewinnen.

Im Gegensatz zu den meisten Kathedralen Europas verlief im Regensburger Dom die Erneuerungsgeschichte über viele Jahrhunderte hinweg sehr substanzschonend. An der Architektur und noch viel umfassender an den Skulpturen lagern als nahezu lückenloses Schichtensediment umfangreiche Reste der ursprünglichen Fassungen wie auch der verschiedenen Umgestaltungen in späterer Zeit bis herauf in die 1930er Jahre. Während der Purifizierung des 19. Jahrhunderts konnte die vorgefundene grünlich-olivgraue Raumfassung der Barockzeit als steinsichtig interpretiert werden, so dass – im Gegensatz zu anderen Baudenkmalern – die Farbschichten auf der Wandschale nicht entfernt wurden. So erwies sich die Befundsituation als überaus günstig.

Nach Abschluss der Befunduntersuchungen und Dokumentationen stellte sich die Frage, wie die jeweiligen Ergebnisse der Fachwelt, erst recht aber dem Laien vermittelt werden könnten. Schließlich möchte der Fachmann wie der Laie ja wissen, wie die Bau- und Bildwerke auf der Basis der Befunde früher ausgesehen haben. Viele Restauratoren verfahren hier ausgesprochen spartanisch: Bei Skulpturen fassen sie ihre Ergebnisse in langen Beschreibungen zusammen, bei mehreren Farbschichten übereinander manchmal auch in Tabellenform, welche die Farben und die Musterung der verschiedenen Bestandteile eines Bildwerks (Inkarnat, Haare, Gewänder mit Innen- und Außenseiten usw.) auflisten.<sup>6</sup>

Um dem Leser über die verbalen Beschreibungen hinaus wenigstens eine gewisse Vorstellung

vom ursprünglichen Aussehen der Skulpturen zu vermitteln, zeigte ich bereits 1972 in meiner Dissertation über den Erminoldmeister Aquarellrekonstruktionen der wichtigsten Bildwerke, beispielsweise der Verkündigungsgruppe im Regensburger Dom



Abb. 1: Regensburg, Dom. Verkündigungsgruppe des Erminoldmeisters. Um 1280. Heutiger Zustand (Foto Wilkin Spitta, Loham)



Abb. 2: Verkündigungsgruppe des Erminoldmeisters. Aquarellrekonstruktion der ursprünglichen Fassung der Figuren, von Achim Hubel (1972)

(Abb. 1 und 2).<sup>7</sup> Damit war wenigstens eine grobe Vorstellung von der Wirkung dieser Skulpturen mit ihrer ursprünglichen Farbfassung zu gewinnen. Da damals die Erforschung der Bemalungen von Steinfiguren noch in den Kinderschuhen steckte, kam diesen Versuchen der Charakter einer Pioniertat zu.<sup>8</sup>

Bei den Untersuchungen der mittelalterlichen Skulpturen des Regensburger Doms war allen Beteiligten von Anfang an klar, dass wir über die Dokumentation der Befunde hinaus eine Visualisierung anstrebten. Sie sollte nach Möglichkeit die künstlerische Qualität der nachgewiesenen Befunde in einem Rekonstruktionsversuch vermitteln und dem Betrachter die ästhetische Qualität eines Kunstwerks als Zusammenklang von Material, Form und Farbe bewusstmachen.

Für dieses Ziel wurde über Jahre hinweg ergebnisoffen an einer methodischen Optimierung gearbeitet. Nach langen Versuchsreihen, bei denen Friedrich Fuchs mit Aquarellrekonstruktionen,<sup>9</sup> mit vermalbaren Farbstiften und mit deckenden Gouachefarben experimentierte, startete Apostolos Aravidis, ein Architekt und Mitarbeiter unseres Forschungsprojekts zum Regensburger Dom, einen Test in Airbrushtechnik mit Acrylfarben. Auch hier mussten wir uns eingestehen, dass dieser Weg eine Sackgasse war. Die Acrylfarben erschienen als zu

künstlich, das Airbrushverfahren im Oberflächeneffekt entschieden zu durchlässig und unstofflich.

Der Kunsthistoriker Jürgen Michler, der sich schon seit Jahren mit dem Phänomen der farbigen Fassungen gotischer Architektur beschäftigte, hatte seinerseits ein Verfahren zur Rekonstruktionen historischer Architekturfassungen mit Hilfe des Siebdruckverfahrens erarbeitet.<sup>10</sup> Für seinen Beitrag über die Farbigkeit der Architektur des Regensburger Doms hat er mehrere Farbbildungen des Dominneren in dieser Technik vorgestellt (Abb. 3).<sup>11</sup> Bei aller Qualität seiner graphischen Darstellungen lässt sich aber nicht verhehlen, dass die Ergebnisse zwar auf fundierten Untersuchungen beruhen, dennoch aber keinen überzeugenden Eindruck vom tatsächlichen Aussehen des jeweiligen Innenraums mit seiner früheren Farbgestaltung vermitteln können. Gerade die weißen Wand- und Gewölbeflächen des Regensburger Doms in seiner Erstfassung lassen sich durch das Aussparen des weißen Papiergrunds in der Rekonstruktionszeichnung Michlers nicht annähernd darstellen. Die kolorierte Zeichnung als Mittel der rekonstruierenden Illustration früherer Farbgebungen kann folglich weder in der Skulptur noch in der Architektur überzeugen.

Unsere Versuche, die vorliegenden Farbbefunde in einer überzeugenden zweidimensionalen Rekonstruktion zu visualisieren, erreichten eine neue Ebene, als ich die Problemstellung innerhalb unseres „Arbeitskreises für Theorie und Denkmalpflege e.V.“ mit unserem Mitglied Prof. Dr. Christoph Gerlach besprach, der sich als Professor für Baudenkmalpflege und historische Farbfassungen an der HAWK Fachhochschule Hildesheim-Holzminde-Göttingen schon seit längerer Zeit damit beschäftigt hatte, die Farbigkeit historischer Räume computergestützt zu simulieren. Er erklärte sich bereit, im Rahmen von Forschung und Lehre als Pilotprojekt die Erstfassung der Verkündigungsgruppe des sogenannten Erminoldmeisters aus der Zeit um 1280 (Abb. 1) digital zu rekonstruieren. Seine Mitarbeiterin Dipl. Designerin Martina Pohl erstellte in Zusammenarbeit mit Friedrich Fuchs Anfang der 1990er Jahre die wohl überhaupt ersten Computerrekonstruktionen gotischer Figurenfassungen (Abb. 4).<sup>12</sup> Mit dem für den damaligen technischen Standard hervorragenden Ergebnis war die Marschrichtung für die Zukunft vorgegeben. Vereinbarungsgemäß war aber damit auch das erfolgreiche Hildesheimer Pilotprojekt beendet, und es musste nach neuen Realisierungswegen Ausschau gehalten werden.

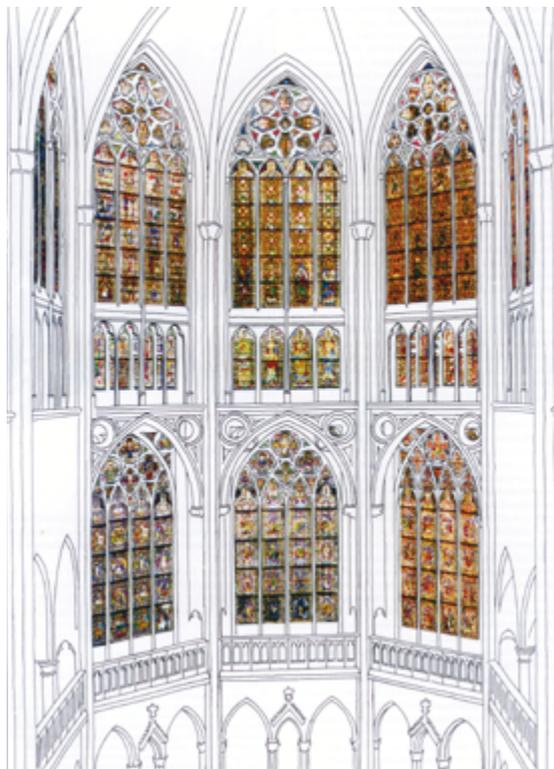


Abb. 3: Regensburg, Dom, Hauptchor. Rekonstruktion der ursprünglichen Farbigkeit um 1320, von Jürgen Michler (2014)



Abb. 4: Verkündigungsgruppe des Erminoldmeisters. Digitale Rekonstruktion der ursprünglichen Farbfassung, von Martina Pohl (1995)

Die Rekonstruktionen entstanden auf der Basis von Fotografien, die mit einer Urversion des heute weit verbreiteten Bildbearbeitungsprogramms Photoshop überformt wurden. Die Qualität erschien jedoch noch steigerungsfähig, vor allem angesichts der rasanten technischen Entwicklung auf dem EDV-Sektor. Deshalb beschlossen wir, zunächst einen weiteren Versuch in Kooperation mit einem freiberuflichen Computergraphiker zu starten, da wir auch Erfahrungswerte für die weiteren Kosten des Projektes benötigten. In enger Zusammenarbeit zwischen Friedrich Fuchs und dem Computergraphiker Raoul Kaufer (Firma MediaCircle Regensburg) entstand eine digitale Rekonstruktion der Erstfassung der um 1320 entstandenen lebensgroßen Steinfigur des hl. Petrus im Regensburger Dom.<sup>13</sup> Langfristig sollte eine größere Reihe solcher Rekonstruktionen entstehen, teils auch unter Einbindung des architektonischen Ambientes, um damit ausschnittshaft virtuelle Spaziergänge durch den Dom zu inszenieren, nicht nur im Mittelalter, sondern auch in der Renaissancezeit und im Barock. Die Umsetzung solcher digitalen Rekonstruktionen erwies sich aber als ausgesprochen kostspielig, zumal auch diese als Probe erstellte Farbrekonstruktion des hl. Petrus noch keinen befriedigenden Endzustand geliefert hatte.

Im Rahmen des Forschungsprojekts zum Regensburger Dom stellte ich zusammen mit Manfred Schuller im Jahr 1998 bei der DFG einen erneuten Antrag zur Förderung des Vorhabens, wobei es hier vor allem um die Unterstützung der Endpublikation gehen sollte. Dabei beantragten wir auch – auf der Basis der Erfahrungswerte – die Mittel zur digitalen Rekonstruktion der Farbfassungen der Skulpturen des Doms. Der Antrag wurde 1999 bewilligt – mit Ausnahme der Farbrekonstruktionen, die als für das Projekt nicht erforderlich bewertet wurden. Daraus sprach eine nach wie vor auch im Bewusstsein der Fachkollegen tief verwurzelte Geringschätzung der ursprünglichen Farbigkeit gotischer Architektur oder Skulptur. Letztlich ist dies ein Indiz für das anhaltende Nachwirken des im 19. Jahrhundert weit verbreiteten Ideals von der Materialsichtigkeit der Gotik, das bis ins späte 20. Jahrhundert hinein zahlreiche radikale Freilegungsaktionen bei Holz- und Steinfiguren zur Folge hatte.

Mittlerweile hatte man auch in anderen Ländern den gleichen Weg eingeschlagen wie wir. Bei einem internationalen Kolloquium im Oktober 2000 in Amiens zum Thema „La couleur et la pierre“ wurden in einem Beitrag aus Nordspanien Computerrekonstruktionen von Farbfassungen gotischer Skulpturen vorgestellt.<sup>14</sup> Im Tagungsband wurde ferner eine fotografische Dokumentation der aufsehenerregenden Lichtprojektionen publiziert, mit deren Hilfe die ehemalige Farbigkeit der Westportale der Kathedrale von Amiens auf die Originale projiziert wird.<sup>15</sup>

In der Zwischenzeit wurden im Zeitalter der Digitalisierung immer neue und bessere Verfahren der dreidimensionalen Erfassung von Bau- und Bildwerken entwickelt, die als 3 D-Scans exakte graphische Darstellungen der jeweiligen Objekte liefern. Deren Oberflächen lassen sich auch mit Rekonstruktionen der farbigen Fassungen belegen. Beispielsweise hat Daniela Karl in ihrer Dissertation über die Polychromie der Naumburger Stifterfiguren (im Rahmen des von der Volkswagen-Stiftung geförderten Naumburg-Kollegs) jüngst eine herausragende Arbeit vorgelegt, die nicht nur die Ergebnisse ihrer Untersuchungen dokumentiert, sondern auch in dreidimensionalen Visualisierungen das frühere Aussehen der zwei nachgewiesenen Fassungsschichten darstellt. Sie erfolgten über Streifenlichtscans mit texturierten Oberflächen und konnten mit dem Programm Cinema4D realisiert werden (Abb. 5).<sup>16</sup> Die Ergebnisse liefern



Abb. 5: Naumburg, Dom, Westchor. Stifterfiguren Ekkehard und Uta, um 1250. Rekonstruktion der Erstfassung über Streifenlichtscans mit texturierten Oberflächen; Endbearbeitung durch das Programm Cinema4D, von Daniela Karl (2015)

einen vorzüglichen Eindruck vom Farbprogramm des Figurenzyklus. Allerdings strebte Daniela Karl keine „Imitation einer mittelalterlichen Skulpturenpolychromie“ an, sondern setzte stattdessen auf eine stärkere Abstraktion ihrer 3D-Rekonstruktionen.<sup>17</sup> Dies kann man gut verstehen, da der Erhal-

tungszustand bei den Naumburger Stifterfiguren unterschiedlich ist und eine Reihe von Oberflächen keine Farbbefunde mehr zeigt.

Prinzipiell bieten 3D-Simulationen hervorragende Möglichkeiten der Visualisierung, da die Bildwerke gedreht und gekippt, also von jeder beliebigen Seite aus gezeigt werden können. Nachteilig sind dagegen die sehr hohen Kosten der Streifenlichtscans, die von einer hierauf spezialisierten Fachfirma ausgeführt werden müssen. Darüber hinaus kennzeichnet die 3D-Simulationen aber eine Künstlichkeit der Darstellung, die weit entfernt ist von einer eindringlichen Visualisierung des früheren Aussehens der Bildwerke, wie wir sie anstreben. Zudem wollten wir auch die Raumschale in ihrer Farbigkeit mit einbeziehen, um so weit wie möglich einen Gesamteindruck zu vermitteln, wie Raum und Ausstattung sich früher gegenseitig zu steigern vermochten. Abgesehen von diesen durchaus unterschiedlichen Zielen der digitalen Rekonstruktionen konnte in Naumburg dank der großzügigen finanziellen Förderung durch die Volkswagen-Stiftung ein solcher Aufwand betrieben werden, wie er uns innerhalb des Regensburger Domprojekts auch nicht annähernd zur Verfügung stand.<sup>18</sup>

#### **Das Forschungsprojekt „Virtuelle Räume“**

Für unser Vorhaben eröffnete sich an der Universität Bamberg eine neue Perspektive, als ich mich an meinen Kollegen Prof. Dr. Christoph Schlieder vom Lehrstuhl für Angewandte Informatik in den Kultur-, Geschichts- und Geowissenschaften wandte. Er zeigte sich an dem Projekt interessiert und hielt eine erfolgreiche Herstellung digitaler Rekonstruktionen durch ehemalige Absolventen unseres Masterstudiengangs Denkmalpflege – Heritage Conservation für möglich. Da Herr Schlieder uns auch jede mögliche Unterstützung zusicherte, konnte ich meinerseits aktiv werden. Ich eruierte nach einer Umfrage und ersten Vorgesprächen eine Gruppe von zehn Doktorandinnen und Doktoranden, die dauerhaft interessiert waren. Prof. Schlieder stellte das EDV-Labor zur Verfügung und leistete mit seinem Mitarbeiter Dr. Klaus Stein konzeptionelle und technische Betreuung. Friedrich Fuchs lieferte alle erforderlichen Grundlagen aus dem Fundus seiner Untersuchungen der Domskulptur, betreute per Internet die Zwischenstadien der Einzelprojekte und als Lehrbeauftragter zusammen mit mir und Dr. Stein die regelmäßigen Plenumsitzungen dieser „Graduiertenschule“.

Die Finanzierung des Vorhabens der „Virtualen Räume“ gelang durch die Hilfe verschiedener Sponsoren, denen wir zu großem Dank verpflichtet sind:

- Regensburger Domstiftung,
- Otto-Friedrich-Universität Bamberg (Mittel zur Forschungsförderung),
- Lehrauftragsmittel der Otto-Friedrich-Universität Bamberg,
- vierjährige Förderung durch das Bayerische Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst im Rahmen der Zielvereinbarungen mit der Universität Bamberg,
- Rotary Club Regensburg.

Die Bearbeiter(innen) erhielten aus diesen Mitteln leistungsanteilige Honorarzählungen. In dieser Konstellation arbeitete das Team von 2007 bis 2015. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer waren:

Dipl.-Ing. Michael Back (†),  
 Sandra Bali (geb. Peters) M.A.,  
 Stephanie Eißing M.A.,  
 Sebastian Gulden M.A.,  
 Anke Niedermaier M.A.,  
 Roland Porzelt M.A.,  
 Dr. Eva Reinkowski-Häfner,  
 Dr. Melissa Speckhardt,  
 Dr. Robert Wachter,  
 Kerstin Weiß M.A.

Die ausgiebigen Diskussionen innerhalb der Gruppe haben dazu geführt, dass allen Beteiligten immer deutlicher wurde, was unsere digitalen Rekonstruktionen sein wollen, vor allem aber auch, was sie nicht sein können. Vor dem Hintergrund dieser Grundsatzüberlegungen ist bei aller Faszination über die erwähnten Pilotversuche, historische Figurenfassungen als dreidimensionale Computeranimation zu inszenieren, unsere Beschränkung auf die Zweidimensionalität eine bewusste, getragen von einer gewissen Scheu vor zu viel „Virtuality“. Im Grunde wollen unsere Rekonstruktionen nur Vorstellungshilfen sein für das Zusammenspiel von Form und Farbe als wichtige künstlerische Dimension einer mittelalterlichen Skulptur. Naturgemäß können es nur Annäherungsbilder an eine imaginierte Wirklichkeit sein, aber auf der Basis realer, restauratorisch ermittelter Befunde. Je nach Tragfähigkeit der Befundlage haben wir uns weiter vorgewagt, haben uns da und dort zu Gunsten der Ganzheitlichkeit auch mit Analogien oder in Anlehnung an Restaurierungstechniken mit

Neutralretuschen beholfen. Stets wird jedoch mit Begleitkommentaren darüber Aufschluss gegeben, auf welchem Fundament sich die einzelnen Bereiche einer Rekonstruktion bewegen.

Auf keinen Fall aber wollen die digitalen Rekonstruktionen ins Bild übersetzte restauratorische Dokumentationen sein. Die hierfür geforderte sachlich strenge Objektivität fehlt ihnen. Die eigentliche Richtschnur einer Dokumentation ist ja gerade der Status quo, das heißt die meist fragmentarische Existenz eines historischen Kunstwerks. Um aber eine bildliche Vorstellung zu erhalten, etwa von einem Gewandstück, müssen winzige Farbschichtreste auf große Flächen hochpotenziert werden. Dass man damit subjektives Terrain betritt, liegt auf der Hand. Nachdem die Erfahrung zeigte, dass sich ein und dieselbe Farbschicht an verschiedenen Befundstellen je nach Alterungsgeschichte in ihrer Oberflächenwirkung immer wieder unterschiedlich präsentiert; ist es auch bei der Dokumentation kaum möglich, einen absoluten Farbwert zu definieren. Selbst naturwissenschaftliche Analysen würden dabei nicht wesentlich weiterhelfen. Meist verbalisiert man daher einen Mittelwert nach Augenschein.

Analog dazu stellt sich grundsätzlich die Frage, ob es sinnvoll erscheint, mit Absolutheitsansprüchen hinsichtlich der Farbwerte die Rekonstruktion historischer Farbfassungen anzugehen. Denn auch für das mittelalterliche Bildwerk selbst gab es zu keiner Zeit eine eindeutig definierte Originalsituation. Die Lichtverhältnisse in einer gotischen Kathedrale waren früher einem noch weitaus stärkeren Wechsel unterworfen als heute. Es gab sparsame bis üppige Kerzenausleuchtung ebenso wie diffuses, dämmriges Alltagslicht oder an sonnigen Tagen wanderndes Schlaglicht. Außerdem erzeugten die – fast immer anzunehmenden – farbigen Glasfenster eine gegenüber dem Tageslicht völlig andere Raumfarbigkeit.

Einzig bei der Arbeit des Fassmalers dürfen wir von einer gewissen objektiven Situation ausgehen, wohl in Form von Tageslicht oder zumindest einer gleichmäßig hellen Ausleuchtung des Arbeitsplatzes. Die heutige Praxis, Kunstwerke ins helle Licht zu rücken, sei es am originalen Standort, im Museum oder gedruckt in Büchern, ist somit gar nicht so weit entfernt von den Bedingungen unmittelbar bei ihrer Entstehung. Unsere Entscheidung, von solchen in gewissem Sinne neutralen Lichtverhältnissen auszugehen und sich nicht in ein historisierendes Abdämpfen der Farbkraft zu flüchten, wur-

de bewusst gewählt, auch auf die Gefahr hin, dass die im hellen Licht besonders bunt erscheinende Farbigkeit irritieren mag und den im Blick auf das Mittelalter nach wie vor klischeebehafteten Vorstellungen zuwiderläuft.

Unabhängig von der Frage, wie denn die Figuren mit ihren Farbfassungen in einem mittelalterlichen Kirchenraum ausgesehen haben dürften, müssen wir uns auch klarmachen, dass sich die Sehgewohnheiten des menschlichen Auges laufend geändert haben und ändern. Das Auge ist schließlich nur das Organ, welches die von der Pupille aufgefangenen optischen Eindrücke sammelt und ins Gehirn weiterleitet – erst dort findet die Wahrnehmung und Interpretation aller Bilder statt. Ganz sicher werden die optischen Reize aber nicht in einer gleichbleibenden Objektivität verwertet – die Art, wie wir unsere Umgebung sehen, ist von den Seherfahrungen unseres Gehirns abhängig. Gerade seit dem 20. Jahrhundert wurden wir ständig mit optischen Reizen gefüttert, die sich inflationär ausbreiteten und sich zudem ununterbrochen wandelten. Sie haben ganz sicher im Lauf der Zeit unser Farbempfinden beeinflusst. Farbige Abbildungen in Kunstbänden, etwa den berühmten SKIRA-Büchern der 1960er Jahre, deren separat eingeklebte Farbtafeln wegen ihrer Brillanz hoch gelobt worden sind, erscheinen uns heute wie durch einen grau-bräunlichen Filter fotografiert. Sie sehen ganz anders aus wie das gleiche Gemälde in einem Bildband des frühen 21. Jahrhunderts.<sup>19</sup> Wenn Regisseure heute in einem Spielfilm Szenen charakterisieren wollen, die z.B. in den 1950er oder 1960er Jahren spielen, verfremden sie die Bilder durch gedämpftere und bräunlicher wirkende Farben – der Zuschauer erkennt dann sofort, dass er in eine frühere Zeit zurückversetzt wird.

Im 19. Jahrhundert haben Restauratoren nach genauen Befunderhebungen versucht, die farbigen Fassungen von Skulpturen so exakt wie möglich zu rekonstruieren. Erinnerung sei dabei an die Apostelfiguren in der Sainte-Chapelle in Paris, die zusammen mit der gesamten Architektur aufwändig rekonstruiert wurden. Auch der Zyklus von Christus, Maria und den zwölf Aposteln an den Hauptchorpfeilern des Kölner Doms wurde in den Jahren 1841/42 unter der Leitung des „Dekorateurs“ und Vergolders Johannes Stephan neu gefasst, unter sorgfältiger Anlehnung an die teilweise erhaltene Originalfassung.<sup>20</sup> Bei aller Sorgfalt der Ausführung entlarven sich die Bemalungen aber schon bei der ersten Be-

trachtung als Schöpfungen des 19. Jahrhunderts: Die Inkarnate sind zu braun, die Farben teilweise dumpf und zu wenig leuchtend, die Ornamente im Kontrast dazu aufdringlich und in der Ausführung lange nicht so sorgfältig wie die mittelalterliche Bemalung.<sup>21</sup> Wahrscheinlich haben die ausführenden Restauratoren – bewusst oder unbewusst – die vielen Reste der Originalfassung anders interpretiert als wir sie heute sehen. Sie haben Farbfassungen geschaffen, die neben dem Verständnis für das Mittelalter auch die Interpretation durch die eigene, zeitgebundene Ästhetik mit einfließen ließen. Deshalb muss uns klar sein, dass auch unsere digitalen Rekonstruktionen nur für unsere eigene Generation verbindlich bleiben können. Sie werden den Anspruch des Authentischen auf absehbare Zeit wieder verlieren. Dann werden unsere Nachfahren den Kopf schütteln und sich wundern, warum die Menschen des frühen 21. Jahrhunderts die Farben so anders gesehen haben...

### Der farbige Dom im Mittelalter

Der Innenraum des Regensburger Doms (Abb. 6) zeigt heute eine eher unbestimmte Farbigkeit, die von grünlichem Olivgrau bis hin zu Ockertönen changiert. Man könnte diese Farbigkeit durchaus für steinsichtig halten; sie entspricht den bei Sandsteinen vorkommenden Varietäten. Die Befunduntersuchungen brachten dagegen völlig andere Ergebnisse. Als um 1320 die Ostteile des Doms einschließlich des Querhauses und des ersten Seitenschiffjochs vollendet waren, zeigten sie sich durchgehend in Weiß, und zwar in der leicht gebrochen weißen Farbe des Kalksteins, der steinsichtig präsentiert wurde, mit ebenfalls weißen Gewölbesegele und weißen Mörtelfugen; vereinzelte dazwischen eingesetzte Grünsandsteinquader wurden in Weiß überstrichen. So müssen wir uns die Wände, Gewölbe und Bauglieder des Doms insgesamt in Weiß vorstellen. Die digitale Rekonstruktion des Hauptchors (Abb. 7) versucht, den damaligen Gesamteindruck widerzuspiegeln. Die Architektur des Doms erschien innen komplett in Weiß, das alle Bauglieder – ausgenommen die Schlusssteine mit ihren Manschetten – gleichmäßig überzog. Mit Recht betont Jürgen Michler, dass diese Farbgebung genau dem architektonischen System des Doms entspricht, in dem die Wände als „reliefartig strukturierte kohärente Masse“ gestaltet sind.<sup>22</sup> Er schließt sich an die Interpretation Peter Kurmanns an, der die innovative Bedeutung einer solchen Architekturauffassung



Abb. 6: Regensburg, Dom, innen nach Osten. Heutiger Zustand (Foto Achim Hubel)



Abb. 7: Regensburg, Dom, Hauptchor. Digitale Rekonstruktion der Erstfassung um 1320, von Stephanie Eißing und Robert Wachter (2016)

überzeugend charakterisiert hat. Im Gegensatz zur klassischen, französisch geprägten Hochgotik erscheint die Architektur nicht mehr als „Zusammenfügung einzelner aufeinander abgestimmter, aber optisch voneinander lösbarer Glieder“. Statt-

dessen „verwandeln sich im Regensburger Dom das strukturelle Gerüst und die darin eingespannten Wandfelder zu einer kompakten Masse. Nicht mehr Pfeiler, Dienste und Arkaden werden in Regensburg als die eigentlich tragenden Glieder empfunden, vielmehr scheint jetzt die ganze Hochschiffwand die Gewölbe zu stützen“.<sup>23</sup>

Die mittelalterliche Architektur des Doms und die Weißfassung des Innenraums bildeten folglich eine ästhetische Einheit, die ein übergreifendes Gesamtkonzept voraussetzt. Umgekehrt hätte man ohne die durchgehende Weißhaltigkeit der Raumschale die architektonische Idee gar nicht verstehen können. Untrennbar gehören zu diesem Konzept aber auch die farbigen Glasmalereien in ihrem edelsteinhaften Leuchten und die bunt bemalten Altäre und Figuren. Da die ursprünglichen Fenster im Regensburger Dom zum größten Teil noch erhalten sind, lassen sie sich in die Analyse der mittelalterlichen Raumgestalt unmittelbar einbeziehen. Unsere Computersimulation des Hauptchors versucht, einen Gesamteindruck des damaligen Innenraums zu vermitteln (Abb. 7). Die Raumschale besitzt die beschriebene kräftig-plastische Wandstruktur, wurde gleichzeitig aber durch ihre Weißhaltigkeit bewusst entmaterialisiert. Gesteigert wird dieses Phänomen noch durch die Tatsache, dass der Kirchenraum von dem durch die farbigen Glasfenster einfallenden Licht erfüllt wird und somit auch die Architektur selbst und jedes Teil der Ausstattung in einer geheimnisvollen Beleuchtung erscheinen. Wolfgang Schöne bezeichnete dieses Phänomen als „buntfarbigen klaren Raumlichtnebel“,<sup>24</sup> der in seiner Beschaffenheit vom natürlichen Tageslicht weitgehend unabhängig ist, ja von innen die jeweilige Tageszeit kaum erkennen lässt. Bestenfalls verifiziert man strahlenden Sonnenschein, der die Glasmalereien besonders intensiv zum Leuchten bringt und zudem auf der den Fenstern jeweils gegenüberliegenden Wand wechselnde Farbnuancen reflektieren lässt. Die Architektur gewinnt in diesem Licht eine schwer zu beschreibende schwebende Lebendigkeit, sodass sich in dem schimmernd unbestimmten, vielfarbigen Raumlicht eine ausgesprochen unirdische Atmosphäre einstellt. So schließt sich der Dom bis heute trotz der riesigen Fenster hermetisch gegen die Außenwelt ab.

Fast alle während des Mittelalters im Dom aufgestellten Steinskulpturen waren von Anfang an farbig bemalt. Dabei befanden sich diese Heiligenfiguren nicht nur an und über den Altären, sondern



Abb. 8: Verkündigungsgruppe des Erminoldmeisters. Digitale Rekonstruktion der ursprünglichen Farbfassung, von Melissa Speckhardt (2016)

auch als frei stehende Bildwerke vor der glatten Wand, in einer Wandnische, vor einem der Pfeiler oder bei den Portalen; sie wurden von einer Säule mit Kapitell oder von einer Konsole getragen und fast immer von einem Baldachin überhöht. Prinzipiell lässt sich bei der Betrachtung der am Computer rekonstruierten Fassungen erkennen, wie sehr die mittelalterlichen Skulpturen auf eine Bemalung hin konzipiert worden waren – und wie andererseits die Farbgebung die Figuren akzentuierte und lebendig werden ließ. Bei den Gewändern herrschen leuchtende Grundfarben vor: Rot, Blau, Grün und Weiß, ergänzt durch Goldakzente bei Haaren, Gewandsäumen, Gürteln, Schmuck, Attributen usw. Die Stoffe sind als kostbar charakterisiert, mit reichem Musterdekor in Gold und kontrastierenden Farben (Abb. 8, 10). Sie ahmen teilweise Gold- oder Silberbrokate nach; vereinzelt findet man sogar reine Gold- oder Silberstoffe (vgl. Abb. 10). Sehr häufig zeigen die Gewänder ein Futter anderer Farbe, so dass die Kehrseiten die Komposition extrem bereicherten. Die Bildhauer rechneten bewusst mit diesen Effekten und sorgten schon bei der Herstellung der Figuren dafür, dass die Gewänder immer wieder umschlagen und im Kontrast von Außen- und Innenseite ein reiches Farbenspiel ermöglichen. Oft bildeten die Gewandsäume regelrechte Kaskaden aus, die sich herauf- und herabschlängeln, gleichzeitig aber auch ständig umschlagen, so dass Form



Abb. 9: Regensburg, Dom, nordöstlicher Vierungspfeiler. Stehender hl. Petrus, um 1320. Digitale Rekonstruktion der ursprünglichen Farbfassung, von Melissa Speckhardt (2016)

Abb. 10: Regensburg, Dom, Ostwand des südlichen Nebenchors. Muttergottes mit Kind, um 1320. Digitale Rekonstruktion der ursprünglichen Farbfassung, von Sebastian Gulden (2016)

und Farbe in prächtigem Gegensatz das Bildwerk vervollkommneten (vgl. z.B. Abb. 9, Abb. 10 und Abb. 11). Das Inkarnat der Figuren ist im Allgemeinen hell, fast weiß, an den Lippen und Wangen in ein kräftiges Rosa übergehend. Sind die Haare nicht golden, bevorzugte man Brauntöne. Die Konsolen und Baldachine waren wie die Figuren bunt bemalt. Häufig wurde der Hintergrund in die Farbfassung einbezogen, entweder durch ein hinter der Figur auf die Wand gemaltes Feld mit Textilmuster oder durch die Bemalung und Rahmung einer Nische, in der die Figur stand (Abb. 12).

Vergleicht man die Rekonstruktionen der Erstfassung der Verkündigungsgruppe des Erminoldmeisters von 1972 (Abb. 2) und von 1995 (Abb. 4) mit der jetzt von Stephanie Eißing und Robert Wachter erarbeiteten digitalen Rekonstruktion (Abb. 8), wird deutlich, welche Ansprüche man mittlerweile an eine solche Präsentation stellen kann und wie perfekt uns die Visualisierung längst vergangener Zustände gelungen ist.

Vor der Folie der monochrom weißen Raumschale müssen sich die Skulpturen auffällig abgehoben haben. Schon aus großer Distanz machten sie auf sich aufmerksam, wie die Rekonstruktion des Hauptchors zeigt (Abb. 7); hier ist die Verkündigungsgruppe des Erminoldmeisters an ihrem ursprünglichen

Standort zu sehen. In ihren leuchtenden Farben und den aufblitzenden Goldakzenten, vor den bunten Wandfeldern sowie mit ihren Konsolen und Baldachinen dürften die Heiligenfiguren die Hauptanziehungspunkte der liturgischen Verehrung gewesen sein, erst recht, wenn sie auf Altären standen. Da die gesamte sonstige Raumschale weiß war, bildeten sie in Komposition und Ikonologie einen bewussten Gegenpart zu den bunten Schlusssteinen und Manschettenbemalungen im Gewölbe: Während dort im bekrönenden Scheitel die Schlusssteine leuchteten und zusammen mit den roten Sternen einen Blick ins Überirdische verhiessen, standen im Sockelbereich die Heiligen den Gläubigen nahe und forderten sie zur Verehrung auf. Im Einklang mit den Heiligen und in ihrer Fürbitte sah man die Garantie für den Einlass ins Paradies. Zwischen diese Farbakzente unten und ganz oben spannte sich der Innenraum in seiner geheimnisvollen Schwerelosigkeit und Entmaterialisierung sowie mit den edelsteinhaft leuchtenden Glasmalereien. Die Rekonstruktion des Innenraums lässt verstehen, warum er auf die Gläubigen wie eine Vorahnung des himmlischen Jerusalems gewirkt haben muss.

### Der farbige Dom in der Renaissance: ein „goldener Tempel“

Die weiße Raumschale des Dominanen (Abb. 7) blieb etwa 300 Jahre lang unverändert, was für eine kontinuierliche Wertschätzung des mittelalterlichen Gesamtkunstwerks spricht. Diese Hochachtung prägte im Grundsatz – wenn auch mit anderen Konsequenzen – den Regensburger Bischof Albert IV. von Törring (reg. 1613–1649), der sich bald nach seinem Amtsantritt entschloss, den Dom grundlegend zu renovieren. 1618 ließ er als erstes die noch fehlenden Kreuzrippengewölbe über den drei westlichen Jochen des Mittelschiffs einbauen. Außerdem stiftete er große Marmoraltäre für die beiden Nebenchöre und weitere Ausstattungsstücke, ließ fehlende Figuren an den Portalen der Westfassade ergänzen, sorgte 1644 für den aus liturgischen Gründen geforderten Abbruch des Lettners und ersetzte diesen 1646 durch ein schmiedeeisernes Gitter.<sup>25</sup> Darüber hinaus ordnete er eine durchgehend neue Farbigkeit des Innenraums an: Die gesamte Raumschale wurde durch eine goldgelbe Bemalung kräftig akzentuiert; außerdem vergoldete man die Kapitelle der Pfeiler und Wanddienste, die



Abb. 11: Regensburg, Dom, Mittelschiff, Westwand. Reiterfigur St. Georg, um 1325. Digitale Rekonstruktion der ursprünglichen Farbfassung, von Melissa Speckhardt (2016)



Abb. 12: Regensburg, Dom, Südwand des nördlichen Nebenchors. Hl. Fürst (Wenzel?), um 1325/30. Digitale Rekonstruktion der ursprünglichen Farbfassung, von Kerstin Weiß (2016)



Abb. 13: Regensburg, Dom, Hauptchor.  
Digitale Rekonstruktion der zweiten Fassung, frühes 17. Jahrhundert,  
von Stephanie Eißing und Robert Wachter (2016)

vorderen Stege der Gewölberippen und Gurtbögen sowie Teile des Fenstermaßwerks im Hauptchor. Die Gewölbesegele tünchte man unverändert in Weiß, bereichert durch nun goldene Sterne vor den Lüftungslöchern. Die Schlusssteine wurden neu gefasst und teilweise vergoldet.<sup>26</sup>

Die digitale Rekonstruktion versucht den damaligen Raumeindruck zu rekonstruieren (Abb. 13). Die intensive Farbigkeit veränderte den Innenraum in erstaunlicher Weise. Dennoch fällt auf, dass das mittelalterliche Farbkonzept einer völlig monochrom gefassten Raumschale in Kombination mit bunt bemalten Skulpturen nicht geändert wurde; man hatte seine ästhetischen Qualitäten auch im 17. Jahrhundert noch erkannt. Die verblüffende Idee des Bischofs Albert IV. bestand nun darin, dass er die Monochromie in Weiß aufgab und stattdessen eine goldgelb leuchtende Raumschale wählte. Die

Rekonstruktion des Hauptchors macht schlagartig klar, was dem Bischof vorschwebte: Der Innenraum sollte nach wie vor seine transzendierende Erscheinung behalten – aber nun nicht mehr in dem entmaterialisierenden Weiß, sondern in kostbarem Gold. Tatsächlich mit Blattgold belegt waren im Dom – wie erwähnt – nur wenige Details der Raumschale. Durch ihr Aufblitzen und Funkeln nobilitierten sie das dem Gold im Farbton nächst verwandte Gelbocker der Raumschale und vermittelten die Assoziation eines durchgehend vergoldeten Innenraums. Den goldenen Gesamteindruck vertiefte schließlich das neue Chorgitter, das durchgehend vergoldet war und ungemein prachtvoll gewirkt haben muss.<sup>27</sup> Zusätzlich war die Kanzel vom Fuß über den Kanzelkorb bis hin zum – nicht erhaltenen, im frühen 17. Jahrhundert zugefügten – Schalldeckel größtenteils vergoldet.

Die neue Farbigkeit steigerte die suggestive Raumwirkung noch einmal aufs Höchste: Nun erschien der Dom wie ein nach innen gekehrter goldener Reliquienschrein. Die wie Edelsteine leuchtenden Glasmalereien intensivierten den kostbaren Gesamtcharakter. Der Dom musste den Gläubigen wie eine Vision des Himmlischen Jerusalems nach der Offenbarung des Johannes erscheinen: „Der Bau ihrer Mauer war aus Jaspis; die Stadt aber war lauter Gold, gleich reinem Glase. Die Grundsteine der Stadtmauer sind mit jeder Art von Edelsteinen geschmückt ...“ (Offbg. 21, 18–21). Die goldene Raumschale mit ihren als leuchtende Wände erscheinenden Glasmalereien versuchte den mittelalterlichen Innenraum in seiner Wirkung zu übertreffen. Gleichzeitig erweist sich das Konzept als ausgesprochen retrospektiv, voller Respekt gegenüber dem überkommenen Bestand. Dadurch blieben die farbigen Fenster aber auch integrale Bestandteile des Innenraums und wurden wie im Mittelalter weiterhin gepflegt und repariert, wie die Sakristeirechnungen belegen.<sup>28</sup>

Insgesamt entspricht die Neugestaltung des Dom-Innenraums den restaurativen Tendenzen der Zeit um 1600, die im Rahmen der Gegenreformation auf die überlieferten Traditionen pochten. Mit den Namen „Dürer-Renaissance“, „Nachgotik“ oder „Echter-Gotik“ werden Strömungen bezeichnet, welche aus verschiedenen Gründen den künstlerischen Leistungen des ausgehenden Mittelalters Aufmerksamkeit zuwandten, sie neu zu schätzen begannen oder sogar Bauwerke in retrospektiven Formen errichteten.<sup>29</sup> Der Regensburger Bischof

Albert IV. von Toerring ging nicht so weit wie sein Würzburger Kollege Julius Echter von Mespelbrunn, der viele Kirchen in seinem Bistum in nachgotischen Formen fertigbauen oder umbauen ließ.<sup>30</sup> Im Umkreis seiner historisierenden Bauten finden sich aber bezeichnende Parallelen für die Ausmalung des Regensburger Doms. Die 1586–1591 erbaute, vom Fürstbischof gestiftete Würzburger Universitätskirche besaß eine Raumschale, die unverputzt den rötlichen Mainsandstein der Würzburger Region zeigte, aber in vielen Partien durch Blattgold bereichert war. Alle Kapitelle, Eierstäbe, Gesimsprofile, Engelsköpfe usw. waren vergoldet, das (1945 zerstörte) Schlingrippengewölbe erschien in so großen Teilen als golden, dass der Theologe Marianus in seinem Lobgedicht bei der Kirchenweihe 1591 von einem „goldenen Tempel“ sprach.<sup>31</sup>

Konsequenterweise wurden im Rahmen dieser Umgestaltung des Dominieren auch die gotischen Skulpturen in das Konzept einbezogen und erhielten zum großen Teil neue Farbfassungen. Die geänderte Intention wird klar, wenn man die ursprüngliche

Bemalung der Reiterfigur des hl. Georg (Abb. 11) mit der Fassung des frühen 17. Jahrhunderts vergleicht (Abb. 14). Erschien sie vorher in einer naturalistischen, dem realen Vorbild ritterlicher Reiter nachgestalteten Farbgebung, wirkt die Renaissance-Bemalung völlig anders, natürlich wieder in direktem Bezug zur Wandfassung. Man findet keine kleinteilig gemusterten und liebevoll differenzierten Details mehr, sondern großzügiger zusammengefasste Farbflächen und leuchtende, raffiniert gebrochene Töne wie Dunkelrot, Rosa, Blassgrün, Türkis, Cremefarben, Zitronengelb, die durch Blattgold-Auflagen bereichert werden. Der Verlust an lebendiger Präsenz der Heiligen wird in Kauf genommen zugunsten ihrer Transformation in eine Kostbarkeit suggerierende Künstlichkeit vor dem goldgelben Hintergrund der Raumschale. Man staunt, wie konsequent das neue Farbkonzept des Innenraums durchdacht war und sich bis hin zur Fassung der Skulpturen auswirkte.

Die Figur des hl. Petrus vom Vierungspfeiler (Abb. 9) durfte interessanterweise ihre mittelalterliche Fassung behalten. Das blaue Gewand des Apostels mit den vielen, teilweise sehr breiten Goldsäumen entsprach nämlich so perfekt den neuen Vorstellungen, dass keine Änderung nötig war. Edelsteinhaft – wie Lapislazuli – leuchtend und durch Gold überhöht wirkte es prächtig genug. Es bedurfte nur der goldgelben Wandfassung dahinter, um die Kostbarkeit der Petrusfigur zu steigern.

### Der farbige Dom um 1700 – barocke Lichtregie

In der Zeit um 1700 erhielt die Raumschale des Regensburger Doms erneut eine komplett neue Farbfassung. Als Bischof regierte damals Josef Clemens Herzog von Bayern (reg. 1685–1716), der gleichzeitig Erzbischof von Köln und Bischof von Freising war. Er kümmerte sich so gut wie nicht um sein Regensburger Bistum, das er nie persönlich besuchte.<sup>32</sup> Immerhin scheint der Bischof die Barockisierung des Regensburger Doms eingeleitet zu haben, als er 1695 dem Domkapitel mitteilte, er wolle einen Altar zu Ehren seines Namenspatrons, des hl. Josef, stiften. Bei dem daraufhin in Auftrag gegebenen Josefsaltar handelt es sich um einen monumentalen Retabelaltar, der 1701 fertiggestellt war und vor der Nordwand des Nordquerhauses aufgestellt wurde.<sup>33</sup>

Danach beschloss das Domkapitel, den ganzen Kirchenraum innen umgestalten zu lassen. Das seit dem Mittelalter existierende Projekt einer Kuppel über der Vierung wurde realisiert; sie war reich bemalt und stuckiert. Außerdem wählte man statt



Abb. 14: Regensburg, Dom, Mittelschiff, Westwand. Reiterfigur St. Georg, um 1325. Digitale Rekonstruktion der zweiten Fassung, frühes 17. Jahrhundert, von Kerstin Weiß (2016)

der ockergelben, an eine Vergoldung erinnernden Raumschale des frühen 17. Jahrhunderts nun als deutlichen Kontrast einen dunklen, grünlich-grauen Olivton. Die bisherigen Vergoldungen der Kapitelle, der vorderen Stege der Rippen und Gurtbögen sowie des Maßwerks im Hauptchorschluss blieben erhalten und wurden ausgebessert. Die Gewölbesegeln wurden wieder weiß gestrichen.<sup>34</sup> Offensichtlich wurden in diesem Zusammenhang auch die farbigen Glasfenster im Obergaden des Mittelschiffs herausgenommen und durch eine Verglasung mit klaren Butzenscheiben ersetzt. Aus dem Verständnis barocker Kirchenräume heraus wollte man keinen hermetisch in sich abgeschlossenen Innenraum mehr; vielmehr spielte das Tageslicht eine große Rolle, welches durch große Fenster eindringen sollte. Außerdem wünschte man sich eine eigene Lichtregie mit der Betonung wichtiger Akzente, während anderes spannungsreich zurückzudrängen war. So wurde das Mittelschiff oben durch die nun weißen

Fenster und die weißen Gewölbesegeln strahlend hell und gab auch der neuen Kuppel Licht, sodass sie in ihrer bunten Farbigkeit als Zentrum im Raum erscheinen musste. Die Seitenschiffe behielten dagegen ihre Farbfenster und bildeten dämmrige Räume im Kontrast zum Mittelschiff.

Die nach den Befunden erstellte Rekonstruktion des Hauptchors (Abb. 15) kann dessen damaliges Erscheinungsbild visualisieren. Gegenüber den weißen bzw. goldenen Raumschalen der früheren Fassungen erscheint der Raum in einer fast mystisch wirkenden Dunkelheit, in der die farbigen Fenster intensiver leuchteten als je zuvor. Die vergoldeten Elemente verschmelzen nicht wie bei der Renaissance-Fassung mit der Raumschale, sondern bilden eigene, deutlich aufblitzende Akzente. Der Hauptchor wurde dadurch – ergänzt durch die gleichfalls dunklen Nebenchöre – zum geheimnisvollen Ort der Liturgie im farbig schimmernden Licht der Glasmalereien, während die Westteile des Doms von weißem Licht erfüllt waren. Die Vierungskuppel bildete gleichsam das Bindeglied dazwischen: einerseits farbig wie die Hauptchorfenster, andererseits hell beleuchtet wie das Mittelschiff.

Auch die Skulpturen erfuhren im Rahmen dieser barocken Umgestaltung neue Farbfassungen. Nachdem die bisher stets verfolgte Einheit der Raumwirkung aufgegeben war, verwundert es nicht, dass man nun auch hier kein einheitliches Prinzip verfolgte, sondern die Bemalungen von der beabsichtigten Wirkung im Raum abhängig machte. Der hl. Apostel Petrus, der damals in der Vierung stand (am heutigen Standort der Verkündigungsmaria) und bis dahin seine mittelalterliche Blaufassung des Gewandes bewahrt hatte, erhielt nun eine ausgesprochen „lichthaltige“ Bemalung: Ober- und Untergewand wurden komplett weiß, mit goldenen Säumen (Abb. 16). Vor der dunklen Wandfassung hob er sich kontrastreich ab und gehörte dadurch unübersehbar zu den auffälligsten Skulpturen des Innenraums. Ähnlich wie oben in der Kuppel der weißen Stuck und die farbigen Fresken dominierten, sollten unten im Bereich der Vierung die Figuren ebenfalls weiß sein, vergleichbar der Vielzahl von Heiligen, die in einer barocken Kirche den Innenraum bevölkern: Auch diese sind sehr häufig weiß gefasst und poliert, damit sie aussehen als wären sie aus Marmor. Den unmittelbaren Anstoß für die Weißfassung dürften die drei monumentalen Engelsfiguren im Auszug des erwähnten Josefaltars gewesen sein, die genau solche weißen und polier-



Abb. 15: Regensburg, Dom, Hauptchor. Digitale Rekonstruktion der dritten Fassung, um 1700, von Stephanie Eißing und Robert Wachter (2016)



Abb. 16: Regensburg, Dom, nordöstlicher Vierungspfeiler. Stehender hl. Petrus, um 1320. Digitale Rekonstruktion der zweiten Fassung, um 1700, von Melissa Speckhardt (2016)



Abb. 17: Regensburg, Dom, Mittelschiff, Westwand. Reiterfigur St. Georg, um 1325. Digitale Rekonstruktion der dritten Fassung, um 1700, von Kerstin Weiß (2016)

ten Fassungen zeigen. Die Neufassung der Petrusfigur griff diese Farbgebung auf, sodass sie gleichsam als Bindeglied zwischen dem Josephsaltar und der Vierungskuppel das mittelalterliche Inventar mit der Barockausstattung in Einklang brachte.

Der Reiterfigur des hl. Georg an der inneren Westwand wurde dagegen in der Einschätzung des Domkapitels ein anderer Stellenwert zugewiesen, genau wie seinem Pendant, der Reiterfigur des hl. Martin. Ihre bis dahin leuchtend bunte Farbigkeit wurde stark reduziert – aber nicht zu strahlendem Weiß, sondern zu fein differenzierten Grautönen. Dazu waren die Haare, die Gewandsäume und das Zaumzeug der Pferde vergoldet und ließen die Skulpturen partiell aufblitzen (Abb. 17). So wirk-

ten die Reitergruppen wie Monumente aus grauem Marmor oder einem vergleichbar edlen Material, aber sie hoben sich vor der dunklen Wand nicht sonderlich ab. Offensichtlich war die Lichtregie bei der barocken Umgestaltung so wichtig, dass ihr sogar die Heiligenfiguren unterworfen wurden. Die Blickrichtung im Mittelschiff war von West nach Ost gerichtet: Deshalb leuchtete der Apostel Petrus in der Vierung ganz weiß, während die beiden Ritterheiligen im Westen optisch reduziert wurden. Die spannungsreiche Inszenierung, die das Leitmotiv der barocken Umgestaltung des Doms gewesen war, wurde folglich bis hin zu den Heiligenfiguren konsequent umgesetzt.

## Anmerkungen

- 1 Hubel, Achim / Schuller, Manfred: Der Dom zu Regensburg (= Die Kunstdenkmäler von Bayern, NF 7, 1 – 7,5, hg. v. Egon Johannes Greipl und Mathias Pfeil), 5 Bände: Bd. 1 (Textband 1), Regensburg 2013; Bd. 2 (Textband 2), Regensburg 2014; Bd. 3 (Textband 3) Regensburg 2016; Bd. 4 (Fotodokumentation), Regensburg 2012; Bd. 5 (Tafelband), Regensburg 2010.
- 2 Eine ausführliche Darstellung der Konzeptsuche, der schließlich gewählten Realisierung und eine Präsentation aller erzielten Ergebnisse bei der digitalen Rekonstruktion farbiger Fassungen von Architektur und Skulptur findet sich in dem Beitrag von Fuchs, Friedrich / Hubel, Achim: Die Farbigkeit des Doms, in: Hubel/Schuller (wie Anm. 1), Bd. 3, 2016, S. 1-84. – In Vorbereitung befindet sich eine ausführliche Publikation, die außer den erzielten Ergebnissen auch Angaben zum Herstellungsprozess der Farbkonstruktionen und konkrete Hinweise zu deren Realisierung enthalten wird: Fuchs, Friedrich / Hubel, Achim: Die Farbigkeit der Kathedralen – 700 Jahre Farbgestaltung im Regensburger Dom, Regensburg 2017.
- 3 Kühenthal, Michael: Farbbefunde, Farbkonzepte und Innenrestaurierung des Regensburger Doms, in: Hubel/Schuller (wie Anm. 1), Band 2, 2014, S. 585–594.
- 4 Michler, Jürgen: Über die Farbigkeit der Architektur im Regensburger Dom, in: Hubel/Schuller (wie Anm. 1), Bd. 2, 2014, S. 595–622.
- 5 Die ganzheitliche Untersuchung der Raumschale oblag – unter Aufsicht durch den zuständigen Referenten des Bayerischen Landesamts für Denkmalpflege, Dr. Michael Kühenthal, – der Firma Gebr. Preis, Regensburg/Parsberg (Dokumentation im Archiv der Regensburger Dombauhütte).
- 6 Als typisches – beliebig herausgegriffenes – Beispiel sei genannt der wissenschaftliche Katalog von Bergmann, Ulrike: Schnütgen-Museum – Die Holzskulpturen des Mittelalters (1000–1400), Köln 1989, mit genauen Fassungsbeschreibungen; Tabellen finden sich S. 201, 246f.
- 7 Hubel, Achim: Der Erminoldmeister und die deutsche Skulptur des 13. Jahrhunderts, in: Beiträge zur Geschichte des Bistums Regensburg Bd. 8, 1974, S. 160–163, Farbtafeln I und II.
- 8 Erste Untersuchungen zur Farbigkeit von Skulpturen lieferten z.B. Hütter, Elisabeth: Untersuchungen zur Polychromie der Goldenen Pforte am Dom zu Freiberg, in: Kunst des Mittelalters in Sachsen – Festschrift Wolf Schubert, Weimar 1967, S. 222–235. – Riemann, Konrad: Die Triumphkreuzgruppe im Dom zu Halberstadt – Beobachtungen bei der Instandsetzung, in: Ebda., S. 236–246. – Riemann, Konrad: Polychromierte Bildwerke aus Stein und Stuck des 12. und 13. Jahrhunderts, in: Palette Nr. 36, 1970, S. 15-24. – Magirius, Heinrich: Der Freiburger Dom – Forschungen und Denkmalpflege, Weimar 1972. – Hütter, Elisabeth / Magirius, Heinrich: Der Wechselburger Lettner – Forschungen und Denkmalpflege, Weimar 1983.
- 9 vgl. Madonna mit Kind; erstmals publiziert in: Fuchs, Friedrich: Untersuchungen zur Skulptur, in: Forschungsforum. Berichte aus der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, H. 1, Bamberg 1989, S. 68-75. Weitere Aquarellrekonstruktionen dieser Art von Friedrich Fuchs in: Ausstellungskatalog „Der Dom zu Regensburg. Ausgrabung – Restaurierung – Forschung“ (Domkreuzgang und Domkapitelhaus Regensburg 1989 und 1990 sowie Wissenschaftszentrum Bonn-Bad Godesberg 1990), (Kunstsammlungen des Bistums Regensburg, Kataloge und Schriften, Bd. 8), München/Zürich 1989, 3. verb. Aufl. 1990: Reiterstatuen St. Georg u. St. Martin, S. 248-257; Heiliger Stephanus, Mortuarium des Domkreuzgangs, S. 266–272; Martyrium des hl. Laurentius, S. 273–277; Muttergottes mit Kind, S. 278–286.
- 10 Vgl. Michler, Jürgen 2014 (wie Anm. 4), S. 596–600, 612, 614, 618, 621.
- 11 Ebd. S. 610, 613, 615, 619.
- 12 Erstmals publiziert in: Hubel, Achim / Schuller, Manfred, unter Mitarbeit von Friedrich Fuchs und Renate Kroos: Der Dom zu Regensburg. Vom Bauen und Gestalten einer gotischen Kathedrale, Regensburg 1995, S. 15–20.
- 13 vgl. Fuchs, Friedrich/ Kaufer, Raoul: Virtuelle Farbkonstruktionen gotischer Figuren des Regensburger Domes, in: Tagungsbericht EDV-Tage Theuern 1999 (Bergbau- und Industriemuseum Ostbayern, Haus der Bayerischen Geschichte, Landesstelle für die nichtstaatlichen Museen), Augsburg 2000, S. 40–46. – Fuchs, Friedrich: Lapidés viventes – lebendige Steine. Bilder des heiligen Petrus im Regensburger Dom, in: Ausstellungskatalog „Tu es Petrus – Bilder aus zwei Jahrtausenden“, Regensburg 2006, S. 42–70, hier S. 56–61.
- 14 Ruiz de Arcaute Martinez, Emilio: Reconstitutions des polychromies par ordinateur. Possibilités et limites. In: Verret, Denis (Hrsg.): La couleur et la pierre. Polychromie des portails gothiques (= Actes du colloque Amiens 12. –14. Octobre 2000), Paris 2002, S. 259–265. Ein Vergleich in der Qualität der Ausführung, die sich erst bei entsprechender Vergrößerung zeigt, ist auf der Grundlage der Reproduktionen im Katalog nicht möglich.
- 15 Richard, Hélène / Quesne, Jean-Michel: Polychromies des portails d`Amiens, couleurs de lumière. In: La couleur et la pierre (wie Anm. 14), S. 255–258. Dieser Ansatz ist vor allem durch seine enorme Öffentlichkeitswirkung interessant. Indirekt konnten somit die Bestrebungen in Bamberg/Regensburg davon viel profitieren, auch wenn in methodischer Hinsicht, unter anderem was Exaktheit und Nabsichtigkeit angeht, die Ansprüche auf sehr unterschiedlichen Ebenen liegen.
- 16 Karl, Daniela: Die Polychromie der Naumburger Stifterfiguren – Kunsttechnologische Untersuchung der Farbfassungen des 13. und 16. Jahrhunderts, Regensburg 2015, Abb. 102, 139–150 und Abb. 285, 322–333.
- 17 Ebd. S. 21–23.

- 18 Vgl. hierzu auch das ambitionierte Projekt der virtuellen dreidimensionalen Rekonstruktion einer spätgotischen Figur des hl. Georg im Germanischen Nationalmuseum Nürnberg: Ulmann, Adolf von: *The Virtual Reconstruction of Mediaeval Polychromie*, in: Johann-David-Passavant-Colloquium Circumlitio – *The Polychromie of Antique and Mediaeval Sculpture*, hg. von Vinzenz Brinkmann, Oliver Primavesi und Max Hollein (= Schriftenreihe des Liebighauses Skulpturensammlung Frankfurt am Main), München 2010, S. 382–392.
- 19 Man vergleiche etwa die Abbildungen des Altars der Stadtpatrone im Kölner Dom von Stephan Lochner in folgenden Büchern: Landolt, Hanspeter: *Die deutsche Malerei – Das Spätmittelalter (1350–1500)*, SKIRA-Verlag, Genf 1968, S. 96 f. – Wolff, Arnold: *Der Kölner Dom*, Köln 1989, Farbtafel 65. – Legner, Anton: *Der artifex – Künstler im Mittelalter und ihre Selbstdarstellung*, Köln 2009, S. 16 f.
- 20 Hardering, Klaus: *Die Chorpfeilerfiguren des Kölner Domes*, in: *Kölner Domblatt* 77, 2012, S. 46–69, hier S. 52–60.
- 21 Peez, Marc: *Die Farbfassungen der Chorpfeilerfiguren des Kölner Domes*, in: *Kölner Domblatt* 77, 2012, S. 192–231, hier S. 195–200.
- 22 Michler 2014 (wie Anm. 4), S. 617.
- 23 Kurmann, Peter: *Stilgeschichte der Architektur bis 1340 – Der Regensburger Dom und sein Verhältnis zur französischen Rayonnant-Gotik*, in: Hubel/Schuller (wie Anm. 1), Bd. 2, 2014, S. 128.
- 24 Schöne, Wolfgang: *Über das Licht in der Malerei*, Berlin 1954, 4. Aufl. 1977, S. 34.
- 25 vgl. Wellnhofer, Angelika: *Die nachmittelalterliche Ausstattung des Regensburger Doms – 16. bis 18. Jahrhundert*, in: Hubel/Schuller (wie Anm. 1), Bd. 3, 2016, S. 155 f., 160–174, 182–186, 190–192, 195–197.
- 26 vgl. Kühnenthal 2014 (wie Anm. 3), S. 589–591.
- 27 s. Hubel, Achim: *Die Ansichten des Regensburger Doms vor dem Zeitalter der Fotografie*, in: Hubel/Schuller (wie Anm. 1), Bd. 1, 2013, Kat.Nr. 43, Abb. 51; Farbbabb. Kat. Nr. 49, Abb. 11.
- 28 s. Hubel, Achim: *Die Glasmalereien des Regensburger Doms*, in: Hubel/Schuller (wie Anm. 1), Bd. 2, 2014, S. 502–507.
- 29 vgl. Schmidt, Michael: *reverentia und magnificentia. Historizität in der Architektur Süddeutschlands, Österreichs und Böhmens vom 14. bis 17. Jahrhundert*, Regensburg 1999, S. 219–249.
- 30 vgl. Schock-Werner, Barbara: *Die Bauten im Fürstbistum Würzburg unter Julius Echter von Mespelbrunn 1573–1617. Struktur, Organisation, Finanzierung und künstlerische Bewertung*, Regensburg 2005.
- 31 Ebd., S. 82, 288f.
- 32 vgl. Hausberger, Karl: *Geschichte des Bistums Regensburg*, 2 Bde., Regensburg 1989, Bd. 2, S. 15–21.
- 33 *Der Altar ist erhalten und steht heute als Hochaltar in der Regensburger Karmelitenkirche*; s. Wellnhofer 2016 (wie Anm. 25), S. 186–190.
- 34 s. Fuchs, Friedrich / Wellnhofer, Angelika: *Der Dom im Spätmittelalter und in der Barockzeit*, in: Hubel/Schuller (wie Anm. 1), Bd. 1, 2013, S. 389. – Kühnenthal 2014 (wie Anm. 3), S. 592.

## Inmitten von Punktwolken.

Daniela Spiegel im Gespräch mit Norman Hallermann und Alexander Kulik über Einsatzmöglichkeiten von 3D-Technologien für die denkmalpflegerische Praxis

DANIELA SPIEGEL

Im Rahmen der Jahrestagung des Arbeitskreises Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V. an der Bauhaus-Universität Weimar wurde den Mitgliedern des Arbeitskreises Einblicke in die Forschungsprojekte der Professuren Modellierung und Simulation– Konstruktion (Prof. Dr. Guido Morgenthal, Fakultät Bauingenieurwesen) und Virtual Reality and Visualization Research (Prof. Dr. Bernd Fröhlich, Fakultät Medien) gewährt.

Beide Professuren arbeiten, zusammen mit der Professur Computer Vision in Engineering (Prof. Dr. Volker Rodehorst, Fakultät Medien und Bauingenieurwesen), fakultätsübergreifend an der Entwicklung digitaler Verfahren und Methoden zur Erfassung, Bewertung und Visualisierung von Zustandsdaten von Bestandsbauwerken.

Das Forschungsinteresse des Bauingenieurs Dipl.-Ing. Norman Hallermann (Professur Modellierung und Simulation-Konstruktion) gilt – ausgehend vom Thema der Bauwerksinspektion – dem (automatisierten) Einsatz unbemannter Flugsysteme (UAS) für die bildbasierte Erfassung von Bauwerken (Abb. 1). Vor allem für schwer zugängliche Bauwerke wie Türme oder Brücken eignen sich die so genannten

Drohnen, um effizient und sicher Zustandsdaten zu erfassen.

Die Weiterverarbeitung der von den UAS's aufgenommenen Bilder erfolgt an der Professur Computer Vision in Engineering. Prof. Dr. Volker Rodehorst (Informatiker) und Dr.-Ing. Jens Kersten (Geodät) entwickeln Sensor-Plattformen und Algorithmen, um aus den digitalen Bildern räumliche Objektinformation abzuleiten. Zudem beschäftigen sie sich mit der automatisierten Auswertung von bildbasierten Informationen, wie beispielsweise der Erkennung von Rissen an Betonoberflächen. Programme analysieren Bildpaare und können, im Zusammenhang mit dem Wissen über die genauen Standorte der Kamera während der Befliegung, die im Bild dargestellten Inhalte räumlich verorten und daraus eine dreidimensionale Punktwolke des fotografierten Objektes generieren.

Dr. Alexander Kulik entwickelt mit seinen Kollegen in der Arbeitsgruppe Virtual Reality and Visualization Research interaktive Verfahren zur Visualisierung dieser sehr großen 3D-Modelle sowie Virtual Reality Technologien und Benutzungsschnittstellen, die es bis zu sechs lokalen Nutzern gleichzeitig ermöglichen, die fotorealistisch dargestellten Punktwolken gemeinsam zu betrachten und zu analysieren.

Im Nachgang der Projektvorstellung hat Dr. Daniela Spiegel, wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur Denkmalpflege und Baugeschichte der Bauhaus-Universität Weimar, das Gespräch mit Norman Hallermann und Alexander Kulik gesucht, um der Frage nachzugehen, welche Relevanz die Forschung der Kollegen für die Disziplin der Denkmalpflege haben könnte.



Abb. 1: Ein mit einer gängigen Kamera ausgestattetes unbemanntes Flugsystem (UAS), das von der Professur Modellierung und Simulation– Konstruktion zur Aufnahme von Bauwerken genutzt wird

**DS** Alexander und Norman, wie habt ihr begonnen, euch mit diesem Thema zu beschäftigen, und wie haben eure drei Professuren zueinander gefunden?

**AK** Jede der drei Professuren hatte bereits für sich in diesem Bereich geforscht. Unsere Arbeitsgruppe hatte beispielsweise 3D-Scandaten von Partnerfirmen und anderen Forschungsinstituten weiterverarbeitet. Von 2013 bis 2016 waren wir Partner des EU-Projekts 3D-Pitoti. Dort haben wir für Archäologen der University of Cambridge und des Centro Camuno di Studi Preistorici prähistorische Petroglyphen (Felsgravuren) visualisiert, die sich, zum Teil schwer zugänglich, in Valcamonica in den italienischen Alpen befinden. Aus mehreren Tausend Fotos, die die Firma ArcTron3D für uns mit einem Ultraleichtflugzeug aufgenommen hatte, wurde ein 3D-Modell des Alpentals erzeugt. Zudem wurden einzelne Felsplatten im Tal mit Zentimeterauflösung sowie die darauf befindlichen Petroglyphen sogar mit Submillimeter-Auflösung aufgenommen. Die virtuelle Multiskalenrekonstruktion machten das Tal und seine Ar-

tefakte portabel und besser zugänglich für die Wissenschaft. Die Rekonstruktion erlaubte den Archäologen in gewisser Weise Forschung „vor Ort“, von ihrem Büro aus. Die hohe Genauigkeit ermöglichte unter anderem genaue Aussagen über die Tiefe der Einritzungen. Darüber hinaus lieferte das Gesamtmodell den für die Analyse unverzichtbaren räumlichen Gesamtzusammenhang der prähistorischen Kunst auf den Felsplatten und im Tal. Die Verarbeitung der Datenmassen und vor allem die angestrebte Darstellung in Echtzeit stellten eine große Herausforderung dar und erforderte die Entwicklung spezieller Algorithmen.

**DS** Was bedeutet Echtzeit?

**AK** Echtzeit bedeutet, dass der Betrachter von dem 3D-Modell nicht nur eine fest definierte Perspektive sieht, sondern vor einer vollständigen interaktiven Simulation des Modells steht, in dem er durch Kopfbewegungen oder durch Navigation andere Perspektiven einnehmen kann, die stets neu zu berechnen sind.

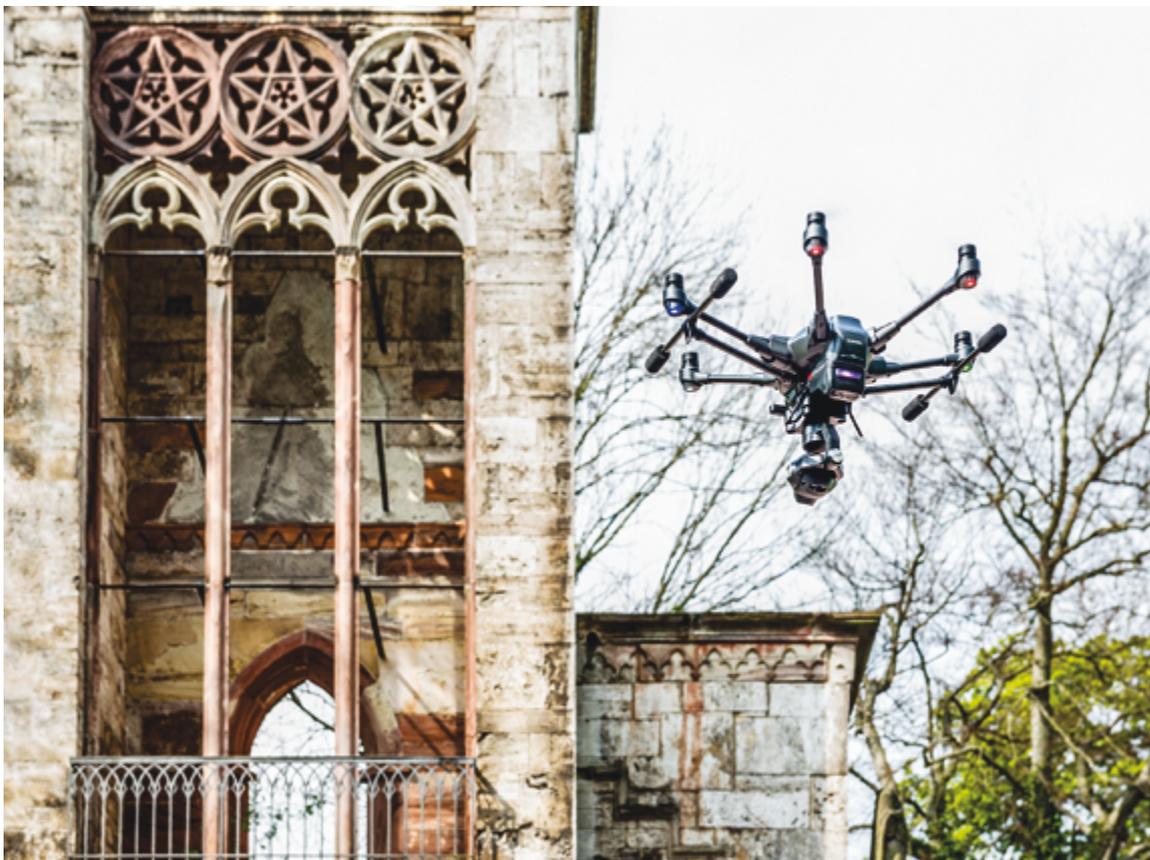


Abb. 2: Unbemanntes Flugsystem der Professur Computer Vision in Engineering an der Tempelherrenhaus-Ruine im Weimarer Ilmpark



Abb. 3: Gleichzeitiges Betrachten der Visualisierung der Tempelherrenhaus-Ruine im Ilmpark. Die Nutzer sehen durch die Spezialbrillen eine ihrem individuellen Standpunkt entsprechende Perspektive und können sich somit über räumliche Details verständigen.

**NH** Jens Kerstens (Professur Computer Vision) Zugang zu dem Forschungsthema erfolgte über die Kartographie und Geodäsie: Er wertete am DLR [Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt] hochaufgelöste, digitale Satellitenfotos aus, um daraus beispielsweise Daten für Katastrophenszenarien abzuleiten. Professor Volker Rodehorst holte ihn an die Bauhaus-Universität, um das Vermessungswesen und die Bildauswertung miteinander zu „verheiraten“. Professor Rodehorst selbst hat eine Brückenprofessur zwischen dem Bauingenieurwesen und der (Medien)informatik. Daher kommt ein Großteil seiner Fragestellungen aus dem Bereich des Bauwesens.

Unsere Professur Modellierung und Simulation von Prof. Morgenthal begann bereits 2011, sich mit der Fragestellung zu beschäftigen, wie mit unbemannten Flugsystemen, die Bilder aufnehmen können, die Bauwerksinspektion vereinfacht werden könnte. Schließlich müssen gemäß DIN 1076 Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen alle sechs Jahre geprüft werden, und nicht nur punktuell, sondern vollflächig bzw. vollständig, dies gilt auch für historische Bauwerke (Abb. 2). Die Beurteilung basiert hauptsächlich auf visuellen Daten (Abb. 3), d.h. der Bauwerksprüfer sieht sich das Bauwerk an und beurteilt mit seiner Erfahrung und mit seinem Wissen dessen Zustand. Gerade bei

schwer zugänglichen Objekten wie Brücken, großflächigen Stützbauwerken o.ä. bietet hier der Einsatz von Flugsystemen eine sehr große zeitliche und finanzielle Ersparnis: während zuvor die Prüfung einer Eisenbahnbrücke mehrere Wochen in Anspruch nahm und aufwendige Sicherungsmaßnahmen (Kräne, Abseilen, Gerüste o.ä.), mitunter auch Verkehrssperrungen notwendig waren, reichen uns zur Datenerfassung bei guter Vorausplanung der Befliegung wenige Stunden bei guter Witterung.

**DS** Ist das rechtlich zulässig, dass die Beurteilung des Bauwerks allein über die Betrachtung von Bildern und nicht über die direkte Anschauung des realen Objekts erfolgt?

**NH** Der zugelassene Bauwerksprüfer darf allein entscheiden, wie er sein Bauwerk beurteilt, vorgegeben ist lediglich, dass handnah zu prüfen ist, anfassen muss er es nicht. Es gibt zahlreiche Ingenieure, die sagen, mir reicht ein gut aufgelöstes Bild aus, um aus der Betrachtung eines Schadens an der Oberfläche Rückschlüsse auf mögliche Vorgänge im Inneren des Bauwerks schließen zu können. Wichtig ist jedoch, dass der Bauwerksprüfer seine Daten so dokumentiert und archiviert, dass nicht nur er sie in sechs Jahren wiederfinden und genau verorten kann, sondern auch noch seine Nachfolger in 100 Jah-



Abb. 4: Visualisierung eines Wappendetails an der Anna-Ebert-Brücke in Magdeburg

ren. Dafür muss nachvollziehbar bleiben, wann welcher Zustand an diesem Objekt geherrscht hat, damit eine Schadensfortschrittsentwicklung nachvollzogen und der aktuelle Bauwerkszustand verlässlich bewertet werden kann.

**DS** Wieso reichen hierfür nicht die Bilder aus, wo liegt der Mehrwert einer 3D-Rekonstruktion?

**AK** Dafür gibt es verschiedene Gründe. Als Beispiel dient hier die Arbeit von Jens Kersten und Volker Rodehorst, die sich mit der Entwicklung automatischer Bauwerksanalytik beschäftigen wie z.B. Risserkennung und -analyse. Ein zweidimensionales Bild lässt oft nicht erkennen, ob es sich wirklich um einen Riss handelt und nicht nur um eine Verfärbung oder Vegetation o.ä. Mit einer dreidimensionalen Darstellung kann dies nicht nur erkannt werden, sondern auch die Ristiefe und -breite genau bestimmt werden.

**NH** Bei Betonbauwerken wie Brücken müssen beispielsweise Risse ab 0,3 mm Weite sicher erkannt werden, also eine Stärke, die ein Mensch noch sicher erkennen kann. Der Algorithmus muss dies erst lernen, kann den Vorgang dann aber tausendfach mit der gleichen Qualität wiederholen – hier liegt ein echter Vorteil in der Maschine.

**AK** Aus Nutzersicht halte ich zudem die Zusammenfassung vieler tausender Bilder zu einem kohärenten 3D-Modell für wesentlich besser handhabbar. Alle Informationen sind stets genau lokalisiert und stehen in ihrem dazugehörigen Kontext. Dabei reduziert sich auch die Redundanz – den Riss gibt es am Ende genau einmal an der Stelle, wo er auch in Wirklichkeit ist, so erspart man sich das Anschauen hunderter Bilder.

**NH** Wir Bauwerksingenieure brauchen immer die dreidimensionale Information, denn bei uns geht es nicht nur um die Erkennung von Rissen und Abplatzungen, sondern auch um Verformungszustände. In einem Bild sieht man nicht, ob eine Wand eine geringfügige Ausbeulung nach vorne aufweist, in einem 3D-Modell, das verschiedene Perspektiven zulässt, hingegen schon.

**DS** Muss man – um beim Beispiel der alle sechs Jahre notwendigen Bauwerksprüfung zu bleiben – bei jedem Turnus ein neues Modell generieren, oder lassen sich die neuen Daten in das alte Modell integrieren?

**NH** Um Veränderungen erkennen zu können, braucht es tatsächlich eine erneute Modellierung, da ja der gegenwärtige Ist-Zustand beurteilt werden muss. Die im Abstand von 6 Jahren entstandenen Modelle werden dann miteinan-



Abb. 5: Visualisierung des gescannten Bereichs um den Schlossplatz Weimar

der verglichen, d.h. verrechnet, oder ein Modell wird als Referenz gesetzt und das andere davon abgezogen, um die Differenz darstellen zu können.

**AK** Mein Kollege Carl-Feofan Matthes forscht derzeit im Rahmen seiner Dissertation über die Visualisierung minimaler Veränderungen an riesigen Gebäuden resp. riesigen Datensätzen. Hinter der Frage, ob sich etwas verschoben hat, steht die Entscheidung, ob in zwei aufgenommenen Modellen an derselben Koordinate befindliche 3D-Punkte korrespondieren oder wohin sich ein Punkt eventuell verschoben hat. Es geht also um die Zuordnung von Merkmalen im dreidimensionalen Raum.

**DS** Ist das dann Interpretation oder Berechnung?

**AK** Das ist eine spannende Frage. Einerseits wird in einem ersten Schritt berechnet, wie sich Punkte möglicherweise verschoben haben. Aus der Art der Verschiebung lässt sich dann unter Umständen die Art der Veränderung herauslesen, z.B. falls sich zwei ursprünglich nah beieinander liegende Punkte voneinander entfernen, bildet sich möglicherweise ein Riss. Die zugrunde liegenden algorithmischen Prozesse liefern Lösungen, die mit einer gewissen Unsicherheit behaftet sind und deren Vorgehensweise wird nur von Wenigen verstanden.

**DS** Aber hinterher damit umgehen müssen ja meist genau die, die den Rechenweg, der zum Ergebnis führt, weder kennen noch verstehen. Was fehlt, ist die digitale Fußnote des digitalen Modells.

**AK** Genau. Der Nutzer soll jederzeit wissen und nachvollziehen können, woher die Informationen kommen, gerade wenn zukünftig der Computer auch den Vergleich der Modelle übernehmen wird. Hier gibt es noch enormen Forschungsbedarf, zu dessen Deckung wir mit dem im Dezember 2016 gestarteten BMBF-Projekt „Provenance Analytics“ beitragen.

Wichtig ist uns dabei, dass die Ergebnisse unserer Forschungen nutzerorientiert sind. Beispielsweise entwickeln wir unsere 3D-Visualisierungen als Teamlösungen, d.h. bis zu sechs Personen können gleichzeitig die Visualisierungen in Echtzeit betrachten und mit ihnen interagieren – das ist weltweit noch einzigartig. Wir gehen davon aus, dass jede Person eine eigene Forschungsperspektive hat, und erst im gemeinsamen Anschauen und Analysieren die wichtigen Fragen und Diskussionen entstehen (Abb. 4).

**NH** Der Vorteil der Visualisierungen ist zudem, dass sie extrem vielfältig nutzbar sind – der Bauwerksprüfer kann daraus Zustände ableiten, der Denkmalpfleger kann sie für die Planung von Maßnahmen nutzen, der Bauforscher für digitale Rekonstruktionen, die wiederum Museen oder sogar Schulen für die Wissensvermittlung einsetzen können. Kürzlich haben wir den Schlossplatz Weimar gescannt, und was man aus dessen Visualisierung alles ableiten kann, geht weit über die normale Nutzung eines digitalen Modells hinaus (Abb. 5): Geschichtsunterricht für Schulprojekte, Verkehrswegesimulation, Massenpanik, Hochwasser- oder Sonnenstandsimulationen etc. Die Fragestellungen erweitern sich stetig. Und jeder dieser potentiellen Nutzer schaut mit einer anderen Fragestellung auf die Daten und definiert, welche davon und wofür er sie braucht.

**DS** Aber was sind das für Datenformate, die an die Nutzer gegeben werden, damit diese selbständig damit weiterarbeiten können?

**NH** Das hängt davon ab, wofür der jeweilige Nutzer sie braucht. Er muss seine Fragestellung selbst genau definieren und wissen, mit welcher Auflösung und Genauigkeit das Objekt im Modell abgebildet werden soll – wobei mit der Genauigkeit die Datenmenge steigt.

- AK** Tatsächlich sind die Anforderungen unterschiedlich. Mitunter ist eine Genauigkeitstoleranz von etwa 1cm ausreichend für grobe Berechnungen und erkennbare Modelle. Gerade im Kontext der Zustandsdokumentation und -überwachung interessieren sich verschiedene Disziplinen jedoch für konkrete Details mit zehn oder hundert Mal höherer Auflösung. Darüber hinaus werden für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen zusätzliche Informationen, z.B. über Dichte, Feuchtigkeit und Material benötigt.
- DS** Das heißt, die Modelle werden dann so aufbereitet, dass der "Otto-Normal"-Verbraucher sie mit seinem eigenen, normalen Rechner nutzen kann. Beispielsweise könnte die Klassik Stiftung Weimar das erwähnte Schlossplatzmodell nutzen, um es im Rahmen eines Wettbewerbs für den Bau eines neuen Besucherzentrums an die teilnehmenden Architekturbüros weiterzugeben, damit diese ihren Entwurf direkt innerhalb des Modells platzieren können?
- NH** Das ist tatsächlich unser Ziel, aber gegenwärtig geht die Schere noch recht weit auseinander. Beim Schlossplatz Weimar haben wir z.B. mit einer Abbildung der gesamten Oberfläche von gerade einmal 460 Millionen Dreiecken gerechnet, die alle Formen auf diesem Platz im Modell abbilden.
- AK** Das ist schon ein recht großes Modell, aber wir erwarten, dass die nutzbare und geforderte Scanning-Auflösung mittelfristig deutlich höher wird. Scannen kann man heute schon in nahezu beliebiger Auflösung, wie unsere Arbeiten im 3D-Pitoti Projekt gezeigt haben. Das ist allerdings sehr zeitaufwendig und solche Modelle erfordern spezielle Verfahren zur Visualisierung wie auch eine einigermaßen leistungsfähige Hardware.
- NH** Beispielsweise konnte die am Schlossplatz-Projekt beteiligte Architektin, obgleich ihre Rechnerinfrastruktur für ein solches Büro vergleichsweise gut war, nicht mit mehr als fünf Millionen Dreiecken umgehen. Dementsprechend nimmt die Auflösung und Genauigkeit derzeit vom Entwickler zum "Normal"-Nutzer noch sehr ab. Unser Ziel ist daher, möglichst genau, aber für den praktischen Anwendungsfall noch kompatibel abzubilden.
- DS** Hier wird die Entwicklung der Technik ja auch weiter voranschreiten – vor 40 Jahren konnten sich die wenigsten einen Tachymeter leisten, den heutzutage auch kleinere Bauforschungsbüros besitzen. Aber wie steht es eigentlich mit der Datenhaltbarkeit?
- NH** Dies ist eine der wichtigsten Fragen und auch der größten Herausforderungen. An der Bundeswehr-Universität München wurde vor kurzem ein Forschungsprojekt abgeschlossen, das sich mit der Frage beschäftigt, wie Bauwerksdaten aufgenommen und gespeichert werden müssen, damit diese auch in 100–200 Jahren nutzbar sind. Während für historische Bauten zumeist analoge Planunterlagen in Archiven vorhanden sind, gibt es etliche moderne Bauten, für die keinerlei Unterlagen verfügbar sind, weil die Pläne digital in Datenformaten vorliegen, die heute nicht mehr zu öffnen sind.
- DS** Hier gibt es das berühmte Beispiel des ersten 3D-Modells des Klosters Cluny, das nur noch in der analogen Publikation angeschaut werden kann, da das digitale Modell nicht mehr lesbar und somit verloren ist. Der Architekt und Informatiker Piotr Kuroczyński, der sich intensiv mit digitalen 3D-Rekonstruktionen von Kulturerbe beschäftigt, spricht in diesem Zusammenhang von „digitalen Elefantenfriedhöfen“. Daher fordern viele Landesdenkmalämter bei Gutachten o.ä. auch immer noch zusätzlich die Abgabe analoger Formate wie Pläne, Schwarz-Weiß-Fotos inkl. Negative oder gar Dias, da sich eine rein digitale Archivierung als zu unsicher bzw. kurzlebig erwiesen hat.
- AK** Dieses Problem könnte eigentlich relativ einfach verringert werden, indem anstelle von proprietären Formaten offene Formate verwendet werden würden, die klar beschrieben sind und über eine gut dokumentierte Schnittstelle verfügen, dann können sie später auch wieder gelesen werden. Zusätzlich braucht es eine gewisse Datenträgervielfalt bei der Archivierung.
- DS** Aber da wir aufgrund der technischen Möglichkeiten heute viel mehr Daten generieren, fällt es

uns auch zunehmend schwerer, aus dieser Masse das Nötige zum Archivieren zu selektieren.

- NH** Richtig, auch hier werden nicht immer die richtigen Entscheidungen getroffen. Bei den 3D-Rekonstruktionen sind das Wichtigste eigentlich die RAW-Bilder des aufgenommenen Objektes. Denn diese stellen, zusammen mit den eingemessenen Passpunkten, die Grundlage für die gesamte Rekonstruktion dar. Alles andere (CAD-Pläne, die Visualisierungen etc.) kann daraus immer wieder generiert werden. Von größter Bedeutung ist dabei jedoch die Archivierung nicht nur des Bildes, sondern auch der dazugehörigen Grundinformationen, damit das Dargestellte, beispielsweise Detailaufnahmen eines Bauwerksschadens, auch in 100 Jahren noch lokalisierbar sind. Erst wenn diese Basisinformationen (d.h. was ist dargestellt, wo befindet es sich, von wann stammt die Aufnahme etc.) mit denen der Bewertung verknüpft werden können, entsteht ein Mehrwert.
- AK** Tatsächlich ist es überaus wichtig, rohe Sensordaten immer aufzuheben und nicht nur das 3D-Modell. So können bei kritischen Nachfragen seitens derer, die die Rekonstruktion nutzen – Bauingenieure genauso wie Archäologen tendieren dazu, den digitalen Realisierungen erstmal zu misstrauen, und dies zu Recht – die Bildrohdaten erneut auf spezifische Fragen hin überprüft werden.
- DS** Auch hier wären wir wieder bei den digitalen Fußnoten.
- AK** Genau, es geht aber nicht nur um die Speicherung der ursprünglichen Daten auf Festplatten o.ä., sondern um viel mehr. Piotr Kuroczyński beschäftigt sich intensiv mit der semantischen Verlinkung dieser Informationen. Erst wenn dies gelingt, sind die Daten tatsächlich vielfältig verwendbar und man kann aus verschiedenen Perspektiven immer wieder auf sie zugreifen. Nur wenn Informationen genutzt werden, bleiben sie erhalten.
- DS** das Gleiche gilt für historische Gebäude ...
- AK** In dem Moment, wo keiner mehr draufschaut, verstauben sie [die Daten] und irgendwann werden sie höchstwahrscheinlich nicht mehr auf einen neuen Datenträgertypus gerettet.
- NH** Auch wir arbeiten an dieser Thematik. Die Forschergruppe „Digital Engineering für Planungs- und Revitalisierungsprozesse von Stadtquartieren“ an unserer Professur beschäftigt sich mit der Zustandserfassung von Stadtquartieren und deren energetischer Bewertung. Untersucht wird derzeit, wie Bestandsdaten von einem Objekt auf Basis von BIM [Building Information Modeling] gespeichert und mit anderen Daten verknüpft werden können. Viele Architekten und Ingenieure benutzen BIM allein für den Planungsprozess, obwohl das zeitlich gesehen ja nur die kleinste Spanne des Gebäudes umfasst. Tatsächlich kann man mit BIM quasi eine vollumfassende digitale Bauakte erstellen, wenn die Daten vernünftig miteinander verlinkt sind.
- DS** Ich habe noch eine andere Frage. Digitale Rekonstruktionen sind für unsere Disziplin auch im Bereich der Bauforschung von großer Bedeutung. Vor allem bei der Erforschung von nicht oder nur teilweise erhaltenen Bauwerken reichen die aus der Analyse des Bauwerks und der Quellen gewonnenen Informationen vielleicht für eine ungefähre Rekonstruktion aus, aber für viele, die Wahrnehmung durchaus prägende Details wie Dachformen, Oberflächengestaltungen o.ä. können nur ungenaue Aussagen getroffen werden, mitunter sogar gar keine. Das Problem ist meiner Ansicht nach die Macht der Visualisierung – einmal dargestellt wird die eventuell mögliche Dachform oder Wandfassung schnell als gegeben akzeptiert. Welche Möglichkeiten könnte eure Art der Rekonstruktion hier bieten, diese Unschärfe des Wissens auch als solche darzustellen?
- AK** Wir nennen dies die Visualisierung von Unsicherheiten. Das ist ein wichtiges Thema, das wir bei verschiedensten Datentypen haben. Häufig sind die Sensordaten nicht genau genug und fordern einen hohen Grad an Interpretation, speziell bei Volumendaten ist dies der Fall. Wie visualisiert man also Unsicherheiten, gerade in der dreidimensionalen virtuellen Realität, die unserem Wahrnehmungssystem suggeriert: es ist genau so, wie du es siehst. Meiner An-

sicht nach lernen die Nutzer immer besser, damit umzugehen, eine Simulation als Simulation zu verstehen und grundsätzlich auch in Frage zu stellen. Selbstverständlich können wir aber auch alternative Simulationen nebeneinanderstellen, die der Nutzer vergleichend anschauen kann. Hier kann man sich auch gut didaktische Programme vorstellen. Dann wird dem Nutzer zunächst nur gezeigt, was man weiß, und dann bietet man ihm an, die verschiedenen Rekonstruktionsvarianten virtuell auszuprobieren. Die Interaktivität, die unsere 3D-Visualisierungen mitbringen, bieten jede Menge Spielraum und Möglichkeiten, Alternativen erlebbar zu machen.

**DS** Aber der letzte Schritt, zur analogen Rekonstruktion, bleibt ein heikler. In den vergangenen zwei Jahren wurde ja durchaus vehement und auch von anerkannten Kunsthistorikern gefordert, die Rekonstruktion mittels 3D-Drucker als Antwort auf die Zerstörungen des sog. Islamischen Staats zu verstehen: „Dann drucken wir Palmyra eben noch einmal aus“. Aber der in diesem Zuge tatsächlich realisierte 3D-Plot des Triumphbogens von Palmyra, der im Frühjahr 2016 am Trafalgar-Square unter großer Medienpräsenz temporär aufgestellt wurde, hat im Vergleich mit dem Original deutlich gezeigt, dass er zum einen bei weitem nicht dem Original entspricht, und dass die ethische Frage gänzlich unbeantwortet bleibt. Denn das kulturelle Erbe ist ja weit mehr als seine Visualisierung.

**AK** Ich komme aus Dresden und habe den Wiederaufbau des Neumarktes miterlebt. Wie in Syrien gab es auch hier zuvor eine Zerstörung, wenngleich vor vielen Jahrzehnten. Aber mit der Rekonstruktion verschwindet auch etwas der Lesbarkeit von Geschichte im Stadtbild, und das halte ich für schwierig, allzumal eine architektonische Lösung für eine Lebenswirk-

lichkeit implementiert wird, die es so gar nicht mehr gibt. Auch in Potsdam wird die Problematik sichtbar. Hier musste die Geometrie des Schlosses beim Wiederaufbau stark angepasst werden, um nicht mit der aktuellen Straßenführung zu kollidieren. Und dennoch; verließ man das Schloss über die ehemalige Haupttreppe, könnte dort keine Kutsche halten. Stattdessen liefe man Gefahr, unmittelbar von einer Straßenbahn oder einem Auto überfahren zu werden.

**DS** Aber seid ihr, als digitale Rekonstrukteure, dann die Alternative für die analoge Rekonstruktion oder doch eher die Steigbügelhalter?

**AK** Ich denke, wir sind eine Alternative, denn mit der virtuellen Realität können wir zum einen viele Varianten visualisieren, und zum anderen werden wir, mit entsprechender Begleitforschung anderer Disziplinen, auch breiteren Massen anbieten können, virtuelle Stadtpaziergänge in unterschiedlichen historischen Zuständen zu unternehmen.

**NH** Und hier zeigt sich wieder die Vielfalt der Datennutzung – der eine nutzt die Rekonstruktion, um den kleinsten Riss zu erkennen, der nächste, um vergangene Welten daraus zu kreieren, und beide Anwendungen basieren vielleicht auf demselben Bilddatensatz.

**AK** Was tatsächlich analog wieder rekonstruiert wird, ist ja auch eine Frage von Mode und Trends. Gegenwärtig reißt man einen DDR-Bau ab, um ein Schloss wieder aufzubauen. Wer weiß, welche Projekte kommende Generationen angehen werden. Eventuell werden sie das Schloss wieder abreißen, um eine prähistorische Siedlung aus Beton zu gießen ...

## Abbildungsnachweis



# nachhalten & vernetzen

Tagungsort Bauhaus-Universität Weimar



## Vernetzte Denkmale – Cui bono?

SYBILLE GRAMLICH

---

### ZUSAMMENFASSUNG

In nahezu allen Bundesländern führen die Landesämter für Denkmalpflege die Denkmallisten. Sie können daher einen vollständigen Überblick über die Denkmale ihres Zuständigkeitsbereichs geben und damit wesentliche Bestandteile des kulturellen Erbes eines Bundeslandes und seiner unterschiedlichen Regionen veranschaulichen. Sehr überschlägig geschätzt, da verlässlich erhobene Zahlen fehlen, sind 750.000 Denkmale auf den Denkmallisten der einzelnen Bundesländer verzeichnet. Es handelt sich um Bau- und Kunstdenkmale, Gartendenkmale, technische Denkmale, darunter mehrteilige Sachgesamtheiten, Flächendenkmale und Welterbestätten. Von der Fachöffentlichkeit wie von der interessierten Öffentlichkeit wird immer selbstverständlicher erwartet, dass Kerninformationen zum Denkmalbestand, also Angaben zu Lage, Schutzstatus und Art der Denkmale im Internet allgemein zugänglich bereitgestellt werden. Alle Landesdenkmalämter und unteren Denkmalbehörden arbeiten heute mit Fachdatenbanken und Geoinformationssystemen. Im Internet ist hingegen erst ein kleinerer Teil dieser digitalen Informationen verfügbar, da die notwendige Aufbereitung und kontinuierliche Pflege digitaler Daten zeit- und personalaufwendig ist. Um Angaben zu Denkmalen gezielt und mit einem befriedigenden Suchergebnis recherchieren zu können, müssen diese strukturiert und mit kontrollierten Vokabularen versehen werden. Harmonisierte Datenfeldkataloge und normierte Begriffsansetzungen bilden eine wesentliche Voraussetzung, um Denkmaldaten miteinander zu vergleichen und in Kulturportalen wie beispielsweise der Deutschen Digitalen Bibliothek (DDB) veröffentlichen zu können.

### Denkmaldatenbanken und Geoinformationen im Internet

Die digitale Erhebung von Sachdaten in den Denkmalämtern ist im Unterschied zur Erfassung von Sammlungsbeständen deutlich stärker dadurch geprägt, dass sie im Kontext gesetzlich definier-

ter Aufgaben erfolgt. Vom digitalen Wissensmanagement der Landesdenkmalämter und unteren Denkmalschutzbehörden wird zunächst einmal erwartet, dass anderen Verwaltungen die Informationen zum Denkmalbestand zur Verfügung gestellt werden, die für formelle wie informelle Planungen benötigt werden. Dies sind vor allem Angaben zu Lage und Schutzzumfang. Erst in zweiter Linie werden inhaltliche Informationen zum Denkmal erfragt: Angaben zu historischen Personen, die in Beziehung zum Denkmal stehen, zu Material und Technik oder zur Datierung. Diese Angaben nutzt vorrangig ein breiter historisch interessierter Personenkreis, sei es aus beruflicher oder privater Veranlassung. Alle Denkmalämter haben erkannt, dass es notwendig ist, im Web präsent zu sein, zumal die von Wikipedia veröffentlichten Denkmallisten immer wieder zu Irritationen führen, wenn sie keine Referenz in digital veröffentlichten amtlichen Denkmalverzeichnissen haben. Schwierig gestaltet sich die Veröffentlichung in Mecklenburg-Vorpommern und Nordrhein-Westfalen, weil die Denkmallisten dort von den Kommunen geführt werden. In Baden-Württemberg und Sachsen schränken Bedenken von Seiten des Datenschutzes die digitale Veröffentlichung ein. Alle Denkmalämter verfügen jedoch über Informationssysteme, und grundsätzlich wird von allen angestrebt, ausgewählte und strukturierte Fachdaten im Internet anzubieten.

Bereits 1973 wurden auf der Jahrestagung der Vereinigung der Landesdenkmalpfleger erstaunlich weitsichtige Überlegungen zum Nutzen der Datenverarbeitung für die Denkmalpflege angestellt: „Da die elektronische Datenverarbeitung immer weitere Bereiche der öffentlichen Dienstleistungen erfassen wird, ist die Einspeicherung denkmalpflegerischer Informationen in einem umfassenden Datenverbund möglicherweise eine Existenzfrage für die Denkmalpflege, dann nämlich, wenn Planungsvorgänge automatisiert werden und nur noch die Träger öffentlicher Belange beteiligt werden, deren Daten eingespeichert sind.“

Dabei kann es sich selbstverständlich nicht um die Einspeicherung spezieller kunstgeschichtlicher Informationen handeln, die auf ein Minimum, soweit zur Charakterisierung der Denkmaleigenschaft notwendig, zu beschränken sind“.<sup>1</sup>

Erste Schritte zur digitalen Erschließung von Denkmalinformationen wurden jedoch erst in den späten 1980er Jahren gegangen, um die Informationen der Karteikarten in ein modernes Medium zu überführen. Zunächst wurden Grunddaten zu Lage und Denkmalbezeichnung zur Verbesserung des Überblicks über den Denkmalbestand erhoben. Die Einbindung und Erschließung von Texten, Bildern, Plandigitalisaten und anderem Schriftgut folgte. Die digitale Datenhaltung und die Veröffentlichung von Fachdaten ist vor allem dort vorangekommen, wo landes-, regional- oder kommunalpolitische Ziele zum beschleunigten Ausbau der elektronischen Vorgangsverwaltung nachdrücklich verfolgt und mit erheblichen Fördermaßnahmen unternommen wurden. Neue Bestimmungen in den jüngst novellierten Denkmalschutzgesetze zur Veröffentlichung von Denkmallisten haben weitere Impulse für den Ausbau der Dateninfrastrukturen in Denkmalämtern gesetzt.<sup>2</sup> Die digitale Denkmalkartierung kam erst vergleichsweise spät dazu, da Denkmale zumeist über Adressen angesprochen werden, und es bis weit in die 2010er Jahre gedauert hat, bis mit dem ALKIS (Amtliches LiegenschaftskatasterInformationssystem) ein Kartenwerk mit bundeseinheitlichen Standards verfügbar war. Davor bestimmten unterschiedliche geodätische Bezugssysteme die Kartierung in den einzelnen Verwaltungen, wodurch auch ein Austausch von Geofachdaten schwierig war.

Maßgeblich befördert wurde die Vereinheitlichung von Geoinformationen durch die Gesetzgebung der Europäischen Union, dadurch dass seit etwa 2005 auf europäischer Ebene der Aufbau einer gemeinsamen Infrastruktur (INSPIRE = Infrastructure for Spatial Information in the European Community) zum Austausch öffentlich zugänglicher Verwaltungsdaten vorangebracht wird.<sup>3</sup> Einen weiteren Impuls zur Veröffentlichung von Denkmalfachdaten liefert die zunehmende Selbstverpflichtung von Bundesländern und kommunalen Verwaltungen, Grundlagen ihres Verwaltungshandelns und Entscheidens in eigenen Portalen der Allgemeinheit zugänglich zu machen (Open Government Data).<sup>4</sup> Dem steht aber immer noch der stetige Personalabbau entgegen, der das Geschehen in

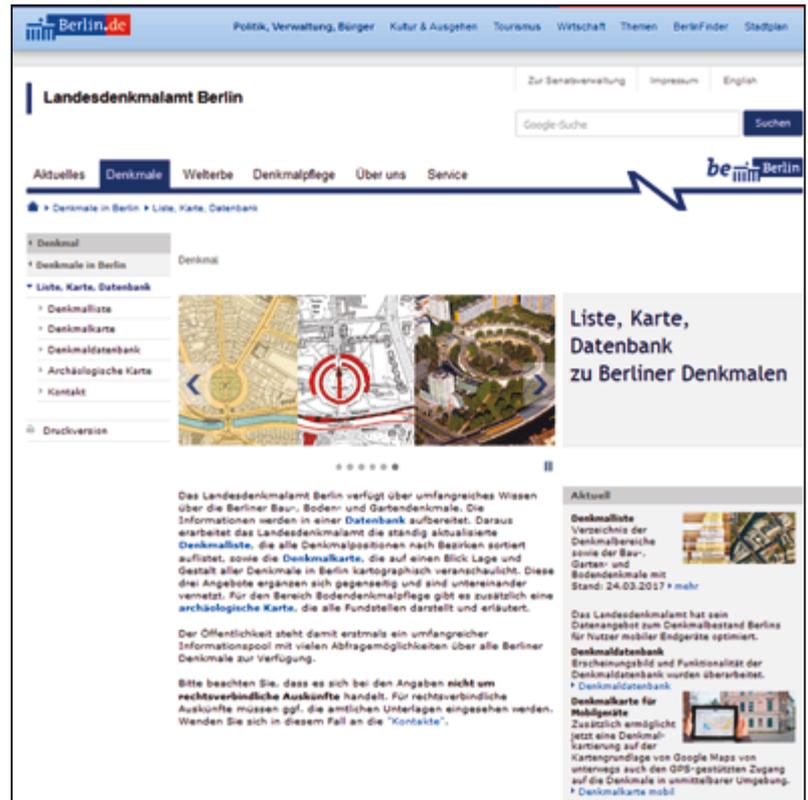


Abb. 1: Screenshot Berliner Denkmalamt: Webangebot des Landesdenkmalamts Berlin zur Denkmalliste, Kartierung und Datenbank

vielen Landesämtern prägt, eine Entwicklung, die in einem bemerkenswerten Widerspruch zum politisch erklärten Willen steht, mehr Bürgernähe und Transparenz herzustellen.

Online gestellt sind derzeit die Denkmaldaten der Landesdenkmalämter in Berlin (Abb. 1), Brandenburg, Bremen und Hessen.<sup>5</sup> Informationen zu Lage und Schutzzumfang, Fotos und Erläuterungstexte werden durch eine Verortung des Denkmalbestands auf digitalen Karten ergänzt. Der Vergleich der vier Angebote verdeutlicht die erheblich voneinander abweichende Situation in den einzelnen Ämtern. So stellt Hessen, basierend auf den Angaben der neueren Denkmaltopographien, einen Teilbestand seiner Denkmale vor. Berlin, Brandenburg und Bremen sind mit ihrem gesamten Denkmalbestand vertreten. In Brandenburg fehlt noch die Verknüpfung mit der Kartierung. Die Datenbanken Berlins, Brandenburgs und Bremens, deren struktureller Aufbau vergleichbar ist, ermöglichen überdies eine gezielte Recherche über kontrollierte Begriffslisten zu Adressen, Sachbegriffen, Datierungen, zu natürlichen und juristischen Personen. Im Unterschied dazu hat der vorrangige Ausbau der Geodateninfrastruktur in Bayern, Hamburg und Rheinland-Pfalz die Entscheidung für eine

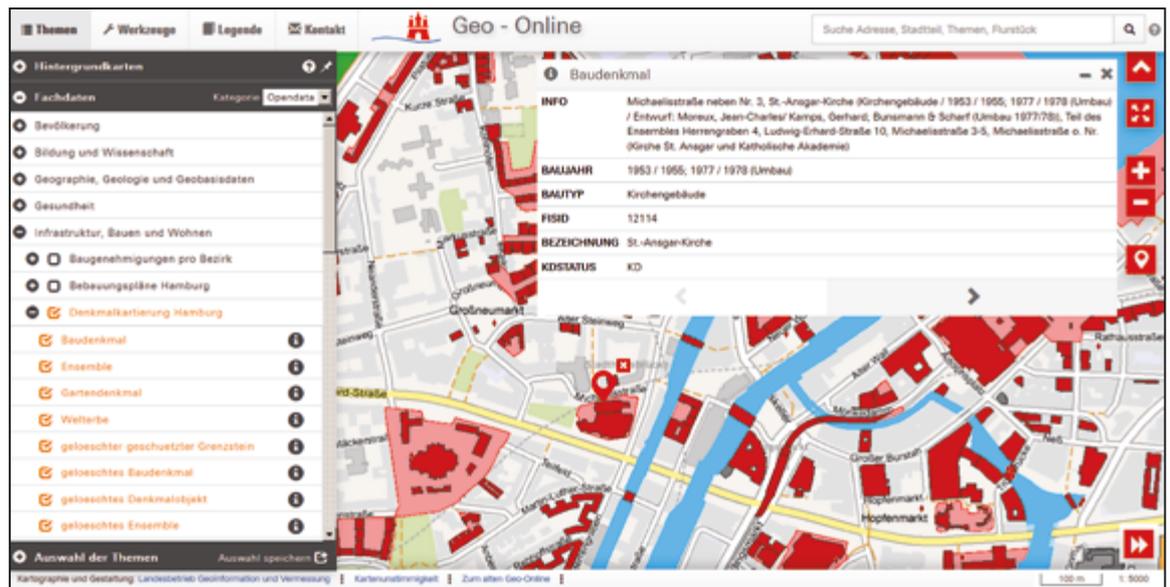


Abb. 2: Screenshot Geoportal Hamburg: Geoportal GEO – Online der Freien und Hansestadt Hamburg mit den Fachkarten Denkmalkartierung Hamburg, die auch Informationen zu den Denkmalen anbietet

kartenbasierte Veröffentlichung von Denkmaldaten begünstigt. Der Bayerische Denkmal-Atlas ist ein mit Sachinformationen hinterlegtes Geoinformationssystem. Auch in den Angeboten der Geoportale der Freien und Hansestadt Hamburg (Abb. 2) und des Landes Rheinland-Pfalz findet man mit Sachangaben hinterlegte Denkmalkarten.<sup>6</sup> Bei den kartenbasierten Darstellungen des Denkmalbestands fehlt die Möglichkeit, strukturiert nach Sachdaten, also Angaben zu Objekten, Datierungen oder Personen zu suchen. Alle online gestellten Geoinformationen und Datenbanken werden intensiv nachgefragt (Abb. 3).<sup>7</sup>

Ein breit gefächertes Publikum nutzt das Angebot. Es reicht von Studierenden, über Heimatforscher und Wissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen zu Fachplanern, Verwaltungen, Presse, Immobilienwirtschaft, und wird zur Reisevorbereitung verwendet. In Berlin und Bremen gibt es überdies Projekte, die Denkmaldaten auch der „Generation Smartphone“ anbieten. Das Bremer WikiProjekt „QR-Code“ hat 2013/14 in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Denkmalpflege Denkmale mit kurzen Erläuterungstafeln versehen, deren QR-Codes zu Wikipedia-Einträgen und zu Einträgen in der Bremer Denkmaldatenbank führen. In Berlin wendet sich der von Denkmalamt aufgelegte Kartendienst „Denkmalkarte für Mobilgeräte“ an diesen Nutzerkreis. Die Denkmalkartierung wurde auf den Kartendienst Google Maps aufgesetzt und zur Denkmaldatenbank verlinkt.<sup>8</sup>

Eine Möglichkeit, Denkmale im Kontext anderer Kulturdaten und Medien zu zeigen, bieten die Kulturportale, die nunmehr auch in einzelnen Bundesländern aufgebaut werden. „Kultur.Landschaft. Digital“ (KuLaDig), ein gemeinsames Portal des Landschaftsverbands Rheinland und des hessischen Landesdenkmalamts, stellt ausgewählte Denkmale in ihrem kulturlandschaftlichen Kontext vor. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt das Portal „LWL-GeodatenKultur – Das Informationssystem in Westfalen-Lippe über die historische Kulturlandschaft und das landschaftliche Kulturelle Erbe“. Im Portal „Kulturerbe Niedersachsen“ stellen Bibliotheken, Archive und Museen des Landes Niedersachsen Informationen in Form unterschiedlichster Medien zur Verfügung, derzeit noch ohne Beteiligung der Denkmalpflege. Mit „Bavarikon“ bietet der Freistaat Bayern seinen Kultureinrichtungen eine gemeinsame Plattform zur Präsentation ihrer Bestände. Der Bayerische Denkmal-Atlas ist dort eingebunden.<sup>9</sup>

Seit 2014 schließlich ist die Deutsche Digitale Bibliothek (DDB) als nationales Kulturportal im Web (Abb. 4).<sup>10</sup> Die Denkmaldaten aus Berlin, Brandenburg, Bremen und Hessen sind auch dort recherchierbar. Die Gebäudedaten können in diesem Kontext beispielsweise auch als lokale Referenz für Artefakte dienen, die ursprünglich mit ihnen in Verbindung standen, beispielsweise für historische Aufnahmen oder einstige Ausstattungsstücke, die sich nunmehr in Museen befinden. Durch eine Verlinkung der Denkmaldatensätze auf die eigentlichen Webdatenbanken der Landesdenkmalämter

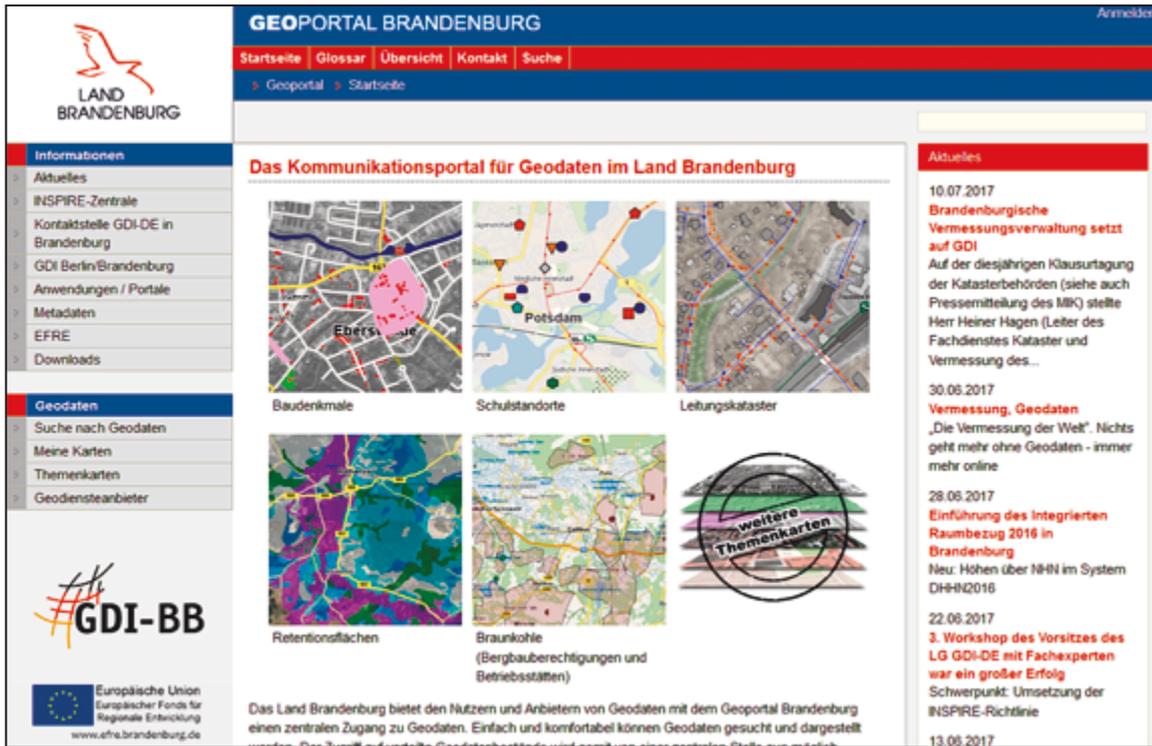


Abb. 3: Screenshot Geoportal Brandenburg: Baudenkmale im Themenkarten-Katalog des Geoportals Brandenburg



Abb. 4: Screenshot Sanssouci CommunsDDB: Rechercheergebnis der Deutschen Digitalen Bibliothek (DDB) „Potsdam, Am Neuen Palais“

werden diese über ihre regionalen oder fachlichen Zielgruppen hinaus besser wahrgenommen. Die DDB ist also zugleich Werbeträger für die Datenlieferanten.<sup>11</sup> Mit ihren Fachgruppen und Projekten, ihrer engen Kooperation mit der Deutsche Nationalbibliothek in Frankfurt am Main, in der Gemeinsame

Normdatei (GND) erstellt wird, und ihren Kontakten zu anderen Kulturdatenverbänden bietet die DDB zudem den Denkmalämtern wichtige Impulse und Hinweise für eine nachhaltige Datenmodellierung. Dies ist umso wichtiger, als sich Denkmalämter, anders als Museen, in Fragen der Strukturie-

nung von Fachdaten und der Begriffsansetzungen nicht der Erfahrungen größerer Fachverbände bedienen können.<sup>12</sup> Die Übernahme von Fachdaten der vier Denkmalämter in die DDB hat zugleich verdeutlicht, dass gemeinsame Kerndatenfelder und dort ein kontrolliertes Vokabular, analog den Regelwerken zur Erschließung von Bibliothekstiteln, die entscheidende Grundlage für die Vernetzung strukturierter Informationen bilden. Nur so lassen sich in großen Datenmengen überschaubare und treffende Suchergebnisse erzielen. Der hierzu erforderliche hierarchische Thesaurus der Architekturterminologie, der gerade auch die regionalen Besonderheiten und die große Vielfalt des Denkmalbestands im Blick behält, kann von den Denkmalämtern fachlich begleitet, aber nicht geleistet werden. Das Projekt „Aufbau einer deutschen Fassung des Art & Architecture Thesaurus (AAT)“ des Getty Research Institutes, das unter Leitung des Institut für Museumsforschung, Stiftung Preußischer Kulturbesitz, gefördert durch Sondermittel des BKM und des Landes Berlin 2012/14 durchgeführt wurde, ist ein erster wichtiger Ansatz.<sup>13</sup> Doch fehlen hier natürlich die in der Denkmalpflege wichtigen regionalen Bezeichnungen und ihre Synonyme. Eine entsprechende Erweiterung stellt daher ein dringliches Desiderat dar.

Die besondere Qualität der Fachdaten der Denkmalämter liegt in der Gesamtschau auf den Denkmalbestand ihres Zuständigkeitsbereichs. Sie bieten Grundinformationen zu allen gesetzlich ge-

schützten Denkmalen und bilden die Vielgestaltigkeit der Denkmallandschaft ab. Die Datenbestände sind langfristig verfügbar, werden kontinuierlich aktualisiert, gepflegt und erweitert. Die Webdatenbanken der Denkmalämter verfügen außerdem über eine konsistente Internetadresse (URL), so dass auf die einzelnen Datensätze verlinkt werden kann.<sup>14</sup> Durch Kooperationen können die in den Landesämtern verfügbaren Denkmaldaten überdies in neuen Zusammenhängen zur Verfügung gestellt werden, Informationen verdichten und vertiefen, oder auch Synergieeffekte durch das Vermeiden von Doppelfassungen erzielen. Die Datenbank Bauforschung/Restaurierung ist ein Kooperationsprojekt des Landesamts für Denkmalpflege Baden-Württemberg mit der Regionalgruppe Baden-Württemberg des Arbeitskreises für Hausforschung.<sup>15</sup> Sie wendet sich gleichermaßen an Fachanwender und ein breites Publikum. Vorgestellt werden Forschungsergebnisse und Dokumentationen zu einzelnen Denkmalen und bietet Bauforschern und Restauratoren die Möglichkeit, ihre bauhistorischen Dokumentationen zu hinterlegen sowie systematisch zu erschließen und im Gegenzug auch unveröffentlichte Dokumentationen zu vergleichbaren Objekten einzusehen. Das Brandenburgische Landesamt für Denkmalpflege und Archäologische Landesmuseum beabsichtigt eine Zusammenarbeit mit der Evangelischen Kirche Berlin-Brandenburg-schlesische Oberlausitz (EKBO) bei der Erfassung und Restaurierung kirchlichen Kunstguts.

### Abbildungsnachweis

- 1 [www.stadtentwicklung.berlin.de/denkmal/liste\\_karte\\_datenbank/index.shtml](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/denkmal/liste_karte_datenbank/index.shtml) (18.07.2017)
- 2 [www.geoportal-hamburg.de/Geoportal/geo-online/](http://www.geoportal-hamburg.de/Geoportal/geo-online/) (18.07.2017)
- 3 <https://geoportal.brandenburg.de/geodaten/themenkarten/planen-wohnen-bauen/> (18.07.2017)
- 4 <https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/item/3ZFFUSFTOGTR5EJA2Z3PA2DVANJLVLHS?isThumbnailFiltered=true&query=Potsdam%2C+Am+Neuen+Palais&rows=20&offset=0&viewType=list&firstHit=QBUHQGB4X2ONXEFP3C6CFRFLEG4CYKYH&lastHit=lasthit&hitNumber=9> (18.07.2017)

### Anmerkungen

- 1 Einsingbach, Wolfgang: Jahrestagung der Vereinigung der Landesdenkmalpfleger im Rheinland 1973, in: Deutsche Kunst und Denkmalpflege, 31. Jg., H. 1, München Berlin 1973, S. 157.
- 2 In Bayern erfolgte 2006-2015 die Nachqualifizierung und Revision der Denkmallisten. Sie ging mit dem Ausbau der Dateninfrastruktur einher: [www.blfd.bayern.de/denkmal erfassung/denkmalliste/bayernviewer/](http://www.blfd.bayern.de/denkmal erfassung/denkmalliste/bayernviewer/)

- (23.08.2016). Schleswig-Holsteins Denkmalschutzgesetz in der Fassung vom 30. Dezember 2014 (GVObI. Nr. 1, 2015, S. 1–42) bestimmt in § 8, Abs. 2: „Die Denkmallisten sollen elektronisch geführt werden. Sie sind im Umfang der Verordnung nach Satz 4 öffentlich bekannt zu machen. Insbesondere sollen Angaben zur Belegenheit des Grundstücks, eine kurze Beschreibung des Kulturdenkmals sowie eine kurze Begründung der Denkmaleigenschaft in die Denkmalliste aufgenommen werden. Die oberste Denkmalschutzbehörde legt durch Verordnung fest, welche Daten in den Denkmallisten nach Absatz 1 zu verarbeiten und welche dieser Daten zu veröffentlichten sind.“ Nordrhein-Westfalens Verordnung über die Führung der Denkmalliste vom 13. März 2015 (GV. NRW, Nr. 22, 2015, Nr. 22, S. 423–434) legt u.a. in § 1, Abs. 2, fest: „Die Denkmalliste wird in digitaler Form mit in jedem Teil der Liste fortlaufender Nummerierung geführt. Für jedes Denkmal ist ein eigener Datensatz anzulegen.“ In § 5, Abs. 1, wird ausgeführt: „Die Denkmalliste wird von der für die Führung zuständigen Unteren Denkmalbehörde zur Nutzung amtlich bereitgestellt und verbreitet. (...) Insbesondere sollen hierzu Geodatendienste nach § 3 Absatz 3 des Geodatenzugangsgesetzes vom 17. Februar 2009 (GV. NRW. S. 84) eingesetzt werden.“
- 3 Die Richtlinie zum Aufbau einer Europäischen Geodateninfrastruktur trat am 15. Mai 2007 in Kraft. Die Durchführungsbestimmungen sind für alle Mitgliedstaaten der EU rechtlich bindend und beinhalten u.a. einen festgelegten Zeitplan zur Einrichtung von Geoportalen, zur Datenlieferung, Regelungen zur Kartierung und zur Beschreibung der Geodaten. Informationen zur Bereitstellung von Metadaten, Geodaten und Geodiensten bietet die GDI-DE Geodateninfrastruktur Deutschland: [www.geoportal.de/DE/GDI-DE/gdi-de.html?lang=de](http://www.geoportal.de/DE/GDI-DE/gdi-de.html?lang=de) (23.08.2016).
  - 4 Der grundlegende Wechsel von der papiergestützten zur elektronischen Akte, vom Inselwissen einzelner Verwaltungen zur gemeinsamen Veröffentlichung von Fachdaten im Internet, spiegelt sich seit etwa 10 Jahren in unterschiedlichen gesetzlichen Regelungen, beispielsweise: Gesetz zur Förderung der elektronischen Verwaltung vom 25. Juli 2013 (E-Government-Gesetz, BGBl. I S. 274); Hamburgisches Transparenzgesetz vom 6. Juli 2012 (HmbTG, HmbGVBl. Nr. 29); Landestransparenzgesetz Rheinland-Pfalz vom 27. November 2015 (LTranspG, GVBl. 2015, S. 383). Unter dem Schlagwort Open Government Data (OGD) versteht man die Veröffentlichung von Verwaltungsdaten von allgemeinem Interesse ohne Nutzungseinschränkung in Form von Webdiensten. Open Government Data Deutschland – Kurzfassung der Studie zu Open Government in Deutschland im Auftrag des Bundesministeriums des Innern, Berlin 2012: [http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn\\_nbn\\_de\\_0011-n-2139459.pdf](http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-2139459.pdf) (24.07.2017).
  - 5 Die Webdatenbanken sind unter nachstehenden Webadressen zu finden: Berlin: [www.stadtentwicklung.berlin.de/denkmal/liste\\_karte\\_datenbank/de/denkmaldatenbank/index.shtml](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/denkmal/liste_karte_datenbank/de/denkmaldatenbank/index.shtml); Brandenburg: <http://ns.gis-bldam-brandenburg.de/hida4web/search?smode=advanced>; Bremen: [www.denkmalpflege.bremen.de/sixcms/detail.php?gsid=bremen160.c.37984.de](http://www.denkmalpflege.bremen.de/sixcms/detail.php?gsid=bremen160.c.37984.de); Hessen: <http://denkxweb.denkmalpflege-hessen.de/> (23.08.2016).
  - 6 Die Geoportale haben folgende Webadressen: Bayern: [www.blfd.bayern.de/denkmalerafassung/denkmalliste/bayernviewer/](http://www.blfd.bayern.de/denkmalerafassung/denkmalliste/bayernviewer/); Hamburg: [www.geoportal-hamburg.de/Geoportal/geo-online/](http://www.geoportal-hamburg.de/Geoportal/geo-online/); Rheinland-Pfalz: <http://gdke-rlp.de/index.php?id=19106>; Brandenburg: <https://geoportal.brandenburg.de/geodaten/suche-nach-geodaten/w/map/doc/262/> (23.08.2016).
  - 7 Das Informationsangebot des Berliner Landesdenkmalamts verzeichnet im Internet die höchsten Zugriffszahlen der gesamten Senatsverwaltung (Mitteilung von Helmut Petersen, Landesdenkmalamt Berlin, Januar 2016).
  - 8 Zu den Denkmalinformationen kommen alle weiteren Karteninformationen von Google Maps ergänzend hinzu: [www.stadtentwicklung.berlin.de/denkmal/liste\\_karte\\_datenbank/de/denkmalkarte/mobil.shtml](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/denkmal/liste_karte_datenbank/de/denkmalkarte/mobil.shtml). Auch das online-Angebot des Berliner Denkmalamtes „Denkmale der Alliierten in Berlin“ verwendet dieses Kartenwerk: [www.stadtentwicklung.berlin.de/denkmal/denkmale\\_in\\_berlin/de/alliierte/karte.shtml](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/denkmal/denkmale_in_berlin/de/alliierte/karte.shtml) (23.08.2016).
  - 9 Siehe folgende Webadressen: Kultur.Landschaft.Digital: [www.kuladig.de/](http://www.kuladig.de/); LWL-GeodatenKultur: [www.lwl.org/LWL/Kultur/GDK/](http://www.lwl.org/LWL/Kultur/GDK/); Kulturerbe Niedersachsen: <http://kulturerbe.niedersachsen.de/viewer/>; Bavarikon: [www.bavarikon.de/](http://www.bavarikon.de/) (23.08.2016).
  - 10 Das Portal für Bibliotheken, Archive und Museen (BAM-Portal) veröffentlichte 2006 erstmals Daten aus deutschen Bibliotheken, Archiven und Museen im Internet. Die 2009 gegründete DDB nahm 2012 ihren Probetrieb auf und wurde 2014 freigeschaltet. 2015 löste sie das BAM-Portal ab. Mittlerweile sind dort mehr als 20 Mio. Objekte aller Medientypen zu recherchieren. Etwas mehr als ein Drittel ist mit einem Digitalisat versehen. Diese Datensätze können über das API (Application Programming Interface) der DDB heruntergeladen und dann weiterverwendet und verbreitet werden.
  - 11 Die hessische Denkmaldatendank verzeichnet monatlich ungefähr 700 von der DDB zurückgeleitete Zugriffe (Mitteilung von N. Rhode, rjm buisness solutions GmbH, dem Entwickler der Hessischen Denkmaldateninfrastruktur, Mai 2016).
  - 12 Die 2009 gegründete Arbeitsgruppe Denkmalinformationssysteme der Vereinigung der Landesdenkmalpfleger widmet sich u.a. der Erarbeitung gemeinsamer Kerndatenfelder, deren Definition und Vokabular und bringt fachliche Belange der Denkmalpflege in den Themenkatalog von INSPIRE ein. Auch ist sie in der Fachstelle Denkmalpflege der DDB vertreten.
  - 13 [www.aat-deutsch.de/das\\_projekt/](http://www.aat-deutsch.de/das_projekt/) (23.08.2016).
  - 14 URL (Uniform Resource Locator) bezeichnet eine Adresse auf einem Datenserver, die notwendig ist, um auf Dokumente im Web zugreifen und sie als Hyperlinks in ein anderes Dokument oder Datensatz einbetten zu können. Wechselt die URL, führen alle gesetzten Links ins Leere.
  - 15 [www.bauforschung-bw.de/](http://www.bauforschung-bw.de/) (23.08.2016).

## Datenpflege statt Denkmalpflege?

BERND EULER-ROLLE

Die Übersicht von Sybille Gramlich „Vernetzte Denkmale – Cui bono?“ kann als hervorragendes mission statement für die Digitalisierung der Denkmale in der Bundesrepublik Deutschland gelten. Motivlage, Ziele, Wirkungen und aktueller Status sind konzentriert dargelegt. Hervorstechende Nutzen liegen in der Funktion als Planungswerkzeug für Betroffene und Planungsträger, in der Nachvollziehbarkeit des

Verwaltungshandelns und in der Rolle als Informationspool für die Öffentlichkeit als Bestandteil der Vermittlungsarbeit. Es zeigt sich vielfach eine ansehnliche Erfolgsbilanz, jedenfalls aber eine Zielstellung, der nicht zu widersprechen ist. Risiken und Nebenwirkungen stehen auf einem anderen Blatt.

Fraglos, das Bundesdenkmalamt in Österreich verfügt bereits seit längerer Zeit über eine ausgezeichnete Denkmaldatenbank, eine Fundstellendatenbank und eine Ausfuhrdatenbank als große interne Fachinformationssysteme, ergänzt um nicht wenige kleinere Spezialdatenbanken. Der Denkmalschutzstatus der Objekte ist auf der website des Bundesdenkmalamtes publiziert, allerdings leider nicht kartographisch dargestellt und ohne fachliche Informationen zu den Objekten. Die Objektbiographien werden objektweise in unseren verschiedenen Dokumentationsebenen vorgehalten (Objektakt, Fotoarchiv, Planarchiv etc.). Die Verknüpfung erfolgt durch objektweise Abfragen in den einzelnen Dokumentationsebenen. So weit, so gut, jedoch nicht im digitalen Universum.

Es begann die Planung für ein ambitioniertes Gesamtmodell. Alles sollte in einem einzigen digitalen System archiviert und verfügbar sein, alles sollte mit allem verknüpfbar sein und dies auch noch mit den Verwaltungsprozessen. Verwaltungshandeln und Dokumentation sollten in einem einzigen Wirkungskreislauf wie von selbst miteinander verbunden sein. Das hat verschiedene Voraussetzungen: den Gleichlauf unterschiedlicher Sach- und Rechtsmaterien, eine einheitliche Systemlogik, in der alles abgebildet ist, und in der Folge eine überaus komplexe Programmierung. Die ersten beiden Punkte trafen uns selbst, der dritte Punkt ist Aufgabe der Dienstleister. Man kann sich leicht vorstellen, was das für die personellen und finanziellen Ressourcen in einem Denkmalamt bedeuten kann.

„Cui bono?“ heißt es im Titel von Sybille Gramlich. Der Aufwand müsste also zu dem Nutzen für



Abb. 1: Die Bände der Österreichischen Kunsttopographie. Die alte Frage der Inventarisierung nach dem „wie viel“ und dem „wie genau“ kehrt als Kernfrage der Digitalisierung des kulturellen Erbes wieder.

die Denkmalpflege in ein Verhältnis gesetzt werden. Das Verhältnis zum Nutzen der Digitalisierung im Sinne einer schnellen und exakten Verfügbarkeit von Daten und Informationen, die benötigt werden, muss nachvollziehbar sein. Sollte es auch um digitale Langzeitarchivierung gehen, dann bedeutet das nicht mehr als eine Verheißung, verbunden mit dauerhaftem wirtschaftlichem Ertrag für jene, die diese Verheißung anbieten. Unter diesen Vorzeichen wäre die Digitalisierung des kulturellen Erbes also nicht zum Meta-Ziel geworden, wenn es nicht (auch) um etwas Anderes ginge. Das andere ist die Rechtfertigung für das kulturelle Erbe durch Kompatibilität mit der Moderne, konkret mit dem Fortschrittsparadigma der Moderne. Dies begleitet die Geschichte der Denkmalpflege spätestens seit dem Schritt zur „modernen Denkmalpflege“ in der Begrifflichkeit des beginnenden 20. Jahrhunderts. Im digitalen Zeitalter ist es der Einzug der Denkmale in die digitale Welt, der ihre Existenz im Kosmos der Moderne rechtfertigt. Denkmale existieren nur, wenn ihre Daten existieren. Im nächsten Schritt wird man sagen müssen, Denkmale existieren nur, wenn sie als Datensätze existieren, wenn sie durch Datensätze repräsentiert werden. Wie geht das mit dem Erhaltungsauftrag der Denkmalpflege zusammen?

Freilich, Denkmale entstehen immer erst durch Denkmalsetzungen, also durch gedankliche Konstruktionen in der Rezeption der überlieferten Objekte. Insofern ist die Erschließung durch digitale Daten und Informationen auch eine Fortsetzung

der Inventarisierung mit anderen Mitteln. Digitale Präsenz kann die ‚user‘ wieder zur Materialität der Denkmale zurücklocken, wie Paul Mahringer dieses unter dem Begriff der „analogen Rückkoppelung“ beschrieben hat. Damit sind wir aber auch an einer Kernfrage der Inventarisierung angelangt: wie viele und welche Informationen und Daten konstituieren ein Objekt als Denkmal? Da die Zuordnung von Daten in der digitalen Welt etwas Quantifizierbares, also etwas Rationales bildet, wird diese Frage in der Moderne nicht gestellt. Es dreht sich eine Spirale, in welcher die Denkmalpflege, also das Handeln am Objekt, von der exponentiell wachsenden Datenpflege konkurrenziert und schon alleine durch die geänderte Ressourcenzuweisung minimiert zu werden droht. Es ist schlicht und einfach so etwas wie ein Marktverdrängungsmechanismus. Dass die Digitalisierung des kulturellen Erbes als kulturpolitische Zielsetzung auftritt, belegt nur einmal mehr den Deutungsverlust der Politik gegenüber den Marktmechanismen. Schon allein durch die Ressourcenverschiebung hat die digitale Parallelwelt ganz konkrete Auswirkungen auf die dingliche Welt, bevor wir uns noch Gedanken darüber machen, ob sich mittlerweile nicht auch schon Walter Benjamins „Aura“ der Objekte verschoben hat. Die Alterität der Denkmale hat auf einmal eine neue Facette bekommen: sie gehören nicht zum second life der digitalen Welt. Darauf sollte sich das Maß von Datenpflege und Denkmalpflege gründen.

## Abbildungsnachweis

1 Bundesdenkmalamt

# Syrian Heritage Archive Project

Ein digitales Denkmalregister für Syrien und mögliche Anwendungen in Krisenzeiten

FRANZISKA BLOCH

## ZUSAMMENFASSUNG

Syrien gehört zu den herausragenden Kulturlandschaften weltweit.<sup>1</sup> Die große Denkmälerdichte und der oft außergewöhnlich gute Erhaltungszustand vieler Ruinenstätten sind seit dem Ausbruch des Bürgerkriegs akut bedroht und in vielen Fällen bereits stark zerstört. Vor diesem Hintergrund führt das Deutsche Archäologische Institut (DAI) in Kooperation mit dem Museum für Islamische Kunst (SMB-SPK) seit 2013 das Projekt „Digitale Kulturgüterregister für Syrien / Syrian Heritage Archive Project“ (SHAP) durch. Das Auswärtige Amt fördert das Projekt im Rahmen seines Kulturerhaltprogramms.

Mit der Erstellung eines digitalen Registers syrischer Kulturgüter verfolgt das Projekt das Ziel einer langfristigen Bewahrung von primären Forschungsdaten zum syrischen Kulturerbe und generiert Grundlagen für zukünftige Aufgaben im Bereich Kulturerhalt. Seit 2013 werden umfangreiche wissenschaftliche Archiv- und Museumsbestände digitalisiert und in den vernetzten Datenbanken des DAI systematisch erfasst. Mehr als 120.000 Datensätze wurden bislang in die digitale Forschungs-umgebung (iDAI.world) integriert, dort standardisiert verwaltet – und zur gleichen Zeit nachhaltig gesichert.

Gerade die im Rahmen langjähriger Forschungstätigkeit des DAI in Syrien generierten Informationen dokumentieren das kulturelle Erbe der Region in substanzieller Weise. Das DAI besitzt eine Vielzahl von Bild- und Plandaten über historische Monumente und archäologische Artefakte zu fast allen wichtigen Perioden syrischer Geschichte. Die Bereitstellung dieser Daten für die drängenden Themen des Erhalts syrischen Kulturerbes ist ein wichtiger Beitrag im internationalen Bemühen um Kulturgüterschutz.

## Das kulturelle Erbe Syriens heute

Die Kulturlandschaft Syriens nimmt in ihrer historischen Bedeutung, der chronologischen Breite sowie der hohen Dichte an Monumenten eine he-

rausragende Stellung ein und zählt zu den kulturhistorisch bedeutendsten Regionen weltweit. Durch ihre Lage zwischen Mittelmeer, Mesopotamien, Kleinasien und Arabischer Halbinsel befindet sie sich im Schnittpunkt verschiedener Landschaftsräume und Kulturbereiche und bildet damit ein Transfergebiet unterschiedlichster Ideen und Innovationen in allen Bereichen der materiellen Kultur in den verschiedenen Zeiträumen.

Viele grundlegende Errungenschaften der Menschheit, z.B. die Entwicklung der Landwirtschaft oder Urbanisierung, wurden erstmals in dieser Region entwickelt. Da in Syrien zudem alle Zeitabschnitte vom Beginn menschlicher Nutzung ab etwa eine Million Jahre vor heute bis in die frühneuzeitliche (osmanische) Zeit durch archäologische oder historische Monumente belegt sind, verfügt das Land über eines der umfassendsten kulturellen Langzeitarchive.

Die hoffnungsvollen, vom sog. „Arabischen Frühling“ getragenen, zivilgesellschaftlichen Proteste in Syrien für mehr politische Freiheiten und gegen soziale Ungerechtigkeiten im Jahr 2011 entwickelten sich innerhalb weniger Monate zu einem verheerenden Bürgerkrieg, der bis heute anhält und der zu einem hohen Verlust an Menschenleben und einer dramatischen Flüchtlingsmigration geführt hat. Rivalisierende politische und religiöse Gruppierungen drohen seit nunmehr sechs Jahren das fragile Gefüge der ethnisch diversen, kulturell-mentalitätsmäßig aber vergleichsweise homogenen Gesellschaft in Syrien dauerhaft zu zerstören.

Angriffsziel von Extremisten ist aber auch das reiche Kulturerbe des Landes, an dem sich die Vielfalt historischer Epochen und Kulturen materialisiert. Viele der archäologischen und historischen Stätten, die in weiten Teilen noch nicht wissenschaftlich erschlossen sind, sind durch die Kampfhandlungen massiv bedroht und partiell bereits unwiederbringlich zerstört. Dies betrifft sämtliche UNESCO-Weltkulturerbestätten des Landes (Abb. 1), darüber hinaus aber auch zahllose Fund-

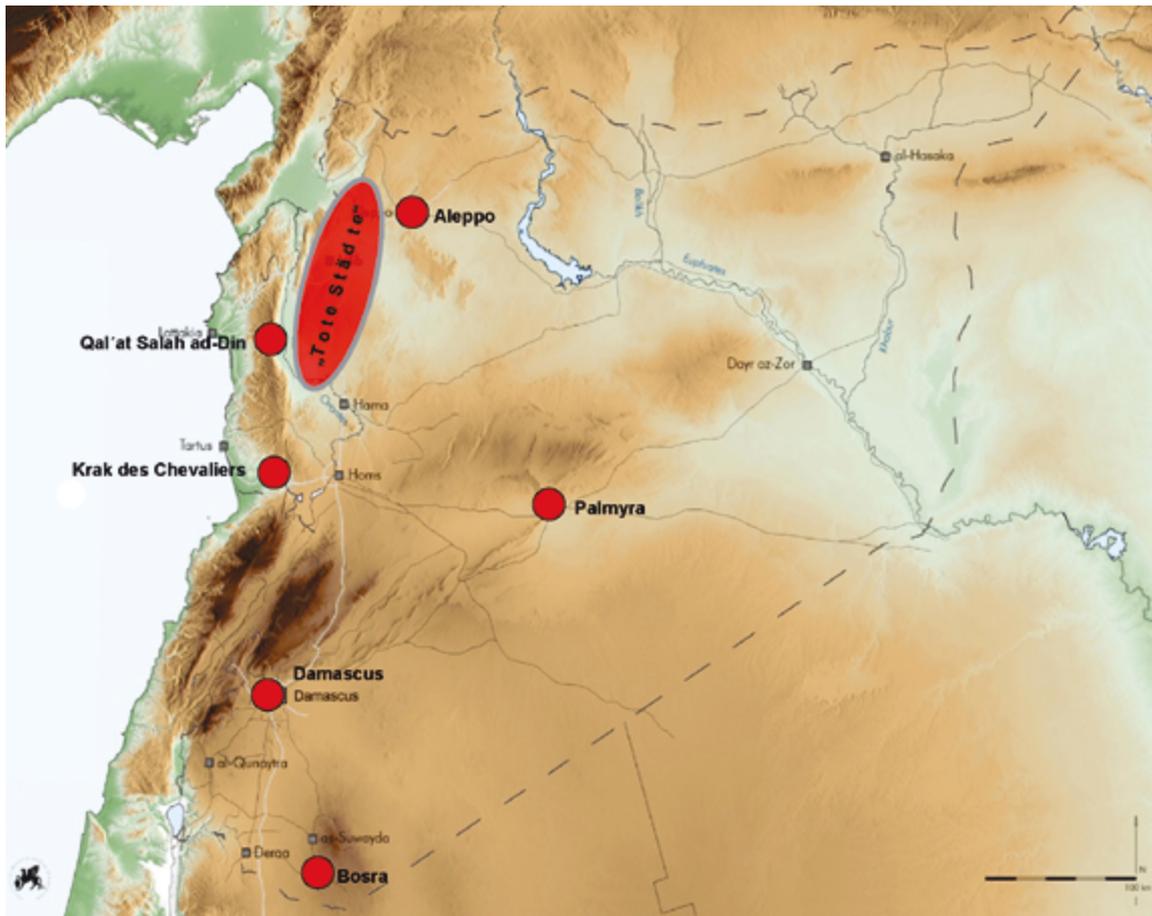


Abb. 1: Karte von Syrien mit den sechs UNESCO-Weltkulturerbestätten

stätten ohne diesen Status.<sup>2</sup> Obszönerweise ist die Verwüstung von kulturellem Erbe teilweise sogar integraler Bestandteil der Kriegspolitik. Die gezielte Zerstörung von Kulturgütern aus ideologischen Gründen dient hierbei Propagandazwecken.

Verschiedene syrische Institutionen wie die Antikenverwaltung, die regionalen Altstadtbehörden, die Universitäten sowie auch zivilgesellschaftliche Initiativen bemühen sich im Rahmen ihrer Möglichkeiten intensiv um die Bewahrung der eigenen Kulturgüter. Allen Handelnden ist die enorme Wichtigkeit des kulturellen Erbes als einem Bindeglied kollektiver Identitäten bewusst. In einem Versöhnungsprozess kann Kulturerbe als ein gemeinsamer Hintergrund in besonderem Maße integrativ wirken und eine Wiederannäherung aller gesellschaftlichen Gruppierungen erleichtern. Im besten Fall werden so die Anerkennung von Pluralität und deren Schutz als ein gesellschaftlicher Grundwert verstanden und gesichert.

Darüber hinaus sind die zahlreichen archäologischen und baulichen Kulturgüter aber auch als ökonomischer Wert für ein hoffentlich baldiges Nachkriegssyrien von Belang. Einkünfte aus dem

Tourismus werden langfristig ein nicht unwesentlicher Aspekt für die wirtschaftliche Wiederbelebung Syriens nach Ende der Kampfhandlungen sein.

Das weitgehende Fehlen eines aktuellen digitalen Denkmalregisters erschwert allerdings sowohl die Evaluierung der bereits entstandenen Schäden, als auch die Planung zukünftiger Rehabilitations- und Rekonstruktionsmaßnahmen an bedeutenden Kulturgütern. In den letzten Jahren wurden daher verstärkte Anstrengungen zur Etablierung eines effizienten Datenbanksystems für die Kulturgüter des Landes unternommen, das auf einer systematischen digitalen Dokumentation des vorhandenen Datenbestandes zu archäologischen, architektonischen und kunsthistorischen Monumenten und Objekten in Syrien basiert.

Die auch zu Friedenszeiten sehr ambitionierte Aufgabe von Schutz, Dokumentation und Pflege der zahlreichen Kultur- und Bodendenkmäler in Syrien stellt eine derzeit kaum zu bewältigende Aufgabe dar. Von zentraler Bedeutung ist deshalb die internationale Unterstützung der syrischen Kollegen und Experten durch Fortbildungsprogramme und gezielte Schulungen für die Konsolidierung und

Restaurierung in Hinblick auf beschädigte Stätten und Monumente im ganzen Land. Unabdingbar für die Einrichtung eines umfassenden nationalen syrischen Denkmalregisters ist zudem der inhaltliche Beitrag jener ausländischen Forschungsinstitutionen, die langjährig in Syrien tätig waren und im Rahmen von teilweise sehr umfangreichen Projekten eine Vielzahl von Daten und beträchtliche Expertise zur Archäologie, Architektur und Kunstgeschichte generiert haben.

Erste Pionierarbeiten der Erforschung dieses Erbes reichen bis in das 19. Jahrhundert zurück und sind mit Forschernamen wie E. Renan, M. de Vogüé und H. Butler verbunden.<sup>3</sup> Von deutscher Seite wurden in der Zeit bis zum ersten Weltkrieg Ausgrabungen durch Max von Oppenheim am Tell Halaf in der syrisch-türkischen Grenzregion und von Theodor Wiegand in Palmyra durchgeführt.<sup>4</sup> Nach dem Ende der französischen Mandatsregierung (1920–1946) und der Unabhängigkeit des Landes wurde 1950 die nationale Antikenverwaltung „Direction Générale des Antiquités et des Musées“ (DGAM) gegründet, die seither die Aufsicht über sämtliche Ausgrabungstätigkeiten und Maßnahmen zum Kulturerbeschutz innehat.

Seit dieser Anfangszeit wuchs die Zahl ausländischer Feldforschungsprojekte in Syrien stetig an. Der Reichtum und die große Diversität an Zivilisationen, die auf dem Gebiet des heutigen Syrien zusammentreffen, machten das Land zu einem „Hotspot“ internationaler archäologischer und historischer Forschung. Zusätzlich befördert wurde diese Entwicklung zum einen durch die Realisierung großer staatlicher Staudammprojekte und die hiermit verbundene archäologische Prospektion der Euphrat-Region während der 1970er/80er Jahre und die gleichzeitig zunehmend erschwerten Forschungsbedingungen im Irak in der Folge politischer Instabilität. Zum anderen regte die Ernennung der Altstädte von Damaskus (1979) und Aleppo (1986) sowie der antiken Städte Bosra und Palmyra (1980) zum UNESCO-Weltkulturerbe vertiefte urbanistische Forschung in diesen Städten an.

In den 2000er Jahren bis 2011 kooperierte die DGAM mit über 100 ausländischen Missionen jährlich. Um mit der systematischen Erfassung und Verwaltung dieses Arbeitsaufkommens und der Registrierung des enormen Informationszuwachses Schritt halten zu können, sind modernste elektronische Informationssysteme unverzichtbar. Am Aufbau eines



Abb. 2: Raubgrabungen in Dura Europos (April 2014)

digitalen Denkmalregisters (eines ‚sites and monuments record‘), d.h. eines Datenbanksystems für die Archivierung und Inventarisierung von digitalen Daten aus Grabungen und Bauforschungen, war in der syrischen Antikenverwaltung erst kurz vor dem Bürgerkrieg begonnen worden. Zuverlässige Digitaldaten zu archäologischen und historischen Stätten liegen im Land selbst nur in sehr begrenztem Umfang vor.

Momentan ist das kulturelle Erbe Syriens durch zwei verschiedene Arten von Zerstörungen bedroht. Zum einen sind dies Schäden als Folge direkter militärischer Auseinandersetzungen. So ist beispielsweise die Stadt Aleppo seit 2012 ständiger und heftiger Bombardierungen ausgesetzt. Im April 2013 wurde die Umayyadenmoschee schwer beschädigt, weite Bereiche des mittelalterlichen Basars und der Altstadt sind zerstört.

Das zweite Problemfeld ist die Plünderung archäologischer Artefakte. Einerseits werden direkt Museumsbestände geplündert, wie im Oktober 2013 in der Provinzhauptstadt Raqqa am mittleren Euphrat. Andererseits finden im großen Stil Raubgrabungen in wichtigen archäologischen Stätten statt. Satellitenbilder der systematisch durchwühlten, mit Raubgrabungslöchern übersäten Ruinengelände in Apameia oder Dura Europos (Abb. 2), die inzwischen nur mehr Kraterlandschaften gleichen, erlangten traurige Berühmtheit. Sie sind aber nur ein Beispiel für viele andere (bekannte und unbekannt) geplünderte archäologische Fundplätze.

In der medialen Berichterstattung (und mithin in der Wahrnehmung der breiten Öffentlichkeit) über Zerstörungen durch die Kriegsparteien hat Palmyra – die wohl prominenteste Ruinenstätte Syriens – einen besonderen Stellenwert. Besonders seit der Übernahme der Stadt durch den sog. Islamischen Staat im Mai 2015 wurde ausführlich über stattfindende Gräueltaten berichtet, die einen traurigen Höhepunkt in der Ermordung des ehemaligen Antikendirektors Khaled al-As‘ad im August desselben Jahres erlebte. Mit medialer Aufmerksamkeit wurde aber auch die gezielte Zerstörung von Baudenkmalern und beweglichen Artefakten begleitet, sowie Raubgrabungen, Plünderungen und illegaler Kunsthandel thematisiert. Seit der Rückeroberung Palmyras durch die Armee des Regimes im März 2016 wird nun international und oft kontrovers über die Wiedererrichtung zerstörter Einzelmonumente debattiert.<sup>5</sup>

Unbestritten ist, dass jede Maßnahme zur Rekonstruktion kulturellen Erbes – ob als virtuelles

3D-Modell oder mithilfe traditioneller Techniken – eine systematische und vollständige Dokumentation der Denkmäler voraussetzt.<sup>6</sup>

Wiederaufbauprojekte sind somit eine von vielen denkbaren Anwendungen eines zentralen Denkmalregisters syrischen Kulturerbes. An eben dieser Stelle setzt das hier vorgestellte „Syrian Heritage Archive Project“ an.

### **Digitale Erschließung der Forschungsdaten**

Das „Projekt zur Erstellung digitaler Kulturgüterregister für Syrien – Syrian Heritage Archive Project“ (SHAP) wurde Ende 2013 begonnen. Es ist eine Kooperation zwischen zwei in Berlin ansässigen Institutionen, dem Deutschen Archäologischen Institut (DAI) und dem Museum für Islamische Kunst (MIK). Finanziert wird es durch das Kulturerhaltprogramm des Auswärtigen Amtes.<sup>7</sup>

In Deutschland ist das DAI die größte Einrichtung mit einem Auftrag, archäologische und alttumswissenschaftliche Forschung im Ausland durchzuführen, das MIK im Pergamonmuseum (SMB-SPK) die bedeutendste und zugleich älteste Sammlung islamischer Kunst. Beide Institutionen besitzen umfangreiche Datensammlungen zum reichen Kulturerbe Syriens, die zu einem großen Teil bisher in analoger Form vorlagen. Dazu gehören Ausgrabungsdokumentationen, private Fotosammlungen und Nachlässe bedeutender Wissenschaftler.

Aufgrund der unterschiedlichen institutionellen Hintergründe beider Kooperationspartner ist die inhaltliche Ausrichtung der Projektarbeit nicht in allen Teilen identisch. Das MIK erfasst bedeutende Forschernachlässe und bringt darüber hinaus große Kompetenz im Bereich der öffentlichkeitswirksamen Anwendung und Vermittlung in das Vorhaben ein. Der Schwerpunkt am DAI liegt aufgrund der aktiven Feldforschungsarbeit an seiner Außenstelle Damaskus einerseits und starker IT-Kompetenz andererseits auf der digitalen Verarbeitung archäologischer Wissensressourcen. Im Folgenden wird der DAI-Teil der Projektarbeit beschrieben.

Das Projekt zur digitalen Erschließung der genannten Forschungsdaten begann zu einem bereits fortgeschrittenen Zeitpunkt des Syrien-Konflikts unter dem Eindruck der massiven Zerstörungen von 2013. Die bis dahin in einem Zustand weitgehender „Schockstarre“ verharrende Fachwelt stellte sich der drängenden Frage, was zum Schutz des Kulturerbes auf die Destruktionen erwidert werden könnte. Jede Handlung musste aus der Entfernung geschehen,

denn Aktivitäten vor Ort waren seit 2011 nicht mehr möglich. Zwischenzeitlich hatte sich die Situation der syrischen Kulturgüter durch ständige Veränderungen der politisch-militärischen Konstellationen noch einmal deutlich verschlechtert.

In einem resilienten Versuch Gegenmaßnahmen zu ergreifen, hatten sich bereits seit 2011 und vor allem 2012 verschiedene Initiativen zur Beobachtung der Situation des syrischen Kulturerbes gegründet und es waren seitens der syrischen Antikenverwaltung, aber auch von externen Beobachtern wie Emma Cunliffe, die ersten Publikationen zum Thema erschienen.<sup>8</sup> Es dauerte jedoch noch bis 2013, dass auf internationaler Ebene der Handlungsbedarf erkannt wurde. Einen starken Anfangsimpuls gab die UNESCO-Konferenz in Amman im Februar 2013, die unter dem Titel ‚Regional training on Syrian cultural heritage: addressing the issue of illicit trafficking‘ eine Vielzahl von Experten zusammenbrachte. Sie erstellte einen Aktionsplan und hatte maßgeblichen Einfluss auf eine Neubewertung der dramatischen Entwicklungen in Syrien.

Seit 2012 wurden international zahlreiche Initiativen gegründet, die sich unter verschiedenen Gesichtspunkten mit dem kulturellen Erbe Syriens befassen. Wichtigen Namen (Institutionen oder Projekte) sind u. a.:

- American Society of Oriental Research (ASOR) „ASOR Syrian Heritage Initiative“
- Association for the Protection of Syrian Archaeology (APSA)
- Cultural Heritage in Syria in the current conflict (Heritage in Syria in Danger)
- Heritage for Peace (HfP)
- Sites and Monuments Record for Syria (SMRS)
- Syrian Heritage Archive Project (SHAP)
- Syrian Heritage in Danger: an International Research Initiative & Network (SHIRIN)
- UNESCO office Beirut „Emergency Safeguarding of the Syrian Cultural Heritage Project“
- United Nations Institute for Training and Research (UNITAR)

Primäre Aufgaben dieser Gruppen bilden zumeist die Dokumentation von kriegsbedingten Schäden an beweglichem und unbeweglichem Kulturgut (tangible und intangible heritage) sowie die Beobachtung des internationalen Antikenmarktes, aber auch bedarfsorientierte Struktur- und Kompetenzentwicklung (capacity building) und die Sensibilisierung der interessierten Öffentlichkeit für diese

Themen. Andere Initiativen befassen sich mit Fernerkundung, also Schadenserfassung über Satellitenbilddauswertung, oder sammeln Informationen über Schäden aus dem Internet über soziale Netzwerke wie Flickr oder Twitter.

Vergleichsweise wenige Projekte befassen sich hingegen bisher mit der Aufbereitung von Forschungsdaten. Hier sind zwei Projekte zu nennen, nämlich das franko-britische Projekt ‚Sites and monuments record for Syria‘ und das deutsche ‚Syrian Heritage Archive Project‘, die unabhängig voneinander im Herbst 2013 entstanden. Beide haben die systematische digitale Aufbereitung analoger Forschungsdaten sowie die Zusammenstellung von Digitaldaten für ein Denkmalregister (sites and monuments record) zur späteren Nutzung dieser Resource für Forschung und Rehabilitation zum Ziel. Während sich das „Sites & Monuments Record“ auf Surveydaten, d.h. durch systematische Geländebegehungen gewonnene Oberflächenfunde und -befunde konzentriert, die durch britische und französische Archäologen in großem Umfang in Syrien generiert wurden<sup>9</sup>, richtet das deutsche Projekt sein Hauptaugenmerk auf die Bearbeitung von Ausgrabungsdaten.

Das Berliner Syrien-Projekt ist seit 2015 in den größeren Kontext des Verbundprojektes „Die Stunde Null – eine Zukunft für die Zeit nach der Krise“ eingebunden und stellt seinerseits eine unverzichtbare Grundlage für andere in diesem Programm zusammengefasste Projekte dar, die vom DAI und anderen deutschen Institutionen zusammen mit syrischen Kollegen durchgeführt werden. Ziel dieser Projekte ist es, Ausbildungsmaßnahmen für syrische Experten durchzuführen und sie dabei zu unterstützen, Pläne für den sachgerechten Umgang mit den beschädigten historischen Stätten und Städten nach Beendigung der Kriegshandlungen zu entwickeln. Das „Stunde Null“-Projekt selbst ist das erste gemeinsame Projekt des „Archaeological Heritage Network“ (ArcHerNet), einem Netzwerk von Verbänden, Einrichtungen und Universitäten, das 2016 offiziell gegründet wurde und sich zum Ziel gesetzt hat, deutsche und internationale Experten auf dem Gebiet der archäologischen Denkmalpflege zusammenzubringen, um mit vernetzten Kompetenzen angesichts der riesigen Herausforderungen einen möglichst abgestimmten Beitrag zum Kulturerhalt zu leisten.

Die Archivdaten des DAI, die im Rahmen des SHAP digitalisiert und damit nachhaltig gesichert werden, besitzen übergeordnete Bedeutung. Zu-

sammen mit dem Bestand des Institut français du Proche-Orient bilden sie das wohl größte und bedeutendste ausländische wissenschaftliche Bildarchiv für Syrien. Aufgrund der jahrzehntelangen institutionellen Präsenz des DAI vor Ort und der zahlreichen wissenschaftlichen Unternehmungen, die vom DAI direkt oder durch mit dem Institut assoziierte Wissenschaftler durchgeführt wurden, ist das Archiv inhaltlich sehr breit gefächert und deckt ein großes Spektrum der Geschichtsperioden Syriens ab.

Im gegenwärtigen Zerstörungskontext haben die Daten zudem eine so nicht vorhergesehene Aktualität erhalten. Gerade mit Blick auf den dokumentarischen Wert von Daten bei deren Nutzung für denkmalpflegerische Maßnahmen im Bereich des Kulturerhalts, bildet die fotografische Aufnahme von Bauten und Objekten nach wissenschaftlichen Kriterien eine unverzichtbare Grundlage für Planung und Umsetzung.

### Die Forschungsdatenbestände

Der Datenbestand des DAI zu Syrien umfasst zahlreiche Dokumente zu archäologischen Monumenten aus dem Beginn des 20. Jahrhunderts. Sie entstammen verschiedenen Gelehrtennachlässen in den Archiven und Fototheken des DAI. Als besonders prominent sei stellvertretend der Nachlass des Archäologen Theodor Wiegand (1864–1936) erwähnt, der sich im Archiv der Zentrale des DAI befindet. Während des ersten Weltkriegs leitete Wiegand das „Deutsch-Türkische Denkmalschutzkommando für Syrien und Palästina“, in dessen Rahmen zahlreiche Kartierungen, wissenschaftliche Vermessungen und Bauaufnahmen in verschiedenen syrischen Orten unternommen wurden, u. a. kam es zum damals äußerst innovativen Einsatz von Luftbildern zu Dokumentationszwecken.<sup>10</sup> Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden in einer eigenen Schriftenreihe sowie Einzelpublikationen vorgelegt.<sup>11</sup> Viele Bilddaten blieben aber unpubliziert und werden an verschiedenen Standorten archiviert, u. a. am DAI, dessen Präsident Wiegand von 1932 bis 1936 war (Abb. 3).

Das Gros der Daten über Syrien stammt jedoch aus den Feldforschungsprojekten des DAI, die in den 1950er Jahren ihren Anfang nahmen. Durch die Etablierung einer festen institutionellen Präsenz in Damaskus 1980 erhielten die wissenschaftlichen Unternehmungen eine neue Qualität. In über 30 Jahren der Institutsarbeit an der Außenstelle Damaskus der Orient-Abteilung wurden unter seinen



Abb. 3: Nachlass Th. Wiegand an der Zentrale des DAI: Tempel von Slim in Südsyrien

vier Leitern zahlreiche Projekte durchgeführt oder unterstützt, die zu fast allen Perioden der langen Kulturgeschichte Syriens neue Erkenntnisse beigetragen haben (Abb. 4).<sup>12</sup>

Im 8. Jahrtausend war Syrien Teil jener Verbindungszone zwischen der Taurus/Euphrat-Region und der Südlevante, dem sog. Levantinischen Korridor, dem eine wichtige Rolle im Neolithisierungsprozess Vorderasiens zugeschrieben wird. Grundlegende soziale und ökonomische Veränderungen in diesem Zeitraum (ca. 10.000–5.000 v. Chr.) führten in den folgenden Perioden zu einer sozialen Hierarchisierung der Gesellschaft, die wiederum mit der Errichtung von Siedlungen, Tempeln und Palästen und später ummauerten Städten ihren baulichen Niederschlag fand.

Zu dieser, mehrere Jahrtausende umfassenden Periode des Neolithikums unternahm Karin Bartl seit 2005 bis 2010 umfangreiche Surveyarbeiten im Orontes-Tal und Ausgrabungen am Tall Shir, nordwestlich der mittelsyrischen Stadt Hama.<sup>13</sup> Der Fundplatz war im 7. Jt. besiedelt und erbrachte

reiche Funde, aufgrund derer u.a. neue Erkenntnisse zur Sozialstruktur in der spätneolithischen Siedlung erzielt wurden. Diese Unternehmung fand bereits im „digitalen Zeitalter“ statt, so dass die Grabungsdokumentation nach Vorlage der Endpublikation ohne weiteren Formatwechsel für ein Denkmalregister verfügbar ist.

Die bronzezeitlichen Stadtstaaten, die Amurriter, Babylonier und Assyrer, sowie die Aramäer der folgenden Eisenzeit während des 2. und 1. Jahrtausends errichteten großartige Stadtanlagen und hinterließen extrem reiche materielle Hinterlassenschaften. Frühe Schriftfunde wie das Tontafelarchiv von Ebla oder das Alphabet von Ugarit belegen eindrücklich die große kulturhistorische Bedeutung für die gesamte Region.

Zwei Projekte zu den altorientalischen Perioden fanden durch Mitarbeiter der Außenstelle Damascus des DAI als Rettungsgrabungen in projektierten Flutungsgebieten neuer Staudämme in der Jazira (dem syrischen Teil Obermesopotamiens) statt. Die zwischen 1985–1992 durchgeführte Untersuchungen auf dem Tell Bderi am unteren Khabur erfassten eine Siedlungsabfolge, die überwiegend in das 3. Jahrtausend v. Chr. (FBZ) zu datieren ist. Die stratigraphische Abfolge ergab neue Erkenntnisse zur

Chronologie Nordostsyriens.<sup>14</sup> Seit 1993 fanden Ausgrabungen am spätbronzezeitlichen Tall Bazi im Gebiet des Tishreen-Stausees am oberen Euphrat statt, einer Siedlung des 15.–12. Jh. v. Chr. mit Zitadelle und ausgedehnter Unterstadt.<sup>15</sup>

Die Denkmäler der nachfolgenden hellenistisch-römischen Antike zeichnen sich in Syrien durch einen außergewöhnlichen Baubestand aus, indem sich nicht nur Einzelmonumente, sondern ganze Stadtanlagen erhalten haben. Syrien lag an der Schnittstelle verschiedener Kulturen und bildete eine Transferregion zwischen Ost und West, d. h. zwischen dem römischen Imperium und den Reichen der Parther und Sasaniden. Die Ruinenfelder von Apameia, Palmyra oder Dura Europos sind eloquente Zeugnisse jener glanzvollen Epoche und reiche Repositorien für überregional bedeutendes Wissen (Abb. 5).

Seit der Institutsgründung 1980 prägten die klassischen Perioden deutlich das Forschungsprofil der Außenstelle. Palmyra stand im Fokus der Arbeiten vor allem von Andreas Schmidt-Colinet, der Forschungsfragen zur vorrömischen (hellenistischen) Stadt, den monumentalen Turm- und Tempelgräbern der Kaiserzeit, aber auch zu Textilfunden und der Kartierung von Steinbrüchen verfolgte.<sup>16</sup>

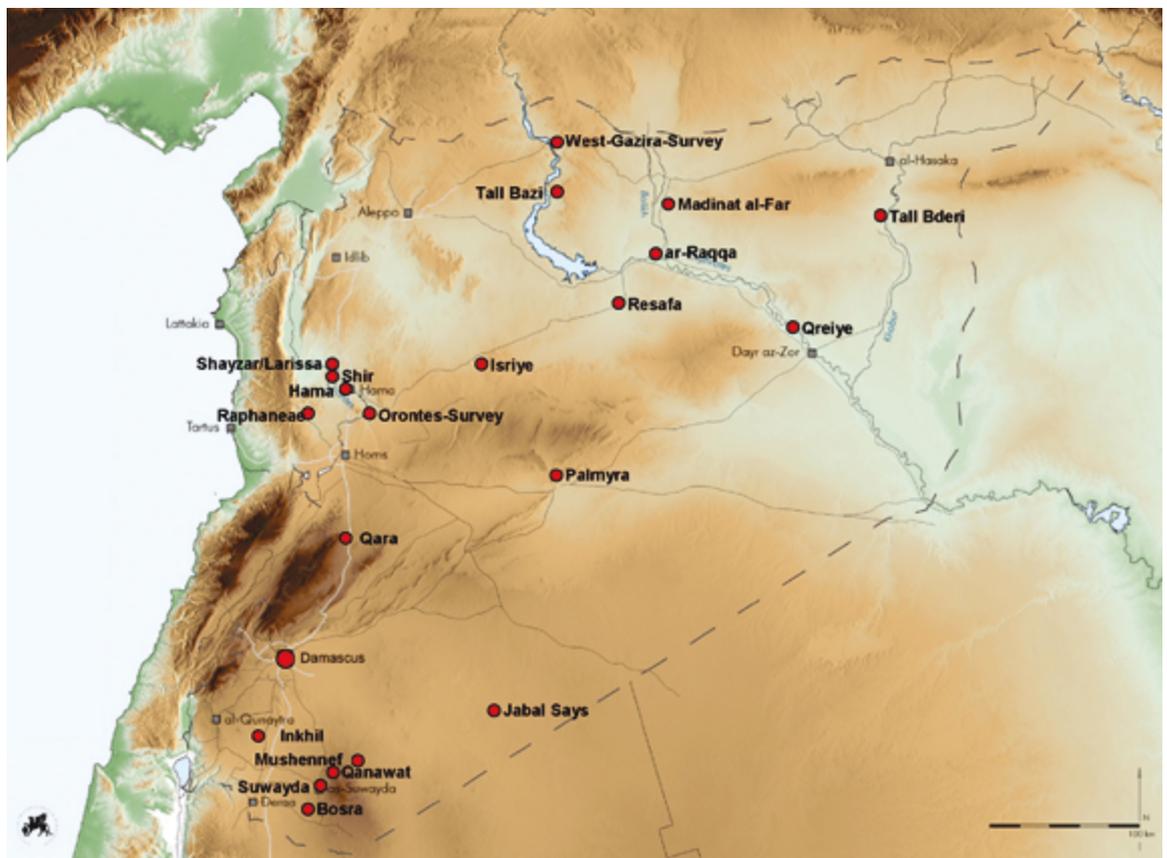


Abb. 4: Archäologische Forschungsprojekte des DAI in Syrien 1980–2011



Die römische Kaiserzeit wurde außerdem intensiv in Qanawat, dem antiken Kanatha untersucht, einem städtischen Zentrum in Südsyrien. Ausgrabungen unter der Leitung von Klaus Stefan Freyberger von 1997 bis 2003 galten den Sakralbauten und der Erforschung von Form und Infrastruktur des gesamten Siedlungsraumes.<sup>17</sup> Gegenstand mehrjähriger Forschungen war zudem der römische Tempel von Isriye (Seriana) mit angrenzendem spätantiken Kastell sowie die Limesforschung am Beispiel der römischen Grenzbefestigung Oreiye oder spätrömischer Kastellanlagen entlang der Via Nova Traiana im Umland von Resafa.<sup>18</sup>

Der außerordentlich gute Erhaltungszustand von Ruinen der römischen Zeit gilt in gleicher Weise auch für die spätantik-byzantinische Phase. Das nordsyrische Kalksteinmassiv gleicht einem Freilichtmuseum für die Entwicklung der Sakralarchitektur im 4. bis 7. Jh., überregional bedeutende Wallfahrtsorte wie Resafa Sergiupolis oder Qal'at Sim'an, aber auch isolierte Eremitagen zeugen von frühchristlich-spirituellen Leben in Syrien.<sup>19</sup>

Unter der Leitung von Thilo Ulbert wurden Ausgrabungen im frühbyzantinischen Stadtareal von Resafa durchgeführt, die an bereits 1952 begonnene Forschungsaktivitäten anknüpften. Ein Hauptschwerpunkt lag bis 1995 auf der Untersuchung des Kirchenkomplexes ‚Basilika A‘ und dem Umbau seines Nordhofs Mitte des 8. Jh. zur Großen Moschee.<sup>20</sup> Überdies wurden Fragen zur Urbanistik der byzantinischen Stadt verfolgt, der Straßenführung und Wasserversorgung, sowie Siedlungsstrukturen im Umland der befestigten Stadt erforscht. Hierzu zählt ein ghassanidischer Großbau aus dem 6. Jh. sowie mehrere Paläste und Wohnquartiere, die im 8. Jh. vor den Toren der Stadt errichtet worden waren, als Resafa (jetzt Rusafat Hisham) zeitweilig umayyadische Kalifenresidenz wurde.<sup>21</sup> Ferner wurden ab den 1990er Jahren im Qalamun-Gebirge nördlich von Damaskus mittelalterliche Wandmaleereien aus Kirchenbauten dokumentiert und restauriert.<sup>22</sup> Diese Forschungsaktivitäten trugen ganz erheblich zur Datengenerierung über das christliche Syrien bei und wurden während der letzten Jahre u. a. im SHAP digitalisiert.

Neben der klassischen Antike bilden die islamischen Geschichtsperioden Syriens einen klaren Forschungsschwerpunkt der Außenstelle. Zu verschiedenen Zeiten hat Syrien eine maßgebliche Rolle in der Geschichte der arabisch-islamischen Welt eingenommen. Nach der islamischen Eroberung der

Levante im 7. Jh. wurde Syrien für ein knappes Jahrhundert sogar Zentrum des politischen Geschehens in Vorderasien. Von Damaskus aus regierte die Dynastie der Umayyaden ein Großreich, das sich von Cordoba im Westen bis Tashkent im Osten sowie zur Südspitze der Arabischen Halbinsel erstreckte. Neben zentralen Prachtbauten in der Hauptstadt wurden kleinerer Herrschaftsorte in der Steppenregion Syriens (Bilad ash-Sham) errichtet, die sog. Wüstenschlössern. Ein Modellbeispiel dieser Bautengruppe stellt der Siedlungsplatz am Jabal Says dar, der in den 1960er Jahren vom DAI ausgegraben wurde.<sup>23</sup> Eine weitere Kalifenresidenz wurde im Rahmen der Resafa-Forschungen untersucht (s.o.). Die Grabungsunterlagen beider Projekte bilden bedeutende Datenkonvolute im SHAP.

Nach dem Sturz der Umayyadenherrschaft verlagerte sich das politische Machtzentrum ostwärts und Bagdad wurde Hauptstadt des Abbasidenreiches. Harun ar-Rashid verlegte in den Jahren von 796–808 n. Chr. seine Residenz allerdings in die Doppelstadt ar-Raqqa/ar-Rafiqā am Euphrat. Unter Michael Meinecke fanden dort in den 1980er Jahren mehrjährige Rettungsgrabungen im abbasidischen Palastareal statt, das von der modernen Stadt überlagert zu werden drohte.<sup>24</sup>

Im Mittelalter geriet Syrien erneut ins Zentrum des Weltgeschehens. Unter dem Ayyubiden Salah ad-Din (Saladin) wurden im 12. Jh. von Syrien aus nicht nur die Kreuzfahrerstaaten überrannt, sondern auch das schiitische Kalifat der Fatimiden in Ägypten eingenommen und eine politische Einheit Vorderasiens unter sunnitischer Orthodoxie hergestellt.

Als assoziierte Projekte der Außenstelle erlebte die Burgenforschung gerade in den 1980er Jahren großes Forschungsinteresse. Die Nachlässe von Hanspeter Hanisch und Michael Braune im SHAP dokumentieren viele der wichtigsten kreuzfahrerzeitlichen Wehrbauten, u. a. die Zitadelle von Damaskus und die Stadtbefestigung von Tartus.<sup>25</sup> Ihre Erforschung stellt einen wesentlichen Beitrag zur Kenntnis mittelalterlich-islamischer Wehrarchitektur in Verbindung mit der politischen, der Sozial- und Kulturgeschichte dar.

Die südsyrische Stadt Bosra war über Jahrhunderte als städtisches Zentrum des Hauran von großer Bedeutung. In der einstigen Hauptstadt der römischen Provinz Arabia mit ihrem reichen spätantiken Denkmälerbestand wurden auch in islamischer Zeit bedeutende Bauten errichtet. In den 1990er Jahren wurde von Michael Meinecke der



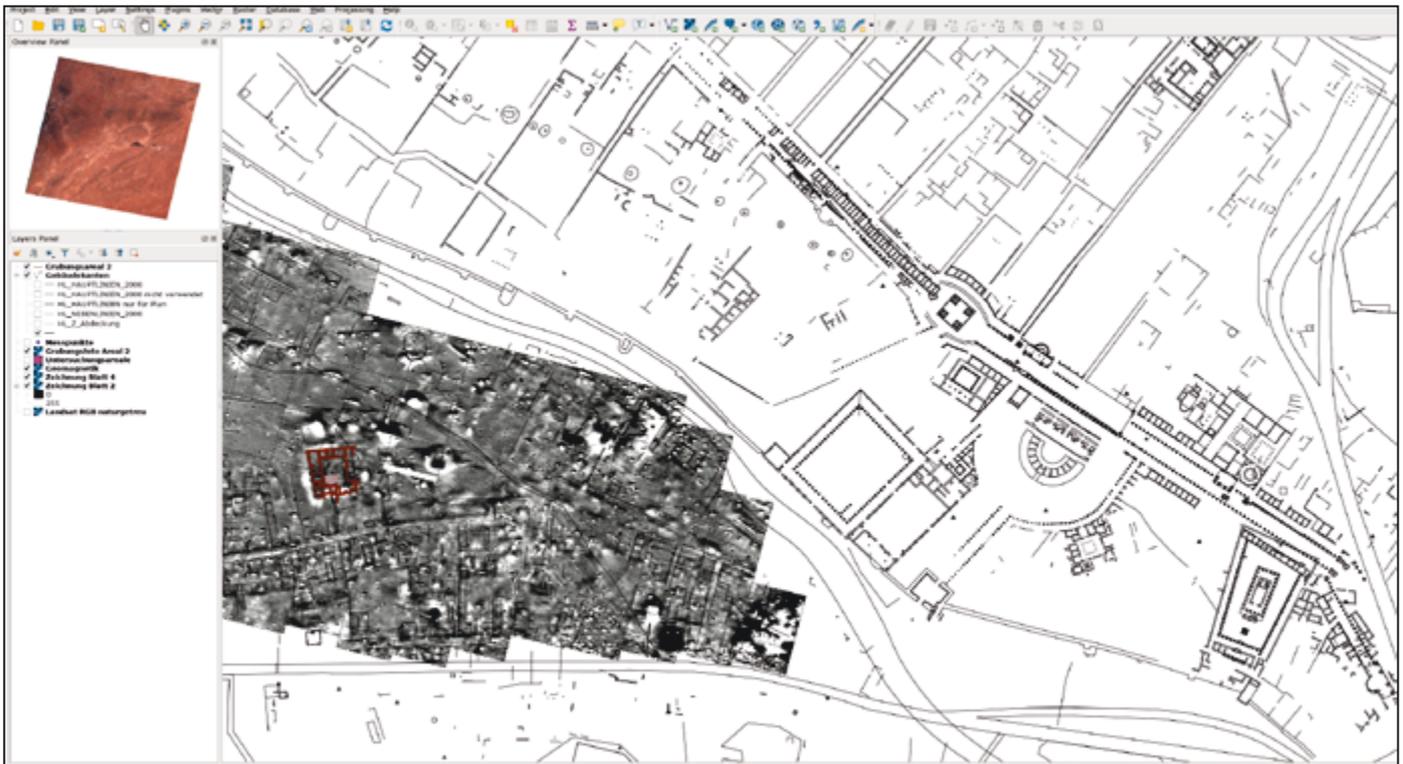


Abb. 7: Topographischer Bestandsplan von Palmyra im Geoinformationssystem (GIS)



Abb. 8: Internationales Netzwerktreffen im SHAP in Berlin am 31. Juli 2015

des Kunstmarktes durch eine automatisierte Objekterkennung im Kampf gegen den illegalen Handel von Artefakten u. ä.). Ohne die digitale Archivierung besitzen gerade ältere Datenbestände nur eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten und werden den Bemühungen um Kulturerhalt entzogen.

Um die erhebliche Datenmenge darstellbar und nutzbar zu machen (bislang handelt es sich um 120.000 digitalisierte Einheiten ganz unterschiedlicher Arten und Qualitäten im Rahmen des SHAP) werden sie in der digitalen Forschungsumgebung des DAI (iDAI.world) erfasst, standardisiert verwaltet – und gleichzeitig nachhaltig gesichert. Diese digitale Informationsinfrastruktur existierte bereits

vor dem Beginn des Projektes und wurde teilweise an dessen Bedürfnisse angepasst (Abb. 5 und 6).

Konkret geht es hauptsächlich um folgende Aspekte:

1. Digitalisierung archäologischer, bauhistorischer und kunsthistorischer Forschungsdaten
2. Archivierung dieser Digitaldaten in der Bild-datenbank iDAI.objects
3. Aufnahme von Ortsnamen in iDAI.gazetteer zur Verortung der Einzelobjekte
4. Aufnahme historischer und aktueller Kartensammlungen in iDAI.geoserver
5. Verknüpfung von Fundorten mit relevanter Forschungsliteratur in iDAI.bibliography

Ein multilinguales Web-Portal (dt/en/arab) bietet Zugang zu den Projektdaten, abrufbar unter <https://arachne.dainst.org/project/syrher>. Von hier aus können die erfassten Bestände angezeigt und recherchiert werden, wobei eine zentrale Problematik im SHAP der sensible Umgang mit Zugangsregelungen zu den Projektdaten ist. Der grundsätzlich herrschende Konsens, dass Forschungsdaten, die mit öffentlichen Mitteln generiert wurden, auch der Öffentlichkeit zugänglich sein sollen und müssen, kann im Einzelfall durch bestehende Urheberrechte eingeschränkt sein. Auf der Projektseite sind die

Daten deshalb zwar angelegt, für den allgemeinen Zugriff aber bislang nicht freigeschaltet.

Im Zusammenhang mit der Aufnahme von mehreren Fremdarchiven in das Projekt hat sich zudem die Notwendigkeit der vertraglichen Regelung über die Nutzungsrechte am digitalen Bildmaterial ergeben. Das endgültige Rechtemanagement wird über ein Modul der iDAI.world (iDAI.rights) erfolgen, welches sich derzeit am DAI im Aufbau befindet und die Rechtebeschreibung wo möglich über die Standardlizenzen der Creative Commons zum Urheberrecht ausdrücken sowie den Daten einen jeweils inhaltlich passenden Grad der Freigabe zuweisen wird. Dies gilt auch mit Blick auf einen möglichen Missbrauch von Informationen in der gegenwärtigen Bürgerkriegssituation.

Eine konkrete Anwendung für den Informationspool des SHAP im Bereich des Kulturerhalts geschieht bereits beispielsweise auf der Grundlage eines weiteren Projekts der Außenstelle, dessen Ergebnis angesichts der heutigen Zerstörungssituation von ganz besonderer Bedeutung ist. Es handelt sich um eine topographische Karte von Palmyra, die in den 2000er Jahren im Auftrag des DAI erstellt wurde.<sup>27</sup> Generelle Zielsetzung war neben der Anfertigung einer exakten Kartengrundlage für das Ruinenareal, die Zusammenschau aller bis dahin bekannten Forschungsdaten zum Ort. Die Bereitstellung der archäologischen Informationen für die Karte erfolgte durch die seit Jahrzehnten in Palmyra tätigen, internationalen Missionen. Eine Vielzahl unterschiedlicher Datenquellen (Grabungsdokumentationen, historische Luftbilder, Satellitenfotos sowie geophysikalische Daten) wurden im einheitlichen Bezugssystem UTM mit WGS84-Datum zusammengetragen und bieten eine umfassende Darstellung des aktuellen Forschungsstandes im Maßstab 1:2000.

Das DAI ist seit 2012 mit einer Überarbeitung der Karte befasst, die sich mit unterschiedlichen Datengenauigkeiten befasst bzw. eine ursprünglich

unternommene Generalisierung von Teildaten aufhebt. Durch die genaue Datendifferenzierung soll die Interpretation der räumlichen Dimension der Stadt in ihrer jeweiligen zeitlichen Tiefe ermöglicht werden. Sie bildet darüber hinaus aber auch eine Basis für Trainingsmaßnahmen im Rahmen von „Stunde Null“-Projekten, an denen der Einsatz von Geographischen Informationssystemen (GIS) als Planungsinstrument erprobt wird (Abb. 7) und bildet die Grundlage für eine Schadenskartierung in Palmyra.

Von Beginn an bildete einen weiteren wichtigen Aspekt des SHAP die internationale Vernetzung mit anderen Initiativen, die ebenfalls Dokumentationen zum syrischen Kulturerbe aufbauen. Erklärtes Ziel aller ist die langfristige Zusammenstellung einer möglichst umfassenden Daten- und Informationsgrundlage für die spätere Nutzung, sei es für wissenschaftliche Zwecke oder für Restaurierungs- und Rekonstruktionsmaßnahmen. Zur Koordinierung und Evaluierung von Aktivitäten und der Vermeidung unproduktiver Projektdopplungen findet ein regelmäßiger Austausch statt. Internationale Treffen wie im Sommer 2015 in Berlin (Abb. 8) oder im Dezember 2015 in Washington sowie ein kürzlich vereinbartes Memorandum of Understanding zwischen dem Syrian Heritage Archive Project dem Syrien-Projekt der American Schools of Oriental Research bilden wichtige Schritte in diese Richtung.

Besonders hilfreiche Unterstützung leistet in diesem Zusammenhang das UNESCO-Büro in Beirut und dessen EU-gefördertes Projekt „Emergency Safeguarding of the Syrian Cultural Heritage“. Von größter Bedeutung im SHAP ist jedoch die Zusammenarbeit mit den syrischen Kollegen, die seit Projektbeginn im Rahmen von Gastaufenthalten nach Berlin inhaltlich beteiligt werden. Durch diese Transparenz konnte bislang das über Jahrzehnte gewachsene Vertrauensverhältnis der Außenstelle Damaskus des DAI zu den syrischen Wissenschaftlern/-innen und Fachkollegen/-innen erhalten werden.

## Abbildungsnachweis

- |      |  |   |  |
|------|--|---|--|
| 1    | DAI Orient-Abteilung/Th. Urban           | 7 | DAI Zentrale/B. Ducke; auf der Grundlage von K. Schädeldach (Topographie, Archäologie und Baubestand. Stand 2005), C. Bührig/D. Schäfer, DAI Orient-Abteilung (Aktualisierung 2013), J. Fassbinder/H. Becker, BLfD München (Geomagnetik), A. Schmidt-Colinet, Universität Wien (Grabungsinformation) |
| 2    | Digital Globe                            |   |  |
| 3    | Archiv DAI Zentrale; D-DAI-Z-NL-WGD-5191 |   |  |
| 4    | DAI Orient-Abteilung/K. Bartl            |   |  |
| 5, 6 | DAI Zentrale/Ph. Gerth                   | 8 | DAI Orient-Abteilung/I. Wagner   |

## Anmerkungen

- |   |  |    |   |
|---|--|----|---|
| 1 | Mein herzlicher Dank gilt dem Arbeitskreis „Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V.“ sowie der Fritz Thyssen-Stiftung für die Einladung zur Teilnahme an seiner Jahrestagung und die Möglichkeit der Drucklegung.   | 8  | Cunliffe, Emma: <i>Damage to the Soul: Syria's Cultural Heritage in Conflict</i> , Global Heritage Fund Archives April 23rd, 2012; Abdulkarim, Maamoun: <i>Archaeological Heritage in Syria during the Crisis 2011–2013</i> , Damascus 2013; Abdulkarim, Maamoun / Kutiefan, Lina: <i>Syrian Archaeological Heritage: five years of crisis, 2011–2015</i> , Damascus 2016.  |
| 2 | Vgl. Fansa, Mamoun (Hrsg.): <i>Syrien. Sechs Weltkulturerbestätten in den Wirren des Bürgerkriegs</i> , Mainz 2014. Am 20. Juni 2013 setzte die UNESCO alle sechs Welterbestätten auf die „Rote Liste des gefährdeten Welterbes“ („List of World Heritage in Danger“). ICOM gab am 25. September 2013 eine „Rote Liste der gefährdeten Kulturgüter Syriens“ heraus („Emergency Red List of Syrian Cultural Objects at Risk“).  | 9  | „Sites and monuments record for Syria“ ist ein Zusammenschluss zweier Surveyprojekte, dem „Fertile Crescent Project“ der University of Durham unter der Leitung von Graham Philip und dem PaléoSy-Projekt der Universität Lyon und Nizza unter der Leitung von Frank Braemer. 2016 wurde das Projekt unter das Dach von SHIRIN international (Syrian Heritage in Danger: an International Research Initiative & Network) gestellt.  |
| 3 | Vgl. Al-Maqdissi, Michel (Hrsg.): <i>Pionniers et protagonistes de l'archéologie syrienne 1860–1960</i> , Damaskus 2008.   | 10 | Vgl. Trümpler, Charlotte: <i>Das Deutsch-Türkische Denkmalschutz-Kommando und die Luftbildarchäologie</i> , in: <i>Das große Spiel. Archäologie und Politik zur Zeit des Kolonialismus (1860–1940)</i> , hg. v. Charlotte Trümpler, Essen 2008, S. 474–483.   |
| 4 | Wiegand, Theodor: <i>Palmyra – Ergebnisse der Expeditionen von 1902 und 1917</i> , 2 Bde., Berlin 1932; zu Tell Halaf s. Cholidis, Nadja / Martin, Lutz (Hrsg.), <i>Die geretteten Götter aus dem Palast vom Tell Halaf. Begleitbuch zur Sonderausstellung des Vorderasiatischen Museums vom 28.–14.8.2011 im Pergamonmuseum</i> , Berlin 2011. Eine Fotosammlung aus 75 Alben Max von Oppenheims wurde bereits früher in iDAI.objects/Arachne erschlossen.  | 11 | Wiegand, Theodor (Hrsg.): <i>Wissenschaftliche Veröffentlichungen des deutsch-türkischen Denkmalschutz-Kommandos</i> , 6 Bde., Berlin/Leipzig 1920–1924: Bd. 4: Karl Wulzinger und Carl Watzinger, Damaskus. <i>Die antike Stadt</i> , Berlin/Leipzig 1921; Bd. 5: Karl Wulzinger und Carl Watzinger, Damaskus. <i>Die islamische Stadt</i> , Berlin/Leipzig 1924; außerdem Wiegand, Theodor: <i>Palmyra – Ergebnisse der Expeditionen von 1902 und 1917</i> , 2 Bde., Berlin 1932. |
| 5 | Zur Diskussion in Deutschland, die in Fachkreisen, vielfach aber auch öffentlich geführt wird vgl. u.a. Fless, Friederike: <i>Für Palmyras Ruinen gibt es nur eine Chance</i> (Die Welt, 05.10.2015); Parzinger, Hermann: <i>Baut die Tempel wieder auf!</i> (FAZ, 17.09.2015); Steinmeier, Frank-Walter: <i>Kulturelles Erbe. Was müssen wir tun, wenn Kultur zerstört wird?</i> (FAZ, 15.05.2015); Bredekamp, Horst: <i>Das Beispiel Palmyra</i> , Köln 2016.  | 12 | Vgl. <i>Zehn Jahre Ausgrabungen und Forschungen in Syrien 1989–1998</i> , hg. v. DAI Außenstelle Damaskus, Damaskus 1999; <i>Orte &amp; Zeiten. 25 Jahre archäologische Forschung in Syrien 1980–2005</i> , hg. v. DAI Außenstelle Damaskus, Damaskus 2005.   |
| 6 | Vgl. Beitrag von Ulrike Wulf-Rheidt in diesem Band.  | 13 | Bartl, Karin et al.: <i>The Late Neolithic Site of Shir. New Results from 2010</i> , in: <i>Zeitschrift für Orient-Archäologie</i> 5, 2012, S. 168–187.   |
| 7 | Projektdarstellungen: Bartl, Karin / Bloch, Franziska: <i>Archäologie im Bürgerkrieg. Syriens Kulturgüter in Gefahr</i> , in: <i>Antike Welt</i> , H. 3, 2014, S. 15–20; Franziska Bloch: <i>Was tun? Initiativen gegen den Verlust archäologischer Wissensspeicher</i> , in: <i>Syrien. Sechs Weltkulturerbestätten in den Wirren des Bürgerkriegs</i> , hg. v. Mamoun Fansa, Mainz 2014, S. 70–75; Bartl, Karin / Bloch, Franziska: <i>Erstellung digitaler Kulturgüterregister für Syrien / Syrian Heritage Archive Project</i> , in: <i>Kulturwelten: Das Kulturerhalt-Programm des Auswärtigen Amtes</i> , hg. v. Auswärtiges Amt, Berlin 2015, S. 94–99; Bloch, Franziska: <i>Syrian Heritage Archive Project. Die Arbeiten der Jahre 2013 und 2014</i> , eDAI-F 2015-2, S. 124–128; Pütt, Karin: <i>Dokumentation und virtuelle Bewahrung des syrischen Kulturerbes</i> , in: <i>Alter Orient</i> 14, 2016, S. 22–27. | 14 | Pfäzner, Peter: <i>Die Ausgrabungen von Tall Bderi/Dur-Aschur-ketti-lescher</i> , in: <i>Orte und Zeiten. 25 Jahre Forschung in Syrien 1980–2005</i> , 2005, S. 143–147.  |
|   |  | 15 | Einwag, Berthold / Otto, Adelheid: <i>Tall Bazi: Eine Metropole des 2. Jahrtausends v. Chr. im syrischen Euphrattal</i> , in: <i>Zehn Jahre Ausgrabungen und Forschungen in Syrien 1989–1998</i> , 1999, S. 11–20.  |

- 16 Schmidt-Colinet, Andreas: Das Tempelgrab Nr. 36 in Palmyra. Studien zur Palmyrenischen Grabarchitektur und ihrer Ausstattung, *Damaszener Forschungen* 4, Mainz 1990; Schmidt-Colinet, Andreas / Stauffer, Annemarie / al-As'ad, Khalid: Die Textilien aus Palmyra. Neue und alte Funde, *Damaszener Forschungen* 8, Mainz 2000; Schmidt-Colinet, Andreas: Palmyras Reichtum durch weltweiten Handel. Archäologische Untersuchungen im Bereich der hellenistischen Stadt, Wien 2013.
- 17 Freyberger, Klaus Stefan et al.: Kanatha von hellenistischer bis spätantiker Zeit, Band I: Die Heiligtümer, *Damaszener Forschungen* 16, Darmstadt 2016. Für die Publikation wurde der Gesamtkatalog in der Datenbank iDAI.objects/Arachne eingegeben. Durch die Übergabe seines privaten Bildarchivs zu Syrien an das SHAP stellen Bilddaten von Klaus Stefan Freyberger einen besonders umfangreichen Teil der Gesamtdaten des Projekts.
- 18 Gogräfe, Rüdiger: Isriye-Seriana: Heiligtum, Siedlung und Militärstation in Zentralsyrien von der frühen römischen Kaiserzeit bis in die mamlukische Epoche, *Damaszener Forschungen* 17, Darmstadt 2016; Konrad, Michaela: Der spätrömische Limes in Syrien. Archäologische Untersuchungen an den Grenzkastellen von Sura, Tetrapyrgium, Cholle und in Resafa, *Resafa* 5, Mainz 2001.
- 19 Tchalenko, Georges: Villages antiques de la Syrie du Nord. Le massif du Bélus à l'époque romaine, Paris 1953–1958; Strube, Christine: Baudekoration im nordsyrischen Kalksteinmassiv. Bd. I. Kapitell-, Tür- und Gesimsformen der Kirchen des 4. und 5. Jahrhunderts n. Chr., *Damaszener Forschungen* 5, Mainz 1993; Bd. II. Kapitell-, Tür- und Gesimsformen des 6. und frühen 7. Jahrhunderts n. Chr., *Damaszener Forschungen* 11, Mainz 2002.
- 20 Ulbert, Thilo: Die Basilika des Heiligen Kreuzes in Resafa-Sergiupolis, *Resafa* 2, Mainz 1986; Sack, Dorothee: Die Grosse Moschee von Resafa – Ruṣāfat Hiṣām, *Resafa* 4, Mainz 1996.
- 21 Ulbert, Thilo / Konrad, Michaela: Al-Mundir-Bau und Nekropole vor dem Nordtor, in: *Forschungen in Resafa-Sergiupolis*, hg. v. Thilo Ulbert, *Resafa* 7, Berlin 2016; Sack, Dorothee / Gussone, Martin (Hrsg.): *Resafa-Sergiupolis/Rusafat Hisham, Syrien – Pilgerstadt und Kalifenresidenz: die Kurzberichte des Resafa-Projekts aus den Jahrbüchern des MSD (2004–2014)*; Sonderdruck in thematischer Anordnung, Berlin 2015.
- 22 Schmidt, Andrea / Westphalen, Stephan: Christliche Wandmalereien in Syrien. Qara und das Kloster Mar Yakub, Wiesbaden 2005.
- 23 Die von Klaus Brisch durchgeführten Ausgrabungen wurden publiziert als: Schmidt, Kurt: Das umayyadische „Wüstenschloss“ und die Siedlung am abal Says. Bd. I: Architektur, *Damaszener Forschungen* 13, Darmstadt 2012; Bloch, Franziska: Das umayyadische „Wüstenschloss“ und die Siedlung am abal Says. Bd. II: Keramik und Kleinfunde, *Damaszener Forschungen* 14, Darmstadt 2011.
- 24 Die Ergebnisse der Untersuchungen werden in einer eigenen Reihe publiziert, in der die Bände Raqqa 1–3 bereits vorliegen, Bd. 4 befindet sich im Druck, Bd. 5 ist in Vorbereitung. Die Grabungsdokumentation von Michael Meinecke's DAI-Tätigkeit lagert derzeit am MIK, dessen Direktor er 1988 wurde. Es wird im Rahmen des SHAP digital archiviert.
- 25 Hanisch, Hanspeter: Die ayyubidischen Toranlagen der Zitadelle von Damaskus. Ein Beitrag zur Kenntnis des mittelalterlichen Festungsbauwesens in Syrien, Wiesbaden 1996; Braune, Michael: Die mittelalterlichen Befestigungen der Stadt Tortosa/Tartus. Vorbericht der Untersuchungen 1981-1982, in: *Damaszener Mitteilungen* 2, 1985, S. 45–54; Tartus und sein Hinterland. Archäologische Forschungen in der syrischen Küstenregion von der Antike bis zum Mittelalter, hg. v. DAI Damaskus, Damaskus 2001.
- 26 Meinecke, Michael: Islamic Architecture of the Hauran and the Hammam Manjak at Bosra, in: *The Near East in Antiquity II*, hg. v. Susanne Kerner, Amman 1991, S. 33–46; Meinecke, Michael (†) / Aalund, Flemming: Bosra. Islamische Architektur und Archäologie, hg. v. Lorenz Korn, *Orient Archäologie* 17, Rahden/Westf. 2005.
- 27 Schnädelbach, Klaus: *Topographia Palmyrena*, 1. Topography, Bonn/Damaskus 2010. Der Geodät Klaus Schnädelbach erstellte die Karte im Auftrag des DAI, in Zusammenarbeit mit dem Institut français du Proche-Orient (IFPO) und der syrischen Antikenverwaltung. Hierzu wurden 2002 und 2005 mehrwöchige terrestrische Messkampagnen vor Ort durchgeführt.

# MonArch – A Digital Archive for Cultural Heritage

BURKHARD FREITAG AND ALEXANDER STENZER

---

## DEUTSCHSPRACHIGE ZUSAMMENFASSUNG

### MonArch – Ein digitales Archiv für das kulturelle Erbe

Moderne Technologien erlauben nicht nur die Erstellung präziser digitaler Modelle von Denkmalen, sondern versetzen uns auch in die Lage, sehr große Bestände an Dokumenten, Inkunabeln, Originalplanzeichnungen, Fotografien, Artikeln, Büchern und anderen Archivalien zu digitalisieren, die mit dem Monument verbunden sind. In vielen Fällen allerdings sind die physischen Dokumente über verschiedene Orte verteilt, mehr oder weniger unsystematisch abgelegt, nur teilweise katalogisiert, und eine semantische Auszeichnung oder Verschlagwortung existiert oftmals nur in unzureichender Form. Unglücklicherweise überträgt sich diese Situation nicht selten auf die erzeugten digitalen Versionen der wertvollen Archivalien. Dies ist teilweise der großen Masse an erzeugten Informationen geschuldet, teilweise aber auch der Tatsache, dass neue Organisationsformen für den digitalen Informationsbestand erforderlich sind, um sowohl seine breite Nutzung als auch seine Bewahrung sicherstellen zu können.

Das MonArch System, das wir in diesem Beitrag beschreiben, bietet Unterstützung für die nachhaltige Speicherung und das Wiederauffinden von digitaler Information und Dokumenten auf der Grundlage ihrer Beziehung zu einer räumlichen Struktur. Für eine solche Organisationsform digitaler Information besonders geeignete Strukturen sind beispielsweise Bauwerke und urbane Situationen sowie archäologische Stätten.

## SUMMARY

Modern technologies not only enable us to create precise digital models of historic monuments, but also allow us to digitize the enormous collections of documents, incunabula, original plans and drawings, photographs, articles, books and other archival materials that are associated with these monuments. In many cases, however, the physical

documents are distributed among different locations, are more or less unsystematically filed and are only partially catalogued, and any semantic tagging or keyword indexing that might exist is often insufficient. Unfortunately, this is also frequently the case with the digitized versions of valuable archival materials. The problem lies in part with the large volume of data being generated, but also with the fact that new forms of organization for digital information collections are needed in order to ensure both their broad usability and their preservation.

The MonArch system described in this essay offers support for the sustainable storage and retrieval of digital information and documents on the basis of their relationship to a spatial structure. Examples of structures especially well served by such forms of digital information organization include buildings and urban situations, as well as archaeological sites.

## Introduction

MonArch is an information system designed for documenting structures such as architectural objects, urban situations, and archaeological sites. A MonArch database consists of a digital model of the structure, i.e. a digital representation of the building, ensemble or site, together with a (potentially huge) body of information and digital documents. Any digital or digitized information or document can be attached to the digital model or specific parts of it. Thus MonArch provides a space-related organization of information, documents and artefacts. As an example, consider the query ‘Show all documents related to a certain façade segment of a specific building’.

Of course, there are more descriptive dimensions than just the structural context of a document. MonArch uses vocabularies to assign semantical descriptions such as material used, kind of damage observed, architectural category, or cultural style to arbitrary structural elements as well as to any information or document stored. The sample query ‘Show all documents describing damages of those

parts of the building that are made of a particular kind of stone’ illustrates the use of additional semantical descriptions.

The MonArch information system has been the outcome of several research projects<sup>1</sup> at the University of Passau, Germany, where software development and maintenance as well as user assistance are still continuing.

The MonArch approach has already acquired a good reputation in the fields of historic monument preservation, archaeology, art history and other areas in Germany and Europe.<sup>2</sup> This technology has been applied successfully at many cathedrals and churches, secular buildings, and archaeological sites, among them well-known UNESCO World Heritage sites. Examples are the Dom St. Stephan (St. Stephen’s Cathedral) in Passau (Germany), the churches of St. Sebaldus and St. Lorenz (St. Lawrence) in Nuremberg (Germany)<sup>3</sup>, the Old City of Bukhara (Uzbekistan)<sup>4</sup>, and the Roman Imperial Baths in Trier (Germany)<sup>5</sup>, to name but a few. MonArch is also being used to conduct the Palace Research project in Aachen (Germany)<sup>6</sup>.

### Explaining the MonArch approach

The MonArch information model is based on a combination of a graphical visualization (Fig. 1, center window) and a graph representing the structural decomposition of the building or site (Fig. 1, left-hand window). The top node of the graph corresponds to the entire building or site whereas the nodes at lower levels are associated with its structural subparts. As an example, consider the structural graph of the

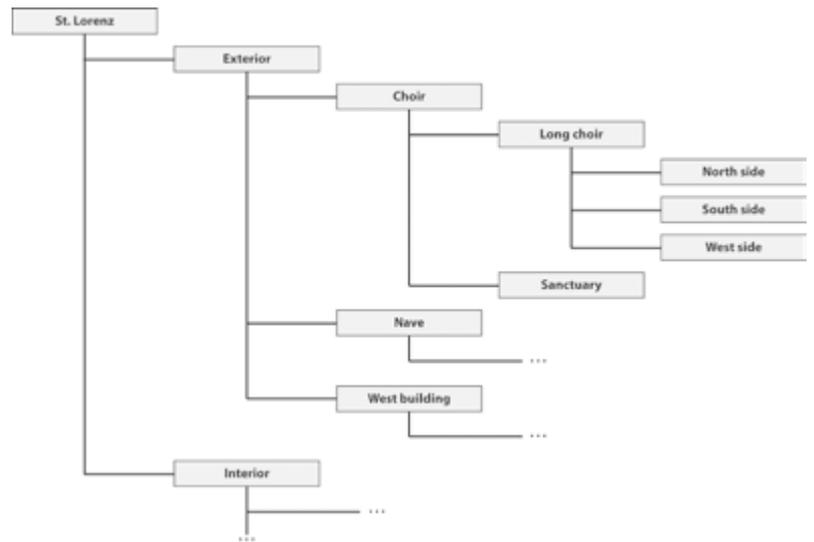


Fig. 2: Part of structural graph of church of St. Lorenz in Nuremberg

church of St. Lorenz in Nuremberg (Fig. 2) where the entire building consists of two parts, i.e. its exterior and its interior. The long choir – one level below – has the structural subparts north side, south side, and west side. Structural associations such as those described are persistent, i.e. they remain valid and are available in future sessions.

It is worth mentioning that multiple graphical visualizations can be associated with the structural graph depending on the level of granularity desired. For instance, it may be adequate to associate an overview floor plan to the top-level node representing the entire building, but switch to a more detailed plan of a single room, which exhibits some particularly important features. We will later see an example (Fig. 8).

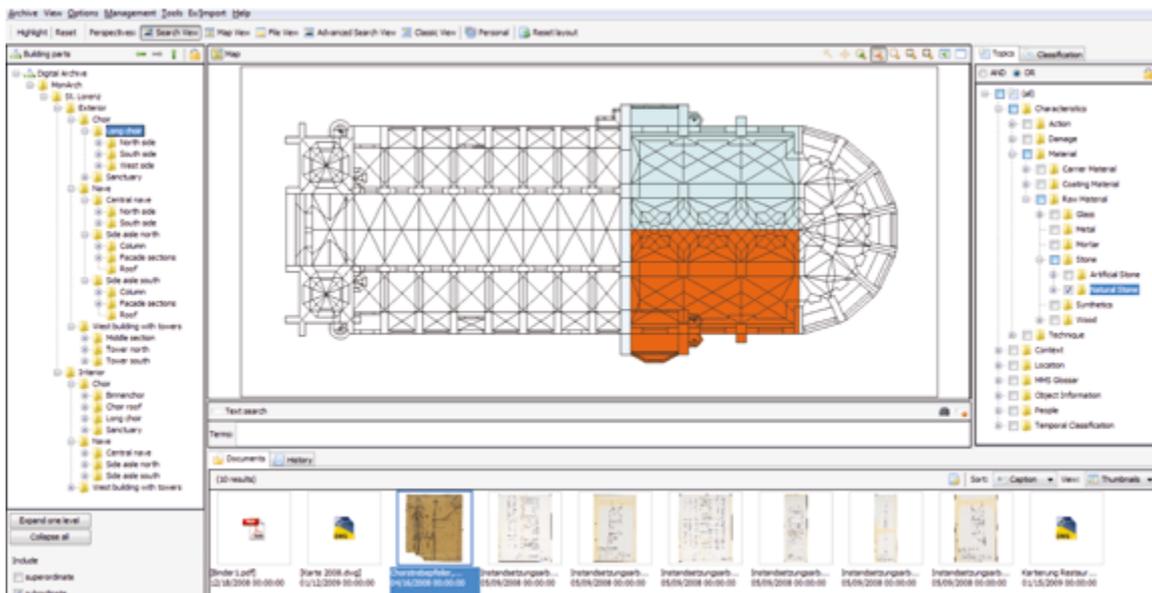


Fig. 1: Screenshot of MonArch representation of church of St. Lorenz in Nuremberg

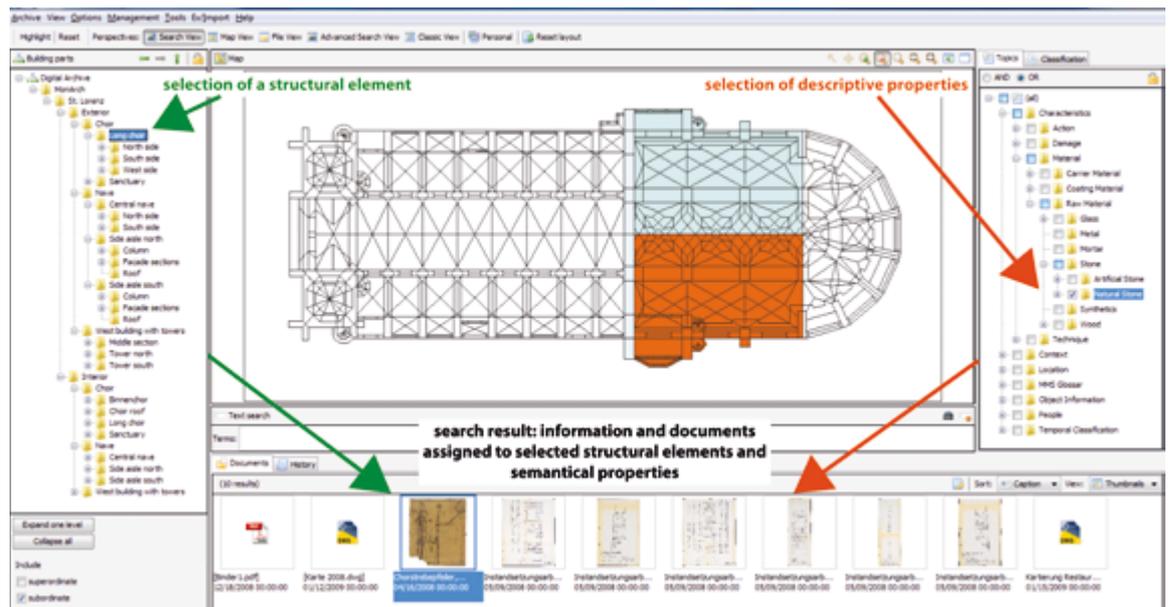


Fig. 3: Retrieving documents by selecting a structural element and additional descriptive properties

Documents and other digital objects stored in the system can be assigned to suitable structural elements, i.e. parts of the building or site. Thus, the hierarchical graphical-structural representation serves as an organizational structure (index) for all information items stored in the system. In addition to the structural representation just described, the information model provides one or more vocabularies (Fig. 1, right-hand window) that can be used for assigning semantical descriptions to structural elements, information items and documents.

When selecting a structural element by mouse-click either in the structural graph (Fig. 3, left-hand window) or in the graphical visualization (Fig. 3, center window), the context of document and information retrieval is set accordingly. Therefore, only the information and documents that have formerly been assigned to the selected structural element are shown in the result window (Fig. 3, bottom window).

In addition to structural selection, semantical properties can be specified by selecting one or more keywords from a vocabulary (Fig. 3, right-hand window), again by a mouse-click. Both the structural context defined and the semantical descriptions provided by the specified keywords form a search filter that restricts the set of information items and documents found.

Sometimes it is convenient to be able to perform a Google-like full-text search, which is also possible (Fig. 3, small window above the result window).

Let us now have a look at a screenshot of a documentation of the Barbara Baths in Trier, Germany,

based on MonArch (Fig. 4). By selecting room 18-o in the structural representation (left-hand window), the focus of document retrieval has been set to only those documents that have been assigned to this room. In our example, 68 documents have been found and are displayed (bottom window). The project team working on this application defined their own vocabulary, which they used to attach additional semantical properties to the documents stored.

The next screenshot (Fig. 5) demonstrates the effect of additionally specifying the keyword 'Technique', thus expressing that the search should focus on documents bearing some information about particular techniques applied to the selected room. In the example, the keyword 'Technique' refers to water technique. The set of documents found has now become significantly smaller with only three documents remaining. Specifying additional descriptive properties works like a filter, narrowing down the search for documents and information.

When moving one level down in the structural graph, the visualization window may display a more detailed image depending on the choices made when setting up the representation of the site. In our example, we now select the floor of room 18-o and can observe that the center window has switched to a more detailed plan (Fig. 6) covering just the floor.

The system is able to distinguish and selectively display various graphical/semantical layers. In the example, the first layer shows those parts of the floor of room 18-o that belong to the original Roman phase

(Fig. 7, parts marked red), while the second layer shows the parts of the floor of room 18-o that were restored during the years 1956 – 1962 (Fig. 7, parts marked blue). The layer window indicates that there is a third layer displaying the parts of the floor of room 18-o that were restored during the years 1967 – 1972. Note that the layers as provided here are not mere graphical layers, but can be and are frequently used as ‘semantical layers’ grouping structural elements that have certain properties in common.

When selecting wall d, a detailed map displaying damaged parts is shown in the center window (Fig. 8). This particular graphic has been deliberately associated with the structural element according to the overall purpose of this specific MonArch application.

**Establishing a MonArch database**

As we have seen, a MonArch database consists of three major components (Fig. 9). The first component contains the representation of the spatial structure of the object and consists of a structural decomposition in the form of a structural graph and one or more graphical visualizations associated to the structural graph.

The second component consists of one or more concept hierarchies (ontologies) representing additional semantical properties that can be used to describe the objects, information and documents stored. The entire body of data, digital documents and other objects stored in the MonArch database forms the third component.

Defining the structural representation, i.e. the first component, comprises a sequence of mandatory steps that must be followed for each object considered (Fig. 10). Let us first discuss the creation of the graphical visualization. Note, however, that the creation of the graphical model and the definition of the structural graph are essentially independent of each other and can often be performed in parallel.

As a first step, a surveying technique such as manual measurement, laser scanning, or photographing is applied to obtain raw data as a basis for the creation of the graphical model. In a second preparatory step, an appropriate conceptual segmentation of the object must be defined. This is particularly important since the strength of the MonArch approach relies largely on a suitable subdivision of the entire object into semantically sensible parts. A proper segmentation is fundamental to the ability to select a specific spatial context for assigning or

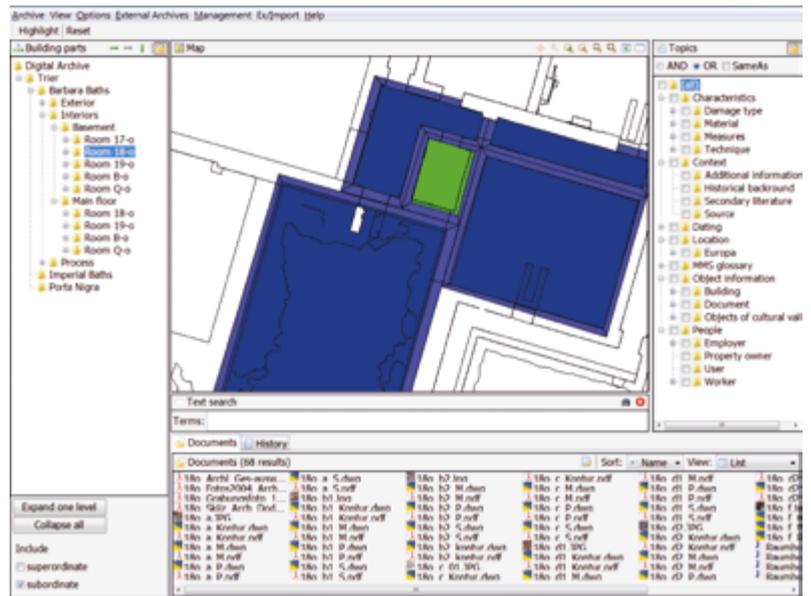


Fig. 4: Barbara Baths in Trier – Select room 18-o

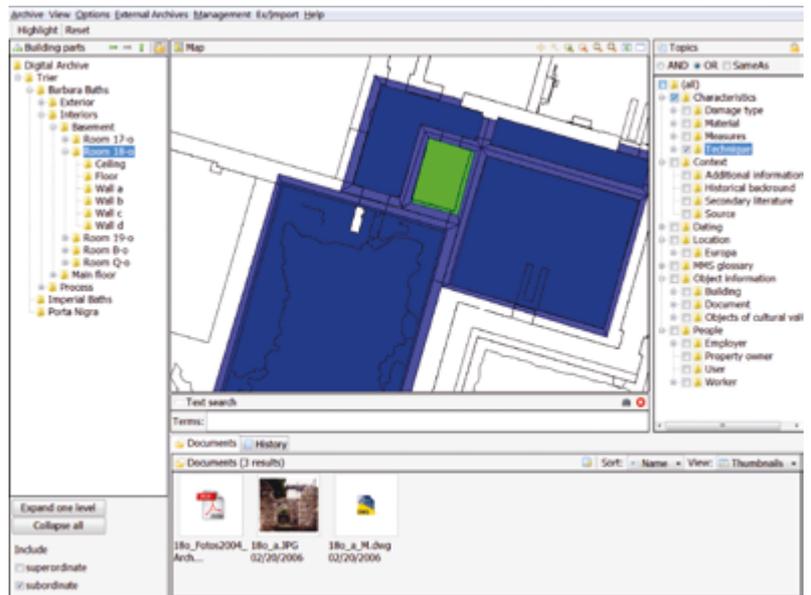


Fig. 5: Specification of additional properties narrows the focus of document retrieval

querying the information stored in the system. Of course, occasionally there may be cases when a reasonable decomposition strategy seems not to exist, forcing the user to assign the entire object as the (only) spatial context.

After the two initial steps, the creation of the graphical model and the definition of the structural graph can be performed more or less independently of one other. A graphical editor or CAD system is used to draw a 2D plan or construct a 3D model based on the results of the measurements, thereby taking the chosen segmentation into account. The resulting graphical model can be imported into the internal database automatically at a later point (Fig.

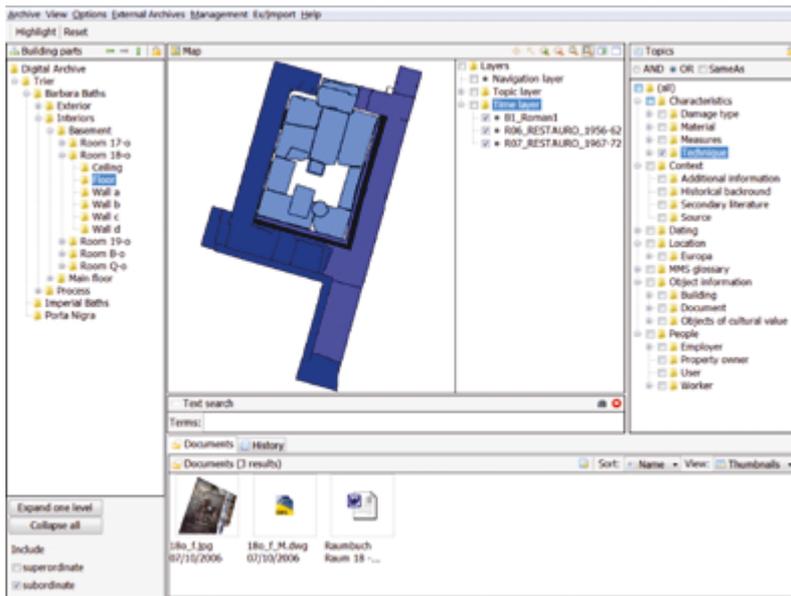


Fig. 6: Barbara Baths in Trier – Selecting the floor of room 18-o causes switch to more detailed floor plan

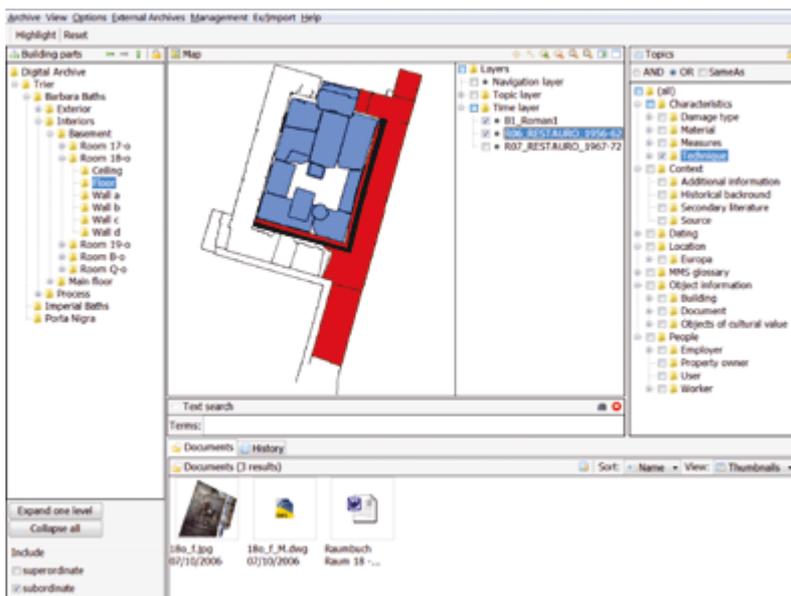


Fig. 7: Floor of room 18-o – Roman phase (marked red) and first restoration phase (marked blue)

10, upper path). The structural graph is defined by adding nodes to the hierarchy, proceeding from top to bottom and starting with the top node representing the entire object. During this process, the resulting graph is automatically stored in the internal database (Fig. 10, lower path). The graphical and structural representations are associated to each other by dragging a graphical element onto the corresponding element of the structural representation. This concludes the definition of the structural representation, which is then persistently stored in the system and can be used as described above. The structural and graphical representations are auto-

matically synchronized after having been associated with one other. Therefore, it is not relevant whether the user selects an element of the structural graph or the corresponding graphical element. Either way, the same structural context is set.

The structural representation can be refined or extended at any time, for instance to allow for a finer structural representation or for an additional or a more detailed graphical visualization.

In most cases the user will want to attach additional descriptive semantical properties, i.e. metadata, to the object(s) represented as well as the stored information and documents. Metadata are always structured as a hierarchy, with terms located near the top being more general than terms located near the bottom. Internally, metadata are organized as an ontology, which forms the second component of the MonArch information model (Fig. 9).

There are several ways to add semantical properties to a MonArch database. One can, for instance, upload a normative set of metadata such as the Integrated Authority File from an external source.<sup>7</sup> The system allows the user to define his own proprietary set of metadata. This was the primary source of metadata in early MonArch projects (see the St. Lorenz examples). It is also possible to refine a stored set of metadata by adding properties that are more specific. However, this third option has to be used with care.

Once the first two components of the MonArch information model, i.e. the structural representation and the set of semantical properties, have been established, target information can then be inserted into the MonArch database. Basic information, for instance length, width and height or geo-coordinates, can be attached to the object or its structural parts. Documents and other digital objects can be assigned to arbitrary elements in the structural representation of the building or site. Additional information and documents can be inserted at any time as needed. Multiple assignments are possible.

There exist two ways of assigning information and documents to structural elements: by following a structured insertion dialogue, i.e. a wizard, or by simple drag-and-drop. Bulk loading of an entire collection of documents is also possible. Assigning metadata to documents or structural elements works analogously, i.e. either by following a structured insertion dialogue or by drag-and-drop.

The insertion wizard leads the user through the following steps of an insertion dialogue: assign-

ment of formal metadata such as time of creation, author etc.; assignment of descriptive semantical properties according to the vocabularies available; and assignment of the data object to be inserted to suitable elements of the structural representation. Finally, a preview of the data object inserted is provided. The entire dialogue or parts of it can be reiterated any time, e.g. for correction or for specifying more detailed properties.

Almost any kind of digital information in any common data format can be stored in a MonArch database. Examples include digital documents such as digitized historical maps and plans, CAD drawings, 3D models, photographs, text documents, climate data, stream based data, spread sheets, sound files, and videos. Even links or signatures relating to a physical document or item can be stored.

After having inserted information and documents, the MonArch database can be searched by selecting a structural element. Information about the structural element selected can be obtained and all documents conveying information about this element can be viewed. The user can refine the search by specifying semantical properties forming an additional search filter. The documents found can be viewed or processed using standard editors, players, viewers etc., as provided by the computer system.

In addition, the MonArch system provides a report generator, which is flexibly adaptable to specific requirements, e.g. the generation of room data sheets. Additionally, the information and documents found can be exported for further use. Document versions are supported, images can be exported at different scales, the graphical representation can be exported as CAD-graphics, and metadata can be exported.

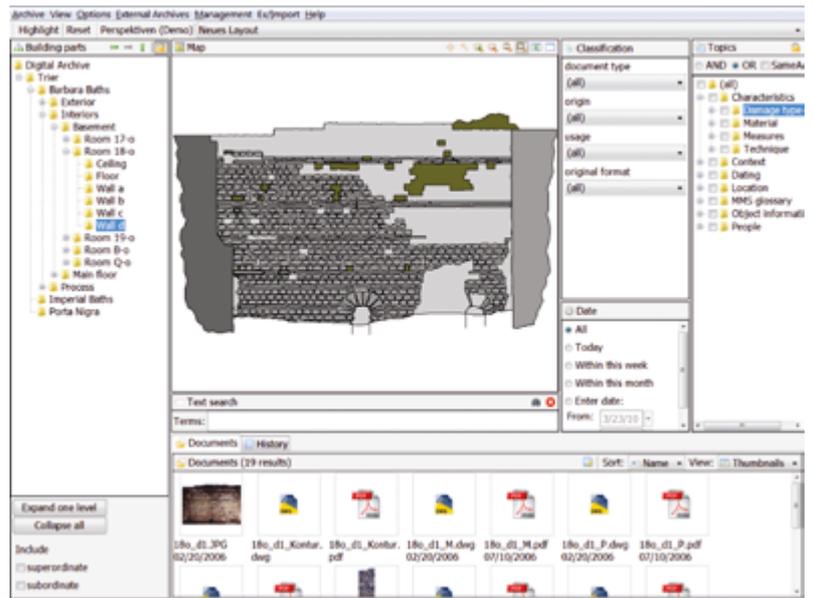


Fig. 8: Detailed map displaying damaged parts of wall

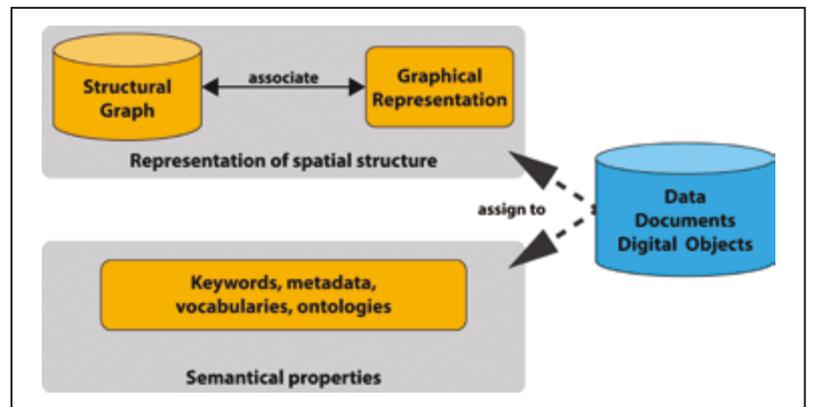


Fig. 9: MonArch information model consisting of three major components

There are at least two major advantages to the MonArch approach. The first and rather obvious advantage results from the principle of organization by structure, which provides a homogeneous form of accessing the stored information. Relevant documents can easily be systematized even if they are widely scattered over many locations. Even infor-

**Properties of the MonArch approach**

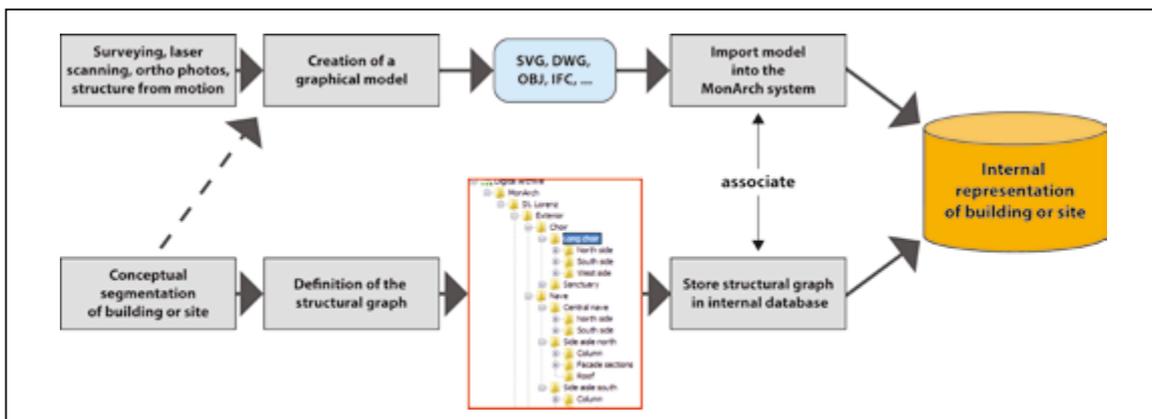


Fig. 10: MonArch set-up workflow

mation that does not seem to be related to a (sub-) structure, e.g. finances, work processes or scientific findings, can be arranged in a suitable way. A major reason for its ease of use is the fact that all information stored is given a structural and semantical context, which resembles the perspective of many users working in the fields of preservation, maintenance, art history, the history of architecture and construction, and other areas. In summary, MonArch ensures intuitive, straightforward access to the relevant information. Once a digital model of the building or site under consideration has been created, using a MonArch database does not require deep technical training or skills in computer science. MonArch therefore allows users to remain in their normal realms of work when working with the digital representation of a building or site.

There is also a second, less obvious but nevertheless important advantage. When using MonArch there is a central point of access to all relevant information and documents. Different applications can share information and documents. Metadata and structural representation can be shared between different applications. Selected contents of a MonArch database can be shared with the general public via the Internet. Moreover, MonArch pro-

vides consistent and complete information for different applications and use cases. Different aspect angles, e.g. of preservation, archaeology, building maintenance, restoration, and residential use, can be supported by one body of information. It is not necessary to duplicate the information for each and every application. Thus information consistency and completeness (in a sense) is maintained. In summary, MonArch supports shared and collaborative work based on a common body of information. As described below, collaboration is even possible with remote partners over a network.

### Technical aspects

The MonArch system is based on current database technology. Therefore, even huge data volumes can be stored and managed. As a true multi-user database system, it provides access control, data protection and simultaneous usage of the information base by many users.

Access to documents and metadata in MonArch is controlled by a role-based access control system. The structural model, the target information and metadata can be selectively protected. An existing user and group management can be integrated.

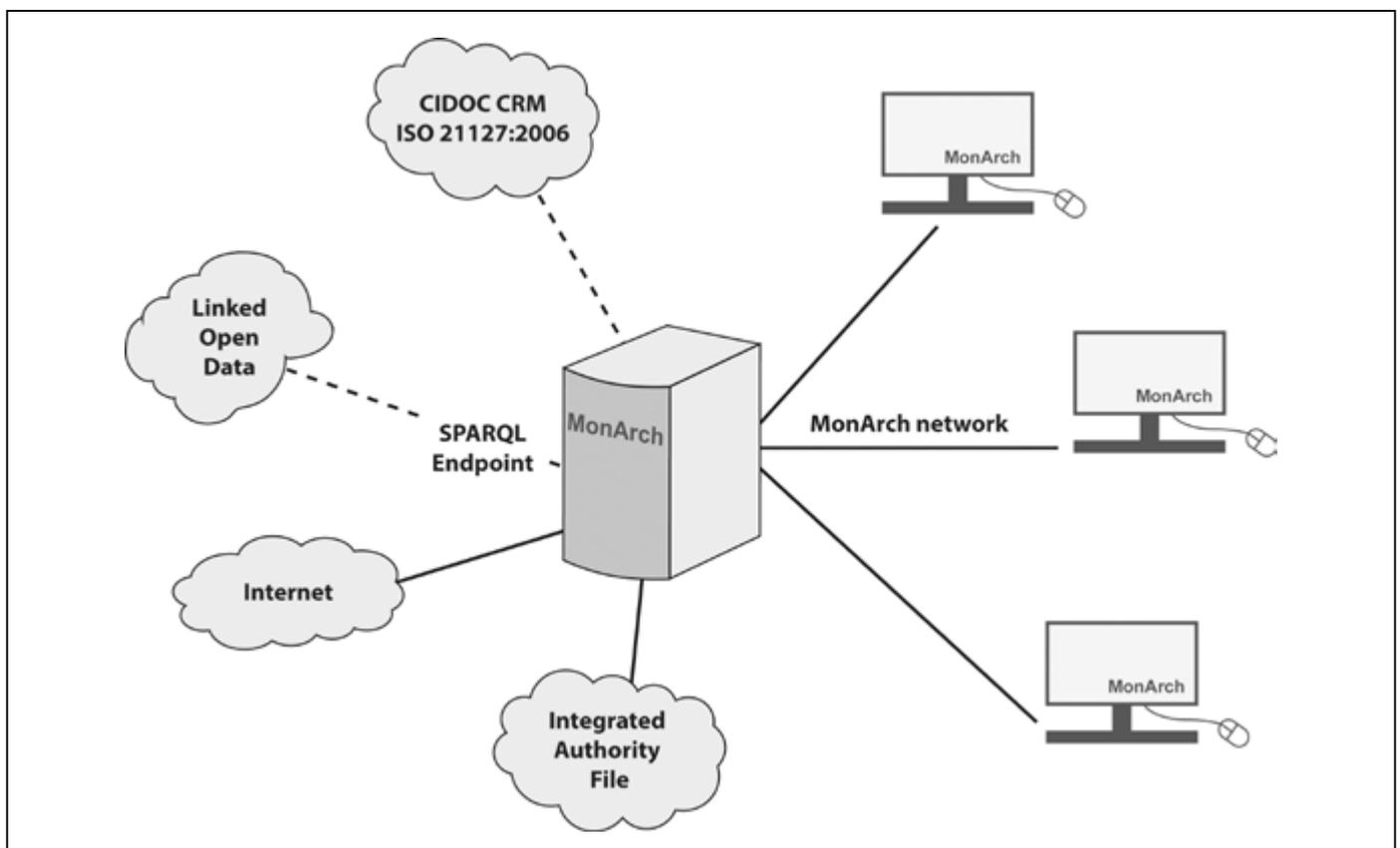


Fig. 11: MonArch network

MonArch has a client-server architecture and can be part of a network. Multiple MonArch clients can connect to a server that manages and stores the representation of the object(s) and the related information. The networked software architecture allows for optional professional hosting of the core system and data while still providing maximum flexibility to the user. Moreover, multiple MonArch servers can be connected via a network, thus allowing collaborative work and queries spanning more than one object, e.g. when working on closely related cultural objects (Fig. 11).

The following interfaces (among others) are supported: DXF for CAD drawings used for graphical visualization, GML for the exchange of spatial objects, Blender for 3D models, RDF for general metadata.

The MonArch software is the outcome of a series of academic projects. It is free to use in non-profit research projects. Software maintenance and development continues, and user training and assistance in projects both academic and professional are available.

## Recapitulation and outlook

MonArch supports sustainable storage and management of all information and documents related to a building or site. Using a MonArch database does not require deep technical training or skills in computer science.

One direction of current research and development is devoted to finding a broader and more flexible way of integrating a MonArch database into the global information network. To this end, the capability of integrating external vocabularies will be extended and ways to link MonArch information items to external information sources in the form of linked data<sup>8</sup> will be incorporated.

Concrete development work is underway towards implementing an interface to CIDOC CRM (ISO 21127:2006)<sup>9</sup> as a standard for the description of cultural objects; also under development are a SPARQL endpoint<sup>10</sup> and an interface for 3D models according to the IFC standard (ISO 16739:2013).<sup>11</sup>

## Illustrations

1–11 MonArch

## Annotations

- 1 [www.monarch.uni-passau.de/en/](http://www.monarch.uni-passau.de/en/) (15 February 2017).
- 2 Drewello, Rainer / Freitag, Burkhard / Schlieder, Christoph: New Tools for Ancient Ruins, in: DFG Magazine German Research, vol. 33, issue 1, 2011, pp. 24–28.
- 3 Stenzer, Alexander / Woller, Claudia / Freitag, Burkhard: Monarch: Digital Archives for Cultural Heritage, in: iiWAS 2011: Proceedings of the 13th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services, Ho Chi Minh City 2011, pp. 144–151.
- 4 [www.uni-bamberg.de/en/buchara-projekt/](http://www.uni-bamberg.de/en/buchara-projekt/) (15 February 2017).
- 5 Dodt, Michael / La Torre, Martino: Neue Untersuchungen und Restaurierungen an den Trierer Kaiserthermen, in: Bericht über die 48. Tagung für Ausgrabungswissenschaft und Bauforschung, Erfurt 2014, pp. 197–206.
- 6 [arch.rwth-aachen.de/cms/Architektur/Forschung/Verbundforschung/Cultural-Heritage/~cbjv/Pfalzenforschung-in-Aachen/?lidx=1](http://arch.rwth-aachen.de/cms/Architektur/Forschung/Verbundforschung/Cultural-Heritage/~cbjv/Pfalzenforschung-in-Aachen/?lidx=1) (15 February 2017).
- 7 [en.wikipedia.org/wiki/Integrated\\_Authority\\_File](http://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_Authority_File) (15 February 2017).
- 8 [www.w3.org/standards/semanticweb/data](http://www.w3.org/standards/semanticweb/data) (15 February 2017).
- 9 [www.cidoc-crm.org](http://www.cidoc-crm.org) (15 February 2017).
- 10 [www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/](http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/) (15 February 2017).
- 11 [www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-overview](http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-overview) (15 February 2017).

## Wohin mit all den Scans?

Über die dauerhafte Archivierung von 3D-Daten bedeutender Kulturgüter am Beispiel des Bamberger Kaisergrabs

MAX RAHRIG

### ZUSAMMENFASSUNG

Die 3D-Dokumentation von Kulturgütern hat sich in den letzten Jahren zu einer gängigen Methode entwickelt. Messgenauigkeit, Qualität und Güte der Datensätze wachsen dabei stetig, so dass diese 3D-Modelle inzwischen als eigenständiges und schützenswertes digitales Kulturerbe eingestuft werden müssen. Doch was genau passiert mit den Daten nach ihrer Anfertigung und Auswertung? Wie genau erfolgt die Bewahrung der 3D-Daten bedeutender Kulturgüter für kommende Generationen? Nationale und internationale Kulturportale haben sich diesem Problem angenommen und stellen ihre Daten online einer breiten Öffentlichkeit zur

Verfügung. Doch es stehen auch Museen, Sammlungen und Landesämter in der Pflicht das digitale Kulturerbe langfristig zu schützen und zu erhalten. Daher müssen Kopien der Datensätze in den Archiven der Einrichtungen dauerhaft aufbewahrt werden. Im Zuge der hochauflösenden, dreidimensionalen Dokumentation des Bamberger Kaisergrabs, einem herausragenden Meisterwerk mittelalterlicher Bildhauerkunst von Tilman Riemenschneider, wurden innerhalb der 3D-Arbeitsgruppe des Bayerischen Landesamts für Denkmalpflege (BLfD) einheitliche Datenformate und eine standardisierte Ablagestruktur definiert, mit deren Hilfe 3D-Daten auf langlebigen, gläsernen DVDs archiviert werden

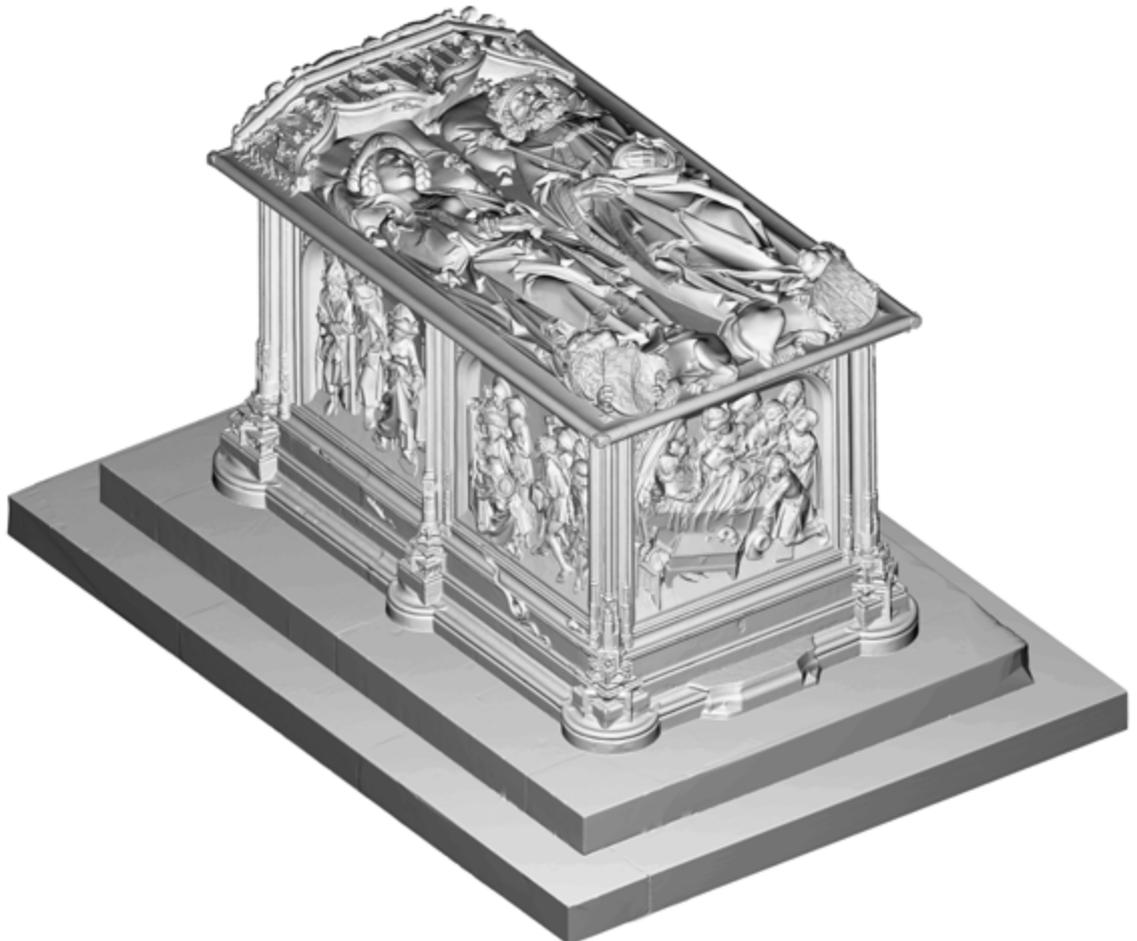


Abb. 1: 3D-Modell des Bamberger Kaisergrabs. Isometrische Darstellung



Abb. 2: „Heinrich auf dem Sterbebett“. Ansicht der regulär im Schatten liegenden Reliefplatte an der Ostseite des Kaisergrabs

sollen. Auf diese Weise sollen künftig 3D-Daten bedeutender Kulturgüter, wie beispielsweise die bereits bestehenden Datensätze des Bamberger Reiters, des Grabmals Papst Clemens II. aber auch neu erfasste Daten am BLfD archiviert werden. Eine kosten- und arbeitsintensive Datenpflege, wie sie gängige Speichermedien aufgrund ihrer stark limitierten Lebensdauer erfordern, soll so künftig deutlich reduziert werden.

### Einführung

Die Erstellung von 3D-Modellen bedeutender Kulturgüter hat sich zu einem allgemein gängigen Dokumentationswerkzeug entwickelt. Besonders in den letzten Jahren wurden immer mehr Low-Cost-Technologien und Open-Source-Softwarelösungen entwickelt, die es erlauben mit geringem Aufwand Objekte zu digitalisieren und die Daten zu bearbeiten.

In großen Forschungsprojekten wurden sogar ganze Scanstraßen entwickelt, mit denen Museums-sammlungen in kürzester Zeit – wortwörtlich – am Fließband erfasst werden können.<sup>1</sup> Die Gründe für eine dreidimensionale Erfassung differieren dabei

mitunter gewaltig; Neben wissenschaftlichen Fragestellungen, zu deren Klärung eine detaillierte Oberflächendokumentation benötigt wird, über die Erstellung von verzeichnungsfreien Orthofotos als Grundlage für Kartierungen jeglicher Art, bis hin zur web-fähigen Präsentation der Objekte auf den Internetseiten der Museen und Sammlungen. Die nahezu vollumfängliche Oberflächendokumentation eines Objektes durch sein digitales Abbild wird besonders bei gefährdeten Kulturgütern als großer Vorteil gesehen und dient ebenfalls häufig als Begründung für die Erstellung eines 3D-Modells. Einzelne Institutionen gehen sogar noch etwas weiter und lassen sich durch die immer besseren und höher auflösenden 3D-Dokumentationstechniken dazu verleiten den digitalen 3D-Datensatz als möglichen Ersatz für ein Original anzusehen:

„Bei einem Verlust des Originals sind durch die fotorealistischen 3D-Modelle noch Abbild und Form verfügbar und der Kontext nachhaltig begreifbar. Mithilfe dieser digitalen „3D-Konservierung“ bleiben Objekte für künftige Generationen erhalten.“<sup>2</sup>

Eine Aussage, die durchaus kritisch zu sehen ist. Vielmehr sollten die 3D-Modelle eher als eine digitale Erinnerung an das Original zum Zeitpunkt der Erfassung<sup>3</sup> oder als eigenständiges digitales Kulturerbe verstanden werden.

### 3D-Dokumentation des Bamberger Kaisergrabs

2016 erfolgte im Rahmen der Abschlussarbeit von Julia Trautwein<sup>4</sup> im Masterstudiengang Denkmalpflege der Universität Bamberg die dreidimensionale Dokumentation des Kaisergrabs im Dom zu Bamberg. Das Hochgrab (Abb. 1) des heiliggesprochenen Kaiserpaars Heinrich II. und Kunigunde

wurde zwischen 1499 und 1513 von Tilman Riemenschneider gefertigt. Es zeigt an den Seitenflächen der Tumba Bildreliefs mit Legendenszenen aus dem Leben sowie eine lebensgroße Darstellung des Kaiserpaars auf der Deckplatte.<sup>5</sup> Die Vermessung erfolgte auf Anregung der 3D-Arbeitsgruppe des Bayerischen Landesamts für Denkmalpflege<sup>6</sup> und des Erzbistums Bamberg. Die Kernfragestellung der Abschlussarbeit stellte der Vergleich verschiedener Scantechnologien dar, zudem sollte das Kaisergrab umfassend dokumentiert werden, um die 3D-Daten anschließend beispielsweise im Rahmen von Ausstellungen verwenden zu können.

Die handwerkliche und künstlerische Ausarbeitung der Oberflächen sind von herausragender Qualität.<sup>7</sup> Trotz der Relieftiefe von lediglich maximal 7,5 cm wird eine einmalige Tiefenwirkung und Plastizität der Bild Darstellungen erzielt. Das 2,48 x 1,54 x 1,59 m (LxBxH – ohne Sockel) messende Kaisergrab befindet sich heute in einer Nische am Ende des Mittelschiffs zwischen den Aufgängen zum Ostchor. Aufgrund seiner Lage, den Lichtverhältnissen und dem umlaufenden Gitter lassen sich viele Bereiche der Grablege nur schwer von den Besuchern betrachten, wodurch viele Details und die gestalterische Brillanz der Reliefs kaum zur Geltung kommen. Besonders die Szene „Heinrich auf dem Sterbebett“ (Abb. 2) auf der Ostseite der Tumba liegt dauerhaft im Schatten und geht in seiner Wirkung nahezu unter. Die Deckplatte ist für die überwiegende Mehrheit der Besucher nicht zu betrachten. Lediglich im Rahmen von Führungen wird Zugang auf den Ostchor gewährt, wodurch ein Blick auf die filigran gearbeiteten Figuren, den feingliedrigen Baldachin und den wappenschildhaltenden Löwen zu Füßen des Kaiserpaars ermöglicht wird (Abb. 3).

Sowohl für die Präsentation der Details für die Besucher aber auch für die Erstellung eines Plansatzes zur restauratorischen Dokumentation der Oberflächen war eine hochauflösende Vermessung mittels Detailscanner im Submillimeterbereich notwendig. Besonders aufgrund der spiegelnden und polierten Oberfläche der Deckplatte und den filigranen Hinterschneidungen im Bereich der Reliefplatten aus Alttertiär-Lithothamnienkalkstein (Algenknollenkalk)<sup>8</sup> fiel die Wahl auf ein Streifenlichtscansystem mit einer Auflösung von etwa 0,5 mm. Die mit einem Steinbichler Comet L3D erhobenen Daten wurden zusätzlich mit hochauflösenden Fotos fotorealistisch texturiert. Im Endergebnis liegt nun eine umfassende Dokumentation des Kai-



Abb. 3: Aufsicht auf die reich verzierte Deckplatte des Grabmals

sergrabes mit nahezu allen Oberflächendetails wie Bearbeitungsspuren, Fassungsresten und Vergoldungen (Abb. 4) vor.

Güte, Qualität und vielseitige Nutzbarkeit solcher Digitalisate machen verständlich, warum 3D-Modelle als eigenständiges digitales Kulturerbe definiert werden sollten. Dadurch entstehen aber auch Pflichten im Umgang mit den Daten, es gilt das digitale Erbe zu schützen und zu bewahren, wie es bereits 2003 in der „Charta zur Bewahrung des digitalen Kulturerbes“<sup>9</sup> von der UNESCO definiert wurde. Doch was genau passiert mit den 3D-Modellen nach ihrer Anfertigung und nach der Erstellung

von CAD-Plänen und Ansichten? Wie genau erfolgt die Bewahrung der 3D-Daten für kommende Generationen?

Bisher werden die Daten häufig auf DVDs, USB-Sticks oder Festplatten in frei gewählten Formaten gespeichert und den Forschungseinrichtungen, Museen, Sammlungen oder Landesämtern übergeben. Dort mangelt es mitunter an der notwendigen Ausstattung und Software zur Betrachtung der Daten und somit auch an Erfahrung im Umgang mit 3D-Modellen. Somit droht die Gefahr, dass die Datenträger in Schubladen lagern und in Vergessenheit geraten. Nach wenigen Jahren lassen sich diese



Abb. 4: Reliefplatte mit Darstellung des „Pflugsharwunders“. Fotorealistisch texturiertes 3D-Modell. Deutlich erkennbar sind die Goldapplikationen auf den Gewändern des Kaiserpaars.

Datenträger im schlimmsten Fall nicht mehr lesen, wodurch eine umfassende Dokumentation für kommende Generationen hinfällig wird: ‘Sadly, without careful planning, many of our digital efforts will not outlive the heritage they are meant to record and protect.’<sup>10</sup>

### **Online Kulturportale als digitale Archive**

In den letzten 10 bis 15 Jahren wurden verschiedene Lösungsansätze für eine Archivierung der 3D-Daten oder generell digitaler Daten historischer Objekte entwickelt. Im Kulturgutsektor handelt es sich hierbei besonders um webbasierte Kulturportale, wie etwa CyArk, Europeana oder Bavarikon.

CyArk wurde 2003 als Non-Profit-Organisation mit dem Ziel, Denkmäler durch 3D-Laserscanning zu dokumentieren und archivieren, gegründet. Die Archivierung der Objekte erfolgt auf einem zentralen Server in den USA.<sup>11</sup> Je nach Vorgabe des Eigentümers sind die Daten online frei oder auf Anfrage für Wissenschaft und Forschung zugänglich.<sup>12</sup>

2007 wurde im Rahmen der Initiative Digitale Bibliotheken eine europaweite digitale Bibliothek (Europeana) geschaffen. Sie hat das Ziel wissenschaftliches und kulturelles Erbe, wie Fotografien, Bücher, Karten, Filme und Museumsobjekte online verfügbar und so einem großen Kreis an Anwendern einfach und schnell zugänglich zu machen.<sup>13</sup> Seit Ende 2008 ist das Kulturportal online nutzbar.<sup>14</sup>

Bavarikon ist ein 2012 eingerichtetes Kulturportal zur webbasierten Präsentation bayerischer Kulturobjekte, welches an der Bayerischen Staatsbibliothek angesiedelt ist.<sup>15</sup> Die bereitgestellten Daten umfassen beispielsweise Fotos, Archivalien, Videos, Handschriften und 3D-Modelle sowie 3D-Rekonstruktionen.<sup>16</sup> Bis 2015 wurden bereits über 200.000 Objekte in das Kulturportal eingepflegt.<sup>17</sup>

### **Unabhängige Archivierung von 3D-Daten**

Die vorgestellten Kulturportale bieten großes Potenzial zum Erhalt, zur Verbreitung und Erstellung von digitalem Kulturgut. Besonders im Bereich der dreidimensionalen Dokumentation leisten diese drei Kulturportale einen großen Beitrag zum stetig wachsenden Datenpool bei: CyArk hat seinen Länder unabhängigen Schwerpunkt ausschließlich im Umgang mit 3D-Daten, für Europeana wurden zur Einbindung und gezielten Erstellung von 3D-Daten eigens EU-Forschungsprojekte realisiert,<sup>18</sup> Bavarikon bietet die 3D-Vermessung herausragender bayerischer Kulturobjekte als kostenlosen Service an.<sup>19</sup>

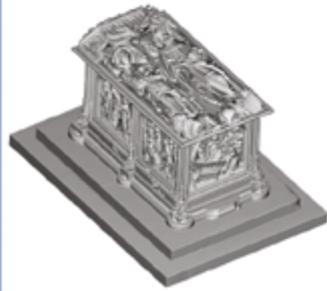
Neben der Verbreitung und Aufbewahrung der 3D-Daten in Kulturportalen sind aber auch die Museen, Sammlungen und Landesämter in der Pflicht eigenständige Archive zu betreiben und unabhängig von der Entwicklung und Förderung Dritter die Dokumentation unseres kulturellen und digitalen Erbes langfristig zu bewahren. Die Hauptanforderung an eine längerfristige Archivierung digitaler Daten lässt sich dabei wie folgt beschreiben: „Im Sinne der Langzeitarchivierung stellen Informationen den zu erhaltenden „Wert“ dar. Informationen, die durch digitale Objekte repräsentiert werden, sind bedroht durch Einbußen in ihrer Integrität, Authentizität und Vertraulichkeit sowie den gänzlichen Verlust der Verfügbarkeit und Nutzbarkeit.“<sup>20</sup>

Die Integrität steht dabei für die Unveränderbarkeit der Daten. Durch die Authentizität wird die Echtheit der Daten und die Nachweisbarkeit der Ersteller, Urheber oder Autoren beschrieben. Die Vertraulichkeit beschreibt den Schutz vor Datenmissbrauch seitens Dritter, wie beispielsweise eine unerlaubte Verwendung der Daten für wirtschaftliche Zwecke oder unlizenzierte Vervielfältigung und Vermarktung durch 3D-Druck. Die Verfügbarkeit steht für die Zugänglichkeit der digitalen Daten.<sup>21</sup>

Im Zuge der dreidimensionalen Dokumentation des Bamberger Kaisergrabs wurde innerhalb der 3D-Arbeitsgruppe des BLfD die Frage nach einer dauerhaften Archivierung des Datensatzes und seiner Ergebnisse diskutiert. Den Beteiligten war dabei von Anfang an wichtig hier keine Insellösung für diesen einen Datensatz zu erstellen, sondern vielmehr eine vielseitige, unabhängige und einfach nutzbare Lösung zu finden, um auch künftig 3D-Daten bedeutender Kulturgüter in einer einheitlichen Struktur zu archivieren. Großes Potenzial wird in einer standardisierten Ablagestruktur in Kombination mit der GlassMasterDisc (GMD) gesehen. Die GMD wird bereits erfolgreich im Archiv des BLfD genutzt, um den Bestand historischer Fotos und Negative digital zu archivieren.<sup>22</sup>

### **Die GlassMasterDisc (GMD)**

Bei der GlassMasterDisc (GMD) handelt es sich – vereinfacht beschrieben – um eine DVD aus Glas. Die zu speichernden Informationen werden hierbei als Vertiefungen in die Glasoberfläche der GMD eingearbeitet. Aufgrund der extrem reinen Rohstoffe bei der Herstellung der Gläser sind die Disks äußerst beständig gegenüber Feuchtigkeit, Temperatur und besonders gegenüber magneti-

Das Kaisergrab im Bamberger Dom		01.03.2017
hochauflösende 3D-Dokumentation der Oberflächen		Seite 1/2
<b>Auftraggeber:</b> <b>Erzbistum Bamberg</b> Dr. Norbert Jung Leiter der Hauptabteilung Kunst und Kultur Domplatz 5 96049 Bamberg Tel. Fax E-Mail:		<b>Auftragnehmer:</b> <b>Otto-Friedrich-Universität Bamberg</b> Prof. Dr. Rainer Drewello Prof. für Restaurierungswissenschaften Am Kranen 12 96047 Bamberg Tel. E-Mail:
<b>Objekt:</b> Objektart: Grabmal des Kaiserpaars Heinrich II und Kunigunde Material: Algenkollenkalkstein Größe: 3,46 x 2,48 x 1,95 m (inkl. Sockel, LxBxH)	<b>Verwendete Technik:</b> Gerät: Steinbichler Comet L3D, Messfeld 800 mm, Oberflächenauflösung 0,5 mm, Messverfahren: Structured-Light-Scanning (SLS)	
<b>Standort:</b> Dom zu Bamberg, Mittelschiff.	<b>Bearbeiter:</b> Datenaufnahme und Aufbereitung: Frau Julia Trautwein im Rahmen ihrer Masterarbeit an der Universität Bamberg. Technische Hilfestellung: Max Rahrig M.A. und Ruth Tenschert M.A.	
<b>Datum der Vermessung:</b> Juli – August 2016	<b>Zeitraum der Bearbeitung:</b> Juli – Oktober 2016	
<b>Datenformat der Rohdaten:</b> Steinbichler CDB-Format, Einzelscans exportiert als *.TXT	<b>Datenformat der finalen Daten:</b> *.STL (geschlossenes 3D-Oberflächenmodell, ohne Texturinformation)	
<b>Ziel der Maßnahme / Fragestellung an die Vermessung:</b> Vollumfängliche, dreidimensionale Dokumentation des Kaisergrabs im Rahmen der Masterarbeit „Archivfähige 3D-Modellierung komplexer Oberflächen am Beispiel des Kaisergrabs im Bamberger Dom“ von Julia Trautwein im Masterstudiengang Denkmalpflege an der Universität Bamberg, 2016.		
<b>Übersicht 01:</b> 	<b>Übersicht 02 oder Anmerkungen:</b> 	
3D-Modell des Kaisergrabs	Detailansicht der Seelenwägung	

Das Kaisergrab im Bamberger Dom		01.03.2017
hochauflösende 3D-Dokumentation der Oberflächen		Seite 2/2
<b>Ordnerstruktur und Inhalt des Datenträgers:</b>		
<b>Disk 1</b> <b>Report:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kaisergrab_3D-Report.pdf → Dieser Report</li> <li>Kaisergrab_10p.pdf → 3D-PDF mit dem Oberflächenmodell des Kaisergrabs in 10% Auflösung</li> </ul>		
<b>Rohdaten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>502 TXT-Dateien der Einzelscan (Typ: Punktwolken, Maßeinheit: Millimeter)</li> </ul>		
<b>Disk 2</b> <b>Report:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kaisergrab_3D-Report.pdf → Dieser Report</li> <li>Kaisergrab_10p.pdf → 3D-PDF mit dem Oberflächenmodell des Kaisergrabs in 10% Auflösung</li> </ul>		
<b>3D-Modelle:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kaisergrab_100p.stl → Flächenmodell des Kaisergrabs, Maßeinheit Meter, Oberflächenauflösung 100%</li> <li>Kaisergrab_010p.stl → Flächenmodell des Kaisergrabs, Maßeinheit Meter, Oberflächenauflösung 10%</li> </ul>		
<b>Orthofotos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kaisergrab_Aufsicht_M1-1.tiff → Orthofoto, Maßstab 1 zu 1, 300 DPI, Pixelmaß: 0,084 mm</li> <li>Kaisergrab_Links_M1-1.tiff → Orthofoto, Maßstab 1 zu 1, 300 DPI, Pixelmaß: 0,084 mm</li> <li>Kaisergrab_Rechts_M1-1.tiff → Orthofoto, Maßstab 1 zu 1, 300 DPI, Pixelmaß: 0,084 mm</li> <li>Kaisergrab_Vorne_M1-1.tiff → Orthofoto, Maßstab 1 zu 1, 300 DPI, Pixelmaß: 0,084 mm</li> <li>Kaisergrab_Hinten_M1-1.tiff → Orthofoto, Maßstab 1 zu 1, 300 DPI, Pixelmaß: 0,084 mm</li> </ul>		

Abb. 5: Report zur 3D-Dokumentation des Kaisergrabs im Dom zu Bamberg

scher oder kosmischer Strahlung, zudem haben sie eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer. Durch die hohe Beständigkeit entfällt eine aufwändige Datenpflege, wie sie bei weniger beständigen Datenträgern wie normalen DVDs, USB-Sticks, Magnetbändern oder Festplatten notwendig wäre. Die Daten müssen vom Hersteller (Syplex AG) in die Disk eingearbeitet werden. Nach der Erstellung sind die GMDs mit jedem DVD- oder Blu-ray-Laufwerk lesbar. Sollte das DVD-Format im Laufe der technologischen Entwicklung abgelöst werden, ist durch den öffentlich zugänglichen ECMA-Standard für optische Datenträger sichergestellt, dass auch künftig Lesegeräte zur Not einfach nachgebaut werden könnten.<sup>23</sup> Die Speicherkapazität der GMD liegt in der neuesten Ausführung bei 10 GB.<sup>24</sup> Besonders im Falle von 3D-Daten ist in der Regel mit sehr hohen Dateigrößen zu rechnen, wodurch die Kapazität sehr schnell erschöpft ist. Im Falle des Kaisergrabs wurden für die Archivierung zwei GMDs benötigt, eine für die Rohdaten und

eine für die bearbeiteten 3D-Modelle und fertigen CAD-Pläne.<sup>25</sup>

### Eine standardisierte Ablagestruktur

Die GMDs sollen nun auch genutzt werden, um die 3D-Daten bedeutender bayerischer Kulturschätze zu archivieren. Innerhalb der 3D-Arbeitsgruppe wurde daher eine einheitliche Ablagestruktur zur Archivierung der Daten erarbeitet. Hierbei war es wichtig, die Struktur möglichst übersichtlich und benutzerfreundlich zu halten, so dass sie auch von Dritten zur Vorbereitung der zu archivierenden Daten schnell angewendet werden kann. Neben der Ausarbeitung einer einheitlichen Ablagestruktur wurden zudem einheitliche Dateiformate festgelegt, die im Rückblick auf die letzten 10 bis 15 Jahre als beständig erachtet werden und aufgrund ihrer weiten Verbreitung von nahezu jeder gängigen 3D-Software lesbar sind.

Die Ablagestruktur basiert auf vier grundlegenden Säulen der Dokumentation: Einem Report als



Abb. 6: Relief der „Seelenwägung“: Unbearbeitete Rohdaten (links), gelb-grün sind Fehlstellen und Löcher dargestellt und nachbearbeitetes 3D-Oberflächenmodell (rechts) bei dem u.a. die Löcher geschlossen wurden

steckbriefartiger Kurzbeschreibung des Projektes, den Rohdaten, den Ergebnisdaten und einer bildbasierten Dokumentation der Objekte für eine schnelle Sichtung der Projekthalte.

### Der Report

Der Report soll alle grundlegenden Information für die zu archivierenden Datensätze enthalten. Hierzu wurde eine Vorlage erarbeitet, aus der die Kerninformationen<sup>26</sup> oder die bekannten fünf W-Fragen (wer, was, wann, für wen, wie) auf einen Blick ersichtlich sind (Abb. 5). So sollen neben dem Projekttitel und dem Datum der Erstellung des Datensatzes auf der ersten Seite zunächst die Kontaktdaten des Auftraggebers und des Auftragnehmers mit Anschrift, Logo, Ansprechpartner, Telefonnummer und E-Mailadresse angegeben werden. Darauf folgt eine kurze Objektbeschreibung, welche den Typ bzw. den Eigennamen des Objektes enthält, die Datierung (sofern bekannt), Größe sowie die Materialart des Objektes. Unterhalb der Kurzbeschreibung folgen Angaben über den Standort und ggf. die Inventarnummer.

Neben den objektspezifischen Informationen sind auch Angaben zu der verwendeten Dokumentationstechnik mit genauer Typenbezeichnung, die Namen der Bearbeiter während der Datenaufnahme und der Nachbearbeitung, sowie das Datum der Vermessung und der Zeitraum der Nachbearbeitung anzugeben. Ferner sind die Dateiformate der Rohdaten und der finalen Daten anzugeben.

Informationen über den Grund der Datenaufnahme mit Fragestellung und geplanten Anforderungen an das 3D-Modell sind ebenfalls essentiell, da sich aus diesen Informationen die Qualität und Verwendbarkeit für weitere Arbeiten entnehmen lässt. So sind Datensätze, die rein für eine Web-Präsentation erstellt wurden, in der Regel nur bedingt für eine Schadenskartierung oder ein 3D-Monitoring nutzbar. Für die Web-Präsentation sollen die Modelle möglichst geringe Dateigrößen aufweisen, wodurch die Geometrie und z.T. auch Farbinformation stark reduziert sind. Für ein 3D-Monitoring sind diese finalen Daten daher kaum verwendbar, so dass ggf. eine erneute Verarbeitung basierend auf den Rohdaten erfolgen müsste. Andererseits ließen sich 3D-Drucke, für eine museale Präsentation, aus den webgeeigneten Datensätzen vermutlich ohne weitere Bearbeitung erstellen.

Die erste Seite des Reports sollte zudem neben der textbasierten Beschreibung des Projektes auch ein bis zwei aussagekräftige Abbildungen der Daten enthalten. Auf der zweiten und möglichen folgenden Seiten können ggf. zusätzliche Abbildungen folgen, zudem soll hier die Ordnerstruktur der GMD mit allen abgelegten Dateien, mit Angabe des Dateiformats und einer kurzen Beschreibung folgen (Abb. 5). Die Kurzbeschreibung der einzelnen Dateien soll dabei Angaben zum Bearbeitungsstand (Rohdaten/aufbereitete Daten), der Oberflächenauflösung, mögl. Farbinformationen etc. enthalten.

Im Bereich der bildbasierten Dokumentation sind zudem die DPI und bei verzeichnungsfreien Abbildungen (Orthofotos) das Pixelmaß in Millimetern anzugeben. Der Report soll im Dateiformat PDF/A auf der GMD gespeichert sein: Zusätzlich wird dem Datenträger ein Ausdruck auf säurefreiem, beständigem Papier beigelegt, so dass auch ohne Auslesen des Datenträgers der zu erwartende Inhalt schnell gesichtet werden kann.

### Einheitliche Dateiformate für 3D-Daten

Bedingt durch die jeweilige Messtechnik lassen sich, wie am Beispiel des Bamberger Kaisergrabes zu sehen ist (Abb. 6), nicht alle Bereiche eines Objektes lückenlos mittels 3D-Scanning erfassen. Im Rahmen der Nachbearbeitung und Aufbereitung der 3D-Modelle werden die Daten, je nach Fragestellung, immer in einer gewissen Weise verändert, manipuliert oder interpretiert. So werden die Einzelscans während der Triangulation, also dem Überführen von einer Punktwolke aus Einzelscans in ein zusammenhängendes Oberflächenmodell, bereits gefiltert und verändert. Hier werden beispielsweise scanner-spezifische Messfehler, so genanntes Rauschen oder durch die Überlagerung vieler Einzelscans entstandene redundante Daten, also mehrfach vorliegende, identische Punkte, ausgeglichen oder herausgefiltert. In der anschließenden Weiterverarbeitung werden dann Fehlstellen interpoliert oder die Daten in ihrer Auflösung reduziert, um webfähige Dateigrößen zu erhalten oder sie einfacher im 3D-Drucker verarbeiten zu lassen. Daher ist es wichtig auf den GMDs sowohl die Ergebnisse als auch die Rohdaten der 3D-Vermessung zu archivieren, um eine möglichst umfassende Nutzbarkeit zu gewährleisten.

Da jeder Hersteller und jede weiterführende Bearbeitungssoftware ihre eigenen Dateiformate verwendet, diese häufig nicht zwischen verschiedenen Programmen beliebig ausgetauscht werden können und womöglich bereits nach kurzer Zeit bspw. durch ein Softwareupdate oder einer Insolvenz des Herstellers nicht mehr unterstützt werden und lesbar sind, müssen für die Archivierung Datenformate gewählt werden, die hard- und softwareunabhängig verarbeitet werden können. Zudem sollten diese Datenformate unabhängig derzeit verwendeter Programmiersprachen gewählt werden. Für die Auswahl der vorgeschlagenen einheitlichen Formate wurden daher rein textbasierte Dateiformate ge-

sucht. Diese lassen sich durch einfache Texteditoren öffnen, wodurch sich der Dateninhalt auch bei einem Wegfallen der Software durch Informatiker rekonstruieren ließe.

Für die Archivierung der Rohdaten in Form von Einzelscans und Punktwolken haben sich die Formate \*.txt, \*.xyz und \*.las als dienlich erwiesen. Die beiden erstgenannten Formate enthalten für jeden gemessenen Punkt eine Zeile mit Angabe der drei Raumkoordinaten (X-, Y-, und Z-Achse) sowie ggf. Farbwerte in RGB oder die Intensität der Laserreflektion als Grauwert. Das \*.las-Format wurde von der ASPRS – The Imaging and Geospatial Information Society – als Standardformat für Laserscan- und LIDAR-Daten definiert, wodurch eine langfristige Nutzbarkeit gewährleistet sein soll. Das Format ist zwar nicht rein textbasiert, ein Vorteil liegt jedoch beispielsweise in einem deutlich geringeren Speicherplatzbedarf.<sup>27</sup>

Die zu Oberflächenmodellen aufbereiteten Daten sollten in den Formaten \*.stl, \*.obj oder \*.wrl archiviert werden. Das \*.stl-Format wurde Ende der 80er Jahre von 3D-Systems entwickelt und ist seither die gängigste Schnittstelle zum Austausch von 3D-Oberflächenmodellen.<sup>28</sup> Der entscheidende Nachteil liegt darin, dass das Format keine Farbinformationen verarbeiten kann, also lediglich die reine Oberflächengeometrie enthält. Sofern der zu archivierende Datensatz Textur-/Farbinformationen enthält, muss daher auf die beiden anderen Formate zurückgegriffen werden. Sowohl das \*.obj-, wie auch das \*.wrl-Format (oder auch VRML-Format genannt) sind textbasiert und zählen zu den Standardformaten im Umgang mit 3D-Modellen.<sup>29</sup> Das VRML-Format ist zudem ISO/ICE zertifiziert und war als Standard für webbasierte Präsentation von 3D-Modellen vorgesehen.<sup>30</sup> Beide Formate können die Farbinformation direkt innerhalb der Datei als Vertexcolor enthalten, bei höher aufgelösten Texturen empfiehlt sich ein Texturemap, bei dem die Farbinformation in einem oder mehreren separaten TIFFs oder JPEGs bereitgestellt wird.

Für eine einfache Betrachtung der archivierten 3D-Daten wird zudem ein 3D-PDF der Daten auf der GMD hinterlegt. Dieses erlaubt ein schnelles Sichten der Daten ohne eine spezielle 3D-Software zu benötigen. Die im PDF enthaltenden 3D-Modelle sind jedoch, systembedingt, in ihrer Auflösung drastisch reduziert.

## Ausblick

Durch Verwendung der GMD ist die Integrität der Daten gewährleistet, da die Daten unveränderlich in die Oberfläche der Disk eingearbeitet sind. Die hohe Beständigkeit trägt zur Verfügbarkeit und Nutzbarkeit der digitalen Daten bei. Durch die Archivierung der Disks im Tresor des Archivs des BLfD ist die Vertraulichkeit und damit ein Schutz vor Datenmissbrauch gesichert. Der Report beinhaltet alle erforderlichen Metadaten und damit die Informationen zur Sicherung der Authentizität. Durch die Wahl offener und weit verbreiteter Dateiformate wie \*.txt, \*.las, \*.stl, \*.obj und VRML (\*.wrl) ist die Verfügbarkeit und Lesbarkeit der Daten zumindest vorerst gesichert. Jedoch muss die Veränderung und Entwicklung der Dateiformate regelmäßig verfolgt

werden. Da die GlassMasterDisc ein sehr junges Produkt ist, muss auch hier die tatsächliche Beständigkeit und Langlebigkeit in den kommenden Jahren zumindest stichprobenartig überprüft werden. Zudem ist das auf 10 GB limitierte Datenvolumen vorerst ein ungelöstes Problem für die Archivierung großer Datensätze. Das Problem der Archivierung von 3D-Daten bedeutender Kulturgüter scheint dennoch, mit den offenen Dateiformaten und den Möglichkeiten der GMD, einen guten und wichtigen Schritt weitergekommen zu sein. Neben der Archivierung des Bamberger Kaisergrabs sollen künftig auch Datensätze bereits erfasster bayerischer Kulturgüter wie beispielsweise dem Bamberger Reiter, dem Grabmal Papst Clemens II. aber auch neu zu erfassende Objekte archiviert werden.

## Danksagung

Besonderer Dank gilt Frau Julia Trautwein für die Erfassung und Bearbeitung der 3D-Daten im Rahmen ihrer Abschlussarbeit (Archivierungsfähige 3D-Modellierung komplexer Oberflächen am Beispiel des Kaisergrabs im Bamberger Dom. Unveröffentlichte Masterarbeit am Masterstudiengang Denkmalpflege, Universität Bamberg 2016) sowie der Bamberger Dombauhütte für ihre Unterstützung bei der Digitalisierung des Kaisergrabs. Besonders zu erwähnen sind die Kollegen von der 3D-Arbeitsgruppe aufgrund der intensiven Zusammenarbeit im Zuge der Defini-

tion geeigneter Datenformate, hier besonders Herrn Dr. Martin Mach, Leiter der 3D-Arbeitsgruppe und Herrn Dr. Markus Hundemer, der die Diskussion bzgl. der Archivierung von 3D-Daten überhaupt erst angeregt und uns die GMD als mögliche Lösung präsentiert hat. Herrn Dr. Norbert Jung vom Erzbistum Bamberg und Herrn Generalkonservator Prof. Mathias Pfeil vom BLfD sei an dieser Stelle ebenfalls ausdrücklich gedankt für ihre freundliche Unterstützung und Genehmigung für die Verwendung von Bildmaterial zum Bamberger Kaisergrab.

## Abbildungsnachweis

1–6 Max Rahrig

## Anmerkungen

- 1 Fuhrmann, Constanze / Santos, Pedro / Fellner, Dieter: Cultlab3D: Ein mobiles 3D-Scanning Szenario für Museen und Galerien, in: EVA Berlin 2014, Elektronische Medien & Kunst, Kultur und Historie, hg. v. Bienert, Andreas / Hemsley, James / Santos, Pedro, Darmstadt/Berlin, 2014, S. 106–109.
- 2 Fuhrmann, Constanze / Santos, Pedro / Fellner, Dieter: 3D-Massendigitalisierung – ein Meilenstein für die museale Nutzung, in: Museumskunde, Bd. 80, H. 1, 2015, S. 58–61.
- 3 Analog zu der Aussage von Prof. Dr. Andreas Georgopoulos (NTUA, Athen, Griechenland und Präsident des ICOMOS Scientific Committee on Heritage Documentation (CIPA): „[...] 3D Archives just preserve a memory [...]“ im Rahmen der Panel Session „3D-Mass Digitization – Future Trends, Challenges and Opportunities“ am 02.03.2017 bei der „3D ARCH – 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures“ 01.–03.03.2017, Nafplio, Griechenland.

- 4 Trautwein, Julia: Archivfähige 3D-Modellierung komplexer Oberflächen am Beispiel des Kaisergrabs im Bamberger Dom, unpublizierte Abschlussarbeit im Masterstudiengang Denkmalpflege an der Universität Bamberg, 2016.
- 5 Diemer, Dorothea: Kaisertumba, in: hg. v. Exner, Mathias: Die Kunstdenkmäler von Bayern, Regierungsbezirk Oberfranken, IV, Die Kunstdenkmäler von Oberfranken, Stadt Bamberg, Domberg, 1. Das Domstift, Teil 2: Ausstattung, Kapitelsbauten, Domschatz, Bd. IV, Stadt Bamberg Bd. 2.1/2, 2015, S. 1224 – 1251.
- 6 Die 3D-Arbeitsgruppe am Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege wurde 2013 gegründet, ihre Mitglieder sind: Leiter der Arbeitsgruppe Dr. Martin Mach (BLFD), Dr. Markus Hundemer (BLFD), Dipl. Rest. Jens Wagner (BLFD), Prof. Jörg Maxzin (TH Deggendorf), Prof. Rainer Drewello (Universität Bamberg) und Max Rahrig M.A. (Universität Bamberg).
- 7 Vgl. Diemer, Dorothea 2015 (wie Anm. 5), S. 1232.
- 8 Laut Angabe in: Diemer, Dorothea 2015 (wie Anm. 5), S. 1232.
- 9 UNESCO: Charta zur Bewahrung des digitalen Kulturerbes, Inoffizielle deutsche Arbeitsübersetzung der UNESCO-Kommissionen Deutschlands, Luxemburgs, Österreichs und der Schweiz, 2003, [www.unesco.de/infoteh/dokumente/unesco-erklarungen/charta-zur-bewahrung-des-digitalen-kulturerbes.html](http://www.unesco.de/infoteh/dokumente/unesco-erklarungen/charta-zur-bewahrung-des-digitalen-kulturerbes.html) (19.03.2017).
- 10 Addison, Alonzo: The Vanishing Virtual. Safeguarding heritage's endangered digital record, in: New Heritage. New media and cultural heritage, hg. v. Kalay, Yehuda / Kvan, Thomas / Affleck, Janice, London, New York, 2008, S. 27–39.
- 11 Kacyra, Ben: CyArk 500 – 3D Documentation of 500 Important Cultural Heritage Sites, in: Photogrammetric Week '09, hg. v. Fritsch, Dieter, Heidelberg, 2009, S. 315–320.
- 12 [www.cyark.org/data-use-policy](http://www.cyark.org/data-use-policy) (15.03.2017).
- 13 Vgl. Woldering, Britta: Europeana: Die Europäische Digitale Bibliothek – Entwicklungen und Perspektiven, in: Zeitschrift für Bibliothekswesen und Bibliographie (ZfBB), Bd. 55, 2008, S. 33 und Scholz, Henning: Europeana – Digitale Dienstleistungs-Infrastruktur für Europas Kulturerbe, in: Handbuch Kulturportale, hg. v. Euler, Ellen / Hagedorn-Saupe, Monika / Maier, Gerald / Schweibenz, Werner / Sieglerschmidt, Jörn, Berlin / Boston 2015, S. 125–132.
- 14 Europeana, Die digitale Bibliothek Europas, ist online, in: ZfBB, Bd. 56, 2009, S. 44.
- 15 Ceynowa, Klaus/ Kellner, Stephan: Das bayerische Kulturportal bavarikon – digital, vernetzt, spartenübergreifend, in: Bibliotheksmagazin, H. 1, 2014, S. 8–14.
- 16 Ceynowa, Klaus / Sepp, Florian: Das Landesportal bavarikon in kulturpolitischer Perspektive, in: Bibliotheksmagazin, H. 2, 2016, S. 13–16.
- 17 Ceynowa, Klaus / Kellner, Stephan: Das bayerische Kulturportal bavarikon – digital, vernetzt, spartenübergreifend, in: Handbuch Kulturportale, hg. v. Euler, Ellen / Hagedorn-Saupe, Monika / Maier, Gerald / Schweibenz, Werner / Sieglerschmidt, Jörn, Berlin / Boston 2015, S. 292–300.
- 18 D'Andrea, Andrea: Providing 3D Content to Europeana, in: CAA2015. Keep the Revolution going. Proceedings of the 43rd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, hg. v. Campana, Stefano / Scopigno, Roberto / Carpentiero, Gabriella / Cirillo, Marianna, Oxford, 2016, S. 269–274, Gonizzi Barsanti, S. and Guidi, G.: 3D Digitization of Museum Content within the 3DICONs Project, in: ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., II-5/W1, 2013, S. 151–156, doi:10.5194/isprsannals-II-5-W1-151-2013.
- 19 Ceynowa, Klaus / Kellner, Stephan / Sepp, Florian: Bavarikon – Eine digitale Plattform auch für Museen, in: Museum Heute, H. 48, 2015, S. 52–56 und Horn, Felix: Die 3D-Digitalisierung im Kulturportal bavarikon, in: Museum Heute, H. 50, 2016, S. 80–83.
- 20 Nestor-Handbuch. Eine kleine Enzyklopädie der digitalen Langzeitarchivierung. Version 2.3, hg. v. Neuroth, H. / Oßwald, A. / Scheffel, R. / Strathmann, S. / Huth, K., 2010, S. 94, <http://nestor.sub.uni-goettingen.de/handbuch/> (27.03.2017).
- 21 Vgl. Nestor-Handbuch 2010 (wie Anm. 20), S. 94.
- 22 Vgl. Hundemer, Markus im Interview mit Eberling, Friederike / Gleiss, Julia: Digitale Dokumentation. Gegen digitales Vergessen, in: Restauro, H. 8, 2015, S. 28–30.
- 23 Sommermeyer, Christian: Innovative Langzeitarchivierung mit der Glassmasterdisc, in: EVA Berlin 2014, Elektronische Medien & Kunst, Kultur und Historie, hg. v. Bienert, Andreas / Hemsley, James / Santos, Pedro, Darmstadt/Berlin, 2014, S. 209–210.
- 24 Vgl. [www.syylex.com](http://www.syylex.com) (20.03.2017).
- 25 Mit Ausblick auf die Speicherkapazitäten heutiger Blu-ray-Discs von über 100 GB ist bei fortschreitender Entwicklung zu erwarten, dass es auch bei der GMD nicht allzu lange dauern wird, bis Speicherkapazitäten in dieser Größe erreicht werden können.
- 26 Vgl. Addison, Alonzo 2008 (wie Anm. 5), S. 39.
- 27 Vgl. ASPRS: LASer (LAS) File Format Exchange Activities, [www.asprs.org/committee-general/laser-las-file-format-exchange-activities.html](http://www.asprs.org/committee-general/laser-las-file-format-exchange-activities.html) (27.03.2017).
- 28 Vgl. [www.3dsystems.com/quickparts/learning-center/what-is-stl-file](http://www.3dsystems.com/quickparts/learning-center/what-is-stl-file) (27.03.2017).
- 29 Vgl. für das \*.obj-Format: <http://www.fileformat.info/format/wavefrontobj/egff.htm> und für das \*.wrl-Format: [www.web3d.org/standards](http://www.web3d.org/standards) (beide 27.03.2017).
- 30 Das \*.wrl-Format wurde inzwischen offiziell vom \*.x3D-Format abgelöst. Erfahrungsgemäß ist dieses Format jedoch nach wie vor nicht von allen Programmen lesbar, weshalb am alten Standard festgehalten wird.

# Digitization and Preservation of Cultural Heritage Information – A Nordic focus

CHRISTIAN-EMIL SMITH ORE

---

## DEUTSCHSPRACHIGE ZUSAMMENFASSUNG

### Digitalisierung und Konservierung von Informationen zum kulturellen Erbe – Ein nordischer Fokus

Der Beitrag bietet einen Überblick über den bisherigen Fortschritt bei der Digitalisierung des kulturellen Erbes sowie über den Status der digitalen Informationsbestände zum kulturellen Erbe in den drei nordischen Ländern Dänemark, Norwegen und Schweden. Dabei liegen kulturhistorische Museen, archäologische Stätten und Baudenkmäler im Zentrum des Fokus.

Das materielle Kulturerbe sowie das Wissen über dieses Erbe werden zur Zeit sowohl von absichtlicher Zerstörung als auch von Vernachlässigung, vor allem aber vom ständigen Entwicklungsdruck in Städten und ländlichen Gebieten bedroht. Deswegen ist es wichtig, bereits jetzt so viel Dokumentationsarbeit wie möglich durchzuführen und möglichst dafür zu sorgen, dass den Stätten, Baudenkmalen und Befunden ein ausreichender Rechtsschutz gewährt wird. Dänemark und Schweden weisen eine Tradition des Rechtsschutzes für kulturelles Erbe auf, die bis ins 17. Jahrhundert zurückreicht. In Norwegen hingegen wurde erst 1905 das früheste Gesetz zum Schutz des materiellen Kulturerbes vom Parlament verabschiedet. Die aktuelle Gesetzgebung ist in allen drei Ländern sehr ähnlich.

In Dänemark und Schweden ist der Staatssektor zentralisierter als dieses in Norwegen der Fall ist. Das Informationssystem zur Verwaltung des Kulturerbes in Dänemark zeigt das größte Maß an Zentralisierung auf. Das dänische SARA-System könnte als Vorbild für Norwegen und Schweden dienen, allerdings dürfte es nicht in der Lage sein, das Problem des ‘Verschwindens’ von Informationen in modernen administrativen Archivierungssystemen zu lösen. Dies ist ein kompliziertes Problem, das grundsätzliche Änderungen im Archivierungsverfahren erfordert. Paradoxe Weise erfordert die zunehmende Dezentralisierung der Erbeverwaltung

das Eingreifen ‘irgend’ einer zentralen Behörde, die die Informationssysteme harmonisieren kann. Wenn das Ziel einer sinnvollen Integration von digitalen Daten erreicht werden soll, muss die Verlinkbarkeit von Daten mittels des ‘semantischen Klebstoffs’ gemeinsamer Ontologien gewährleistet werden. Digitale Daten gehen leicht verloren, dieses zeigen bisherige Erfahrungen mit der digitalen Ausgrabung deutlich. Das allgemeine Problem, Daten verlinkbar zu machen, besteht nicht nur innerhalb von Institutionen, sondern auch zwischen ihnen und trifft auch den Austausch auf dem nationalen Niveau Skandinaviens.

Die Geschichte dieser Länder stellt einen weiteren Faktor dar. Die Narrative der Nationsbildung in Norwegen basiert zum Teil auf dem Verständnis der Zwangsunion dieses Landes mit Dänemark als einem dunklen Kapitel in der Vergangenheit, welches 400 Jahre dauerte. Für Norwegen (wie auch für Island) ist die Wiedererlangung mittelalterlicher Handschriften und anderen historischen Objekten von Dänemark und Schweden ein wichtiger Aspekt der (Wieder-)herstellung der modernen Nation. Dem Ende des Preußisch-Dänischen Krieges 1864 folgte eine kurze Periode eines aktiven und ausgeprägten Skandinavismus, allerdings konnte die Bewegung sich nicht langfristig durchsetzen. Diese Faktoren könnten der Grund dafür sein, dass es leider keine gemeinsamen Webseiten oder verlinkten Datenbanken für das eng verwobene Kulturerbe der nordischen Länder gibt. Das Potenzial ist unbeschadet dessen groß.

## SUMMARY

The paper gives an overview of the digitization of cultural heritage and the current status of digital cultural heritage information in the three Nordic countries of Denmark, Norway and Sweden. Cultural heritage is a very broad term which includes libraries and archives. The main focus is on cultural history museums and archaeological sites and monuments.

Physical cultural heritage and the available knowledge about it is under threat from deliberate destruction and general neglect, but above all from the pressure of constant development of lands and cities. Thus it is important to do proper documentation while this is still possible and to ensure that sites, monuments and finds have sufficient legal protection. In Denmark and Sweden, cultural heritage legislation has a tradition going back to the 17<sup>th</sup> century. In Norway the first law protecting tangible cultural heritage was passed by parliament in 1905. The current legislation is quite similar in all three countries.

Denmark and Sweden have a more centralized public sector than does Norway. Denmark has the most centralized information system for dealing with cultural heritage. Its new SARA system could serve as a model for Norway and Sweden, but SARA may not solve the problem of cultural heritage information ‘disappearing’ in modern administrative archival systems. This is a complex problem that calls for changes in archival procedures. Paradoxically, the increasing decentralization of the administration of cultural heritage requires that information systems be harmonized by some central authority. To achieve a meaningful integration of digital data, it is necessary to make the data linkable by using common ontologies as “semantic glue”. Digital data can easily be lost, as the history of digital excavation demonstrates. There is a general problem of

making data linkable both within institutions and between institutions, as well as across the countries of Scandinavia.

The history of those countries is a factor. Norway’s narrative of nation-building was in part founded on the conception of its union with Denmark as a dark period lasting 400 years. For Norway (as for Iceland), it has been important to recover medieval manuscripts and other historical objects from Denmark and Sweden as a part of the (re)building of the modern nation. After the Prussian-Danish war of 1864 there was a short period of active Scandinavism, but it did not really take hold. These factors may be the reason why there are, unfortunately, no common websites or linked databases for the intertwined cultural heritage of the Nordic countries. The potential, however, is great.

### Introduction

The main focus of the conference “Das Digitale und die Denkmalpflege” was the increasing digitization in all domains of cultural heritage preservation work and the question how this is changing our handling and our understanding of monuments. I was asked to give an overview of developments in Scandinavia and present the Scandinavian perspective. Thus I have concentrated on the three Nordic countries of Denmark, Norway and Sweden, and have left out Finland and Iceland. Cultural heritage is a very broad term which includes libraries and



Fig. 1: Stedje stave church in 1862, 5 years before it was demolished, drawing by Hermann Schirmer

archives; however, the main focus in this paper will be cultural history museums and archaeological sites and monuments. I have worked with digitization and information systems for cultural heritage documentation in Norway since 1990 and I am most familiar with the Norwegian situation. As far as possible I have tried to give equal attention to all three countries.

### **Cultural heritage and cultural information**

The German term ‘Denkmal’ corresponds to the Norwegian term ‘minnesmerke’ (memorial), or ‘fortidsminnesmerke/fornminne’ when used to denote Medieval structures or prehistoric sites and monuments. The term ‘fortidsminne/fornminne’ can also refer to finds and artefacts. There are slightly different spellings of these terms in the three Scandinavian languages. Today the term ‘kulturminne’ (literally ‘cultural memorial’) is used in legislation on sites, monuments and museum objects – that is, on most of what constitutes ‘tangible cultural heritage’ in the definition of cultural heritage given by UNESCO<sup>1</sup>:

Tangible cultural heritage:

- 1) movable cultural heritage (paintings, sculptures, coins, manuscripts);
- 2) immovable cultural heritage (monuments, archaeological sites, and so on);
- 3) underwater cultural heritage (shipwrecks, underwater ruins and cities);
- 4) Intangible cultural heritage: oral traditions, performing arts, rituals.

It should be noted that UNESCO’s definition of cultural heritage is operational in nature and says nothing about the cultural value of the heritage. To this extent it differs from the term as it was used in the 19<sup>th</sup> and in the early 20<sup>th</sup> centuries, when ‘cultural heritage’ in many cases denoted that which was worthy of being preserved. On Wikipedia we still find a value-oriented definition of cultural heritage: “Cultural heritage is the legacy of physical science artifacts and intangible attributes of a group or society that are inherited from past generations, maintained in the present and bestowed for the benefit of future generations.”<sup>2</sup>

Unfortunately, tangible cultural heritage in the sense defined by UNESCO is often neglected, selectively maintained or actively destroyed, and is therefore not handed on to future generations. One reason for this can be a clear will to destroy evidence of past cultures that does not fit the ideology of the

current power in an area. Examples of this are legion in the history of human civilization. A common and more prosaic reason for the destruction of (tangible) cultural heritage is ignorance or a not unreasonable wish to get rid of the old in order to develop new and efficient agriculture, cities and other infrastructures. This is a process that has been accelerating for 200 years and cannot be stopped. This fact makes it even more important to document existing sites and monuments, to preserve finds and other artefacts, and to secure both old and new documentation and disseminate this information to the public. For it is not only tangible heritage that is at risk: there are recent examples of the intentional and pointed destruction of cultural-historical documentation, for example the bombing of the National Library in Sarajevo 25 years ago. If it is not possible to protect the physical sites and monuments, we need to generate and protect information about them before they are destroyed. Digitization may be a help if the digital information is distributed and kept in many separate places in the world.

### **Early cultural heritage preservation in Denmark, Norway and Sweden**

Seen from abroad, the Scandinavian countries of Denmark, Norway and Sweden are often considered to be a peaceful, homogeneous outlier of Europe. The three countries have a very entangled history, closely related cultures and mutually understandable languages. A closer look at their history will reveal, however, a typical European history involving rivalry and armed conflict. Denmark and Sweden were competing great European powers in the 17<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> centuries, and fought each other until the end of the Napoleonic Wars.

Beginning in the late 16<sup>th</sup> century, the curiosity cabinets or ‘Kunstkammer’ became popular, both as study collections for wealthy scholars and as showcases in which nobles and kings could display their power, wealth and cultural importance. In Denmark, an early example is the famous curiosity cabinet established in the early 17<sup>th</sup> century by the learned and wealthy man Ole Worms (1588-1654). In both Denmark and Sweden, royal collections were established in the first half of the 17<sup>th</sup> century.

As early as 1630 the Swedish king appointed Johannes Bureus to the post of “National Antiquarian” (Riksantikvarie)<sup>3</sup>. Bureus was a distinguished scholar of runic inscriptions. In 1666 one of his successors, Johan Hadorph, wrote the first royal decree for

the protection of sites and monuments. The office of the National Antiquarian gradually developed into the current Swedish National Heritage Board (Riksantikvarieämbetet). In the 17<sup>th</sup> century the Riksantikvarie became the secretary of the Royal Swedish Academy of Letters, History and Antiquities (Kungl. Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien)<sup>4</sup>. In the mid-19<sup>th</sup> century the Riksantikvarie established the National Historical Museum (Statens historiska Museum)<sup>5</sup>, with responsibility for archaeological finds and church furnishings – a task still carried out by its successor institution, the National Historical Museums. The close ties of the heritage authorities to the Royal Swedish Academy and the National Historical Museums have been loosened over the past 50 years. The Swedish National Heritage Board has gradually been transformed into a purely governmental administrative body. Archaeological excavation activity has been transferred to the National Historical Museums.

In 1650 the Royal Danish Kunstskammer<sup>6</sup> was established. The Wormeian collection became a part of this royal collection after the death of Ole Worms in 1654. The institution existed until 1825, when the collections were split up and given to more specialized museums. One part of the collection became the current National Museum (Nationalmuseet)<sup>7</sup>; its director had until 2002 a function similar to the Swedish Riksantikvarie. Like its Swedish counterpart, the Danish National Museum also had national responsibility for regional museums and archaeological finds, as well as for the collections of information about them. This cultural heritage administration was gradually reorganized from 1986 to 2002, when the Cultural Heritage Agency (Kulturarvstyrelsen) was established, which later (2016) became a part of the Agency for Palaces and Culture (Slots og Kulturstyrelsen)<sup>8</sup>. The latter has an overarching responsibility for palaces, sites and monuments, museums, protected buildings, art, and libraries.

Norway has a quite different history. In 1397 the Kalmar Union consisting of Denmark, Norway and Sweden was established, but was finally broken by Sweden in 1522. Norway became a de facto part of Denmark from the Lutheran reformation in 1537 until the signing of the Kiel Peace Treaty between Denmark and Sweden in 1814. The original intention of the treaty was to hand the territory of Norway over to Sweden. For unknown reasons, however, the Swedish crown prince and former French

general Jean-Baptiste Bernadotte intervened and insisted that Norway should be considered a separate kingdom in a personal union with Sweden under his leadership. Somewhat surprisingly, the very liberal Norwegian constitution stemming from the short period of Norwegian independence in 1814 was accepted by Bernadotte.

In 1814 Norway was a very poor country with no royal collections and with no aristocracy to pursue an interest in collecting. The merchants and the independent farmers were strong, and there was clear opposition to the notion of a powerful capital with central cultural institutions.

To the extent that antiquities in Norway were taken care of by the government before 1814, they were sent to the capital, Copenhagen. There were a few small private collections and in addition the limited collections of the Royal Norwegian Society of Sciences and Letters, which had been established in Trondheim in 1760. Protection for sites, monuments and finds was not mentioned in Norwegian legislation until 1905. Norway has never had a central museum such as those in Sweden and Denmark. In Norway there are five museums responsible for excavations and finds: those established in Trondheim in 1775 (connected to the Royal Norwegian Society), in Oslo in 1811/1829 (as part of the new university), in Bergen in 1825, in Tromsø in 1872, and in Stavanger in 1877. The museums of Bergen, Trondheim and Tromsø formed the nucleus of the universities founded in the 20<sup>th</sup> century. At the end of the 19<sup>th</sup> century, the five museums became responsible for archaeological surveys and excavations in their respective parts of Norway. In addition there are two maritime museums in Oslo and Bergen, which are responsible for marine archaeology in their regions.

From its establishment in 1844 until 1909, the Society for the Preservation of Ancient Norwegian Monuments (Fortidsminneforeningen)<sup>9</sup> was the de facto cultural heritage authority and collaborated with the museums. In 1909 its responsibilities were taken over by a governmental Cultural Heritage Authority (Riksantikvaren)<sup>10</sup>, which developed into the current Directorate for Cultural Heritage with functions similar to those of the Swedish National Cultural Heritage Board.

### Cultural heritage legislation

In Norway the first law mentioning cultural heritage was the “law concerning churches and grave-

yards” of 1887, passed at a time when 80 percent of the country’s medieval stave churches had already been demolished. There was no legal protection for finds, sites and monuments until 1905. Until then, landowners held legal rights to all archaeological finds on their property. In 1904 the discovery of a well-preserved 9<sup>th</sup>-century Viking ship in a grave mound on the Oseberg farm triggered action. To protect future finds, a law providing for the protection of physical cultural heritage was passed by Norway’s parliament in 1905. Fortunately, the owner of the Oseberg mound accepted financial ‘compensation’, and the ownership of the Oseberg finds was transferred to the University of Oslo.

In Denmark and Sweden, with their long tradition as centralized kingdoms, the protection of sites and monuments and the crown’s ownership of stray finds have been regulated by legislation since the 17<sup>th</sup> century. The degree to which these rules were followed in the past, however, is another question. The cultural heritage legislation in the two countries was further developed throughout the 19<sup>th</sup> century, with the establishment of central museums with explicit responsibility for material cultural heritage. Today the legal protection of material cultural heritage in all three Scandinavian countries is quite homogeneous, though with some interesting differences in their respective legislation. In all three countries the laws contain quite similar lists of the types of sites and monuments that are considered to be cultural heritage and that can therefore be protected.

In Denmark the law<sup>11</sup> requires that structures be visible, and the list of sites and monuments is divided into those automatically protected and those not protected unless the landowner is informed. Buildings built before 1536 are automatically protected, whereas no year is specified for the other category.

In Swedish law<sup>12</sup> all items on the list, including shipwrecks dating before 1850, can be protected by the government and the counties (län) without further ado. Churches and graveyards dating before 1939 are protected.

In Norway, all items on the list that were created before 1537 comprising almost all traces of human activity as well as standing buildings constructed before 1649 are automatically protected by law<sup>13</sup>. The legislation includes two additional paragraphs: all Sami sites older than 100 years are protected, and in the northernmost part of Norway, all buildings and structures dating prior to 1945 are protect-

ed. The first paragraph is an acknowledgment of the importance of Sami culture and an expression of respect after years of forced assimilation to the dominant Norwegian culture. The second paragraph is a response to the almost total destruction wreaked by the retreating German forces in the fall of 1944. These are examples of how external circumstances influence what it is considered important to protect. In all three countries, buildings and other structures considered to be of cultural importance can be protected by an explicit declaration.

### **Current access to digital cultural heritage information**

Until 2002 the Danish National Museum had special responsibility for the museums of archaeology and general cultural history. Even today the National Museum is named in Denmark’s cultural heritage legislation as one of the country’s three main museums (of cultural history, art, and natural history). According to this law, all state museums and museums receiving state funding are obliged to send particular information about objects, excavations, find locations, etc. to the Palace and Culture Agency. This information is accumulated in three registers: museum objects, archaeological sites and finds, and objects of fine art. This centralized organization makes it easy to publish up-to-date information (including photos) about the museums’ collections, art, sites and monuments, and protected buildings. A drawback for the general public is that the museum object registry is designed as a summary for museum professionals. Thus the information is sparse and the records are not linked directly to richer digital sources such as museum management systems, libraries, or historical or local archives. This may change in the near future.

Since the end of the 1990s, Denmark’s Palace and Culture Agency and its forerunners have developed and maintained a central database system called REGIN<sup>14</sup>, which can be used free of charge by all of the state-funded museums. Since 2008, a new system has been in development: the SAMlingsRegistrering og Administration (Collection registration and administration) system or SARA<sup>15</sup> will be launched in 2017. It is based on the commercial document management system ADLIB. SARA is designed to contain object information, documents and digital assets for all of the state-funded museums, as well as to deliver data to the central registries and to Europeana. The data model is CIDOC-CRM<sup>16</sup>

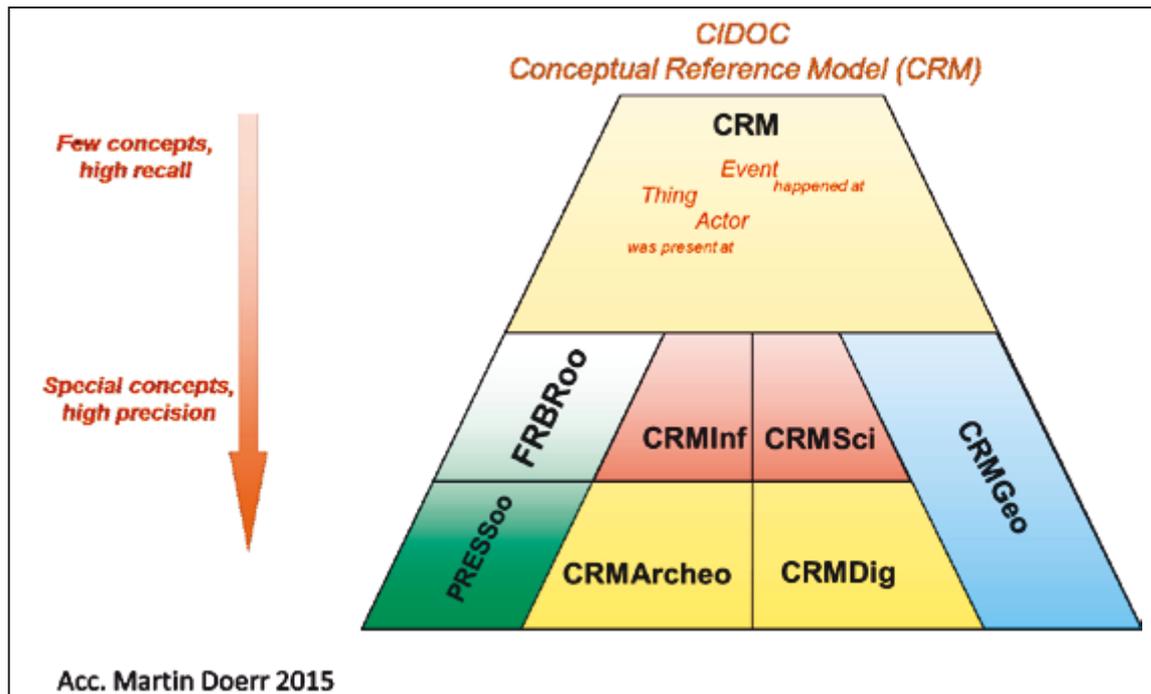


Fig. 2: The CIDOC-CRM extension suite, the family of ontologies (20/02/2017)

compliant and follows the SPECTRUM recommendations for workflows and processes in museums. It will certainly be interesting to follow and read about the experiences of such a unified museum system for the entire Danish museum community.

In Sweden there are 10 museums or groups of museums organized as agencies under the Ministry of Culture. Each agency consists of at least one larger, well-established museum and has specific responsibilities. The aforementioned National History Museum is the senior partner in the agency called National History Museums, which holds responsibility for (older) cultural heritage and archaeology. It administers a large unit for contract archaeology.

The Swedish National Heritage Board itself is a governmental administrative agency under the Ministry of Culture, with overarching responsibility for tangible culture. The Swedish National Heritage Board is responsible for the site and monument registry and the registry of protected buildings. The content of these registries is updated by the 21 counties (län), which are responsible for archaeological surveys and excavations. The public has access to these official registries.

The Swedish National Heritage Board also runs a common search index, K-samsök<sup>17</sup>, with a web interface known as Kringla<sup>18</sup>. K-samsök indexes a large number of the collection databases in Swedish museums. It is an aggregator for Europeana. Participation in K-samsök is based on will and technical

ability. Several large museums are currently not members. There is an alternative web portal, called Digitalt Museum<sup>19</sup>, which gives access to a large number of Swedish museums using the Norwegian collection management system Primus<sup>20</sup>. In Sweden there are at least three different collection management systems used by the museums.

The administration of the cultural heritage institutions in Norway is somewhat less rational than that in Denmark and Sweden. As in the latter two countries, the museums for general cultural history and fine arts, the national library, and the national archives are administered by the Ministry of Culture through the Arts Council of Norway. The five university museums, being parts of the universities, are assigned to the Ministry of Education. The Directorate for Cultural Heritage is under the Ministry of Climate and the Environment. The number of ministries involved is unfortunate since it makes the coordination of overarching measures difficult. Today there is one portal, Digital Museum<sup>21</sup>, for the museums under the Ministry of Culture, and another, UNIMUS<sup>22</sup>, for the five university museums. There is also a general portal, Norvegiana<sup>23</sup>, which gives access to the data from almost all Norwegian museums independent of the collection management system. Norvegiana is the main museum aggregation point to Europeana.

Most museums in Norway use the aforementioned PRIMUS collection management system. The

National Museum for Arts, Design and Architecture and a few other museums have bought standard commercial systems such as MuseumPlus. The university museums have developed their own content management system.

Norway's national registry of protected buildings, sites and monuments is maintained by the Directorate for Cultural Heritage and is updated by that agency as well as by the 19 counties and seven museums responsible for archaeology. As in Sweden, the public has access to the data in this official registry through a special portal<sup>24</sup> which hides some of the data. The data in these registers are also used by the county administrations in the everyday work of land development and building proposals, and can only be updated by specially authorized persons.

### Digitization and the digital

'Digitization' and the 'digital' have been buzz words for many years. It is not always easy to understand what is meant by 'digitization' when the term is used by politicians and the managerial levels of organizations; indeed, there is reason to believe that they do not always know what they mean by it either. In my view, 'digitization' typically denotes:

- the conversion of existing information recorded on paper and physical media to a digital format
- the exclusive production of new information in a digital format
- the use of digital channels (emails, web pages etc.) for internal and external communication
- the basing of administrative procedure on computerized document and archival systems.

Up until now, 'digitization' in the cultural heritage sector has largely involved retro-digitization of older document collections and archives. In the last 10 years, almost all new information has been 'born' digital, and the amount of information has increased dramatically. It is also evident that most information is now exchanged via digital media channels. Most large organizations and governmental bodies have started to use computer-based document and archival systems. The management and documentation of cultural heritage are to a large extent digitized in the three Nordic countries. However, digitization in the four dimensions described above may not be enough, and may also cause loss of important information if not done with care. There are at least three groups of typical challenges and problems:

- 1) the storage of information in closed 'data silos';
- 2) the actual loss of digitally-born data; and
- 3) the 'disappearance' of cultural heritage data in standard administrative systems.

### Closed data silos and contextual information

The Norwegian Digital Museum and Sweden's Kringla/K-samsök have modern interfaces, use linked data where appropriate, and use information taken from the museums' content management systems. The result pages appear informative; however, a closer inspection reveals that most of the texts on the page are headings and general messages such as "There are no related objects" or "There are no photos in Wikimedia Commons". For what may be a majority of the entries, the information is very sparse.

It is a well-known problem that information about the objects in museum management systems is meagre. In museums, archives and libraries, the physical objects are at the centre of attention, hence most of the information in the systems is organized as attributes describing the artefacts as physical objects. The more interesting description of the historical and cultural context of the objects is found in exhibition catalogues, reports and academic publications. These texts were not available in digital format until recently. Today they are usually available in digital form, but the digital texts rarely include 'live' links to the records for the artefacts or sites referred to. On the other hand, the content management systems commonly store bibliographical references, but these rarely refer to digital publications or are formatted such that they can easily be converted to a digital link.

This is both a little surprising and somewhat disappointing when one considers that the idea of hypertext was introduced over 30 years ago, the web 25 years ago and linked data at least 10 years ago. For a decade we have been told to avoid information islands and the slogan has been "Open the data silos". According to my own experiences, there is a real wish to make cultural heritage data linkable. However, the Semantic Web, Linked Data and RDF-technology<sup>25</sup> may have been oversold as systems in which everyone is able to say anything about everything. The underlying idea often seems to be:

- increased volume of data = increase in amount of information
- increased interlinking = increase in information
- popular view: everything is connected to everything.

This is of course not true and may be called “the principle of entropy fallacy”. Information is generated from data through exclusion using meaningful distinctions according to a common conceptual model or formal ontology. Data organized according to such ontologies and the ontologies themselves can be expressed as RDF triples. Consequentially, Linked Data can function as a medium for generating meaningful statements about data. In other words, to create more than a trivial use of linked data in a domain, the linking has to be in compliance with a well-defined ontology for the domain in question.

The best use of ontologies and linked data in the Nordic countries is actually found in Finland. There, a series of LOD projects for Finnish history and culture have been published, called ‘sampos’ (after the Finnish mythological object sampo). The team behind many of these, led by Eero Hyvönen at the Aalto University, argues that the well-known 5-star model for Linked Open Data (Berners-Lee 2006)<sup>26</sup> should be extended to a 7-star model. The sixth star requires that the schemas (RDFS) used in a LOD dataset be explicitly described and published together with the dataset, if they are not publicly accessible on the web. The seventh star requires that the “quality of the dataset against the given schemas used in it [be] explicated so that the user can evaluate whether the data quality matches her needs”.<sup>27</sup> The most recent of these sampos, called the WarSampo, concerns Finland in the Second World War and links a large number of datasets. In WarSampo, CIDOC-CRM is used as the harmonizing basis for modelling data, with events providing the semantic glue for data linking.<sup>28</sup> This is an elegant example of an advanced LOD application scalable through the use of a common conceptual model designed for data integration. According to Hyvönen, the Finnish WarSampo can be extended to larger parts of the history of the Second World War by mapping the content of archives and collections to the common conceptual model.

Some distance yet separates the Finnish WarSampo from cultural history museums and sites and monument records. Still, the design of WarSampo illustrates what can be achieved through the use of common authority systems and a common conceptual model. That is, it is necessary to understand the structure of our data through an ontological analysis, and then to establish a consistent and well-founded data model or ontology.<sup>29</sup> The term Linked Data is in fact misleading. What we really

do is make our data linkable, thus the term used should be Linkable Data.

### **Loss of digitally-born data**

In 2015 the Swedish National Heritage Board did a survey of the state of the data from contract excavators, both private companies and regional museums.<sup>30</sup> The results of the survey are not encouraging. The data are stored in many different formats on PCs and servers using different operating systems and platforms. Only the reports, mostly printed on paper, are sent to the Swedish National Heritage Board. The contractors report that they do not have the resources to convert, systematize and transfer the data. On the positive side, the survey gives a detailed and more or less complete picture, and the data are recoverable given sufficient resources. In 2014 the Swedish National Heritage Board established a five-year programme, the Digital arkeologisk process (Digital Archaeological Process)<sup>31</sup>, which will run until 2018 and which has as one of its objectives the securing of digital excavation and survey data. Unfortunately, it is quite probable that a large amount of the digital data from 1990 to 2014 has been lost.

In Norway, archaeological excavations are done by 7 museums, 19 counties and one semi-private foundation. During the last 10 years, the Swedish GIS-based system INTRASIS<sup>32</sup> has become the de facto standard for documenting excavations. Still, the backlog of digital excavation data from 1990 and later is a problem in Norway. There is no common repository for archaeological datasets, archival practices vary, and the state of preservation of datasets from 1990 to at least 2005 is unclear. Fortunately, in May 2017 the Norwegian Research Council agreed to fund a large infrastructure project with the objective of securing the existing digital excavation data and building an infrastructure to care for data from future excavations.

In Denmark, excavations and surveys are done by local state-funded museums. Most museums use the Danish documentation system Museernes Udgravningsdata (The Museums’ Excavation Data) or MUD which has been developed over the last 20 years, and a few use the Swedish INTRASIS system. Responsibility for the care of the data lies with the museums. The new SARA system contains a repository for such datasets. The actual state of preservation of data sets from surveys and excavations is currently unknown.

The EU infrastructure project for archaeological data known as ARIADNE (2013–2016)<sup>33</sup> assessed the preservation of excavation data in Ireland and Slovenia.<sup>34</sup> From Slovenia it is reported that “all digital data from excavations prior to 2013 has been left completely in the hands of the researchers, being either public or private legal bodies.” The only open sources are the obligatory short written excavation reports. In Europe there are two very good examples of institutions caring for digital archaeological data: DANS in the Netherlands and ADS in UK. In recent years other initiatives have been established, for example the German IANUS<sup>35</sup>, the US-based tDAR<sup>36</sup> and Open Context<sup>37</sup>, and others. Unfortunately, many countries do not have such services even today.

### Historical archives and new archival systems

Cultural heritage institutions usually have old archives and document collections that contain valuable information. For example, the Norwegian university museums have topographically ordered archives containing complete and detailed information about sites, monuments, archaeological surveys, finds and instances of destruction for the full period from the museums' establishment in the early 19<sup>th</sup> century to 1990. In 1990, responsibility for the administration of sites and monuments was delegated to the 19 counties. Today the information on sites and monuments is kept in at least 26 different administrative archival systems which also contain information about all kinds of everyday administrative issues. It is difficult to extract all of the information about a given site, survey or protected building, since the object identifier from the site and monument registry is not necessarily used as one of the archival keys. One conclusion that can be drawn from this situation is that decentralization of responsibility requires centralization of information

maintenance. The specific obligatory rules for local and governmental archives make this a complicated task. The situation in Norway is in many ways comparable to that observed in Sweden: cultural heritage information is kept but ‘lost’ in a sea of general administrative information. This problem is rarely discussed in the literature. Still, I believe it to be one that exists in many countries.

### Conclusions

The documentation and administration of tangible cultural heritage does not differ substantially across Denmark, Norway and Sweden, but the legislation in each country is different in its details. Denmark has the most centralized system for dealing with cultural heritage. Its SARA system could serve as a model for Norway and Sweden, but SARA may not solve the problem of cultural heritage information ‘disappearing’ in modern administrative archival systems. This is a complex problem that calls for changes in archival procedures.

I have pointed to the general problem of making data linkable within institutions and between institutions, and the problem is no less serious on a Scandinavian level. Here the history of the countries is a factor. Norway's narrative of nation-building was in part founded on the conception of its union with Denmark as a dark period lasting 400 years. For Norway (as for Iceland), it has been important to recover medieval manuscripts and other historical objects from Denmark and Sweden as a part of the (re)building of the modern nation. After the Prussian-Danish war of 1864 there was a short period of active Scandinavianism, but it did not really take hold. These factors may be the reason why there are, unfortunately, no common websites or linked databases for the tangled cultural heritage of the Nordic countries. The potential, however, is great.

### List of illustrations

- 1 Frode Larsen, National Museum of Arts, Design and Architecture (CC-BY-NC, <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.no>)
- 2 Martin Doerr

## Annotations

- 1 UNESCO, [http://portal.unesco.org/culture/en/ev.php-URL\\_ID=34050&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/culture/en/ev.php-URL_ID=34050&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html) (20/02/2017).
- 2 Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Cultural\\_heritage](https://en.wikipedia.org/wiki/Cultural_heritage) (11/06/2017).
- 3 Swedish Cultural Heritage Board, <https://www.raa.se/> (20/01/2017).
- 4 Sweden, <https://www.vitterhetsakad.se/> (20/01/2017).
- 5 Sweden, National Historical Museums, <http://shmm.se/en/> (20/01/2017).
- 6 Denmark, Kunstkammer and Danish museums, <http://slks.dk/museer/fakta-om-museerne/historie/> (20/01/2017).
- 7 Danish National Museum, <http://natmus.dk/> (20/01/2017).
- 8 Denmark, Slots og kulturstyrelsen, <http://slks.dk/forside/> (20/01/2017).
- 9 Norway, Fortidsminneforeningen, <https://www.fortidsminneforeningen.no/> (20/02/2017).
- 10 Norway, Riksantikvaren, <http://www.riksantikvaren.no/> (20/02/2017).
- 11 Denmark, Museumsloven (Museum Law), <http://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=162504> (20/02/2017).
- 12 Sweden, Kulturmiljölagen (Historic Environment Act) SFS 1988:950 – SFS 2016:1150, [http://www.raa.se/app/uploads/2013/01/Inf\\_Historic\\_Environment\\_Act\\_2014.pdf](http://www.raa.se/app/uploads/2013/01/Inf_Historic_Environment_Act_2014.pdf) (20/02/2017).
- 13 Norway, Kulturminneloven (Cultural Heritage Law), <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1978-06-09-50> (20/02/2017).
- 14 Denmark, REGIN, <http://slks.dk/museer/museernes-arbejdsopgaver/registrering/centralregistre/kunstindeks-danmark-og-regin/> (20/02/2017).
- 15 Denmark, SARA, <http://slks.dk/museer/museernes-arbejdsopgaver/registrering/projekt-sara/> (21/01/2017).
- 16 CIDOC-CRM CIDOC Conceptual Reference Model, <http://www.cidoc-crm.org> (18/02/2017).
- 17 Sweden, K-samsök, [www.ksamsok.se/](http://www.ksamsok.se/) (21/01/2017).
- 18 Sweden, Kringla, [www.kringla.nu/kringla/](http://www.kringla.nu/kringla/) (21/01/2017).
- 19 Sweden, Digitalt Museum, <http://digitaltmuseum.se> (17/02/2017).
- 20 Norway/Sweden, PRIMUS, <http://kulturit.org/primus>.
- 21 Norway, Digitalt Museum, <http://digitaltmuseum.no> (17/02/2017).
- 22 Norway, University Museums, [www.unimus.no](http://www.unimus.no) (20/02/2017).
- 23 Norway, Norvegiana, <http://norvegiana.no/> (20/02/2017).
- 24 Norway, Kulturminnesøk, <https://kulturminnesok.no/> (21/01/2017).
- 25 Resource Description Framework (RDF), [www.w3.org/RDF/](http://www.w3.org/RDF/) (17/02/2017).
- 26 Berners-Lee, Tim: Linked Data, 2006, <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html> (17/02/2017).
- 27 Hyvönen, Eero / Heino, Erkki / Leskinen, Petri / Ikkala, Esko / Koho, Mikko / Tamper, Minna / Tuominen, Jouni / Mäkelä, Eetu: Publishing Second World War History as Linked Data Events on the Semantic Web, in: Proceedings of Digital Humanities 2016, short papers, Kraków 2016, pp. 571–573, <http://seco.cs.aalto.fi/publications/2016/hyvonen-et-al-warsa-dh2016.pdf> (18/02/2017).
- 28 Hyvönen, Eero / Tuominen, Jouni / Alonen, Miika / Mäkelä, Eetu: Linked Data Finland: A 7-star model and platform for publishing and re-using linked dataset', in: The Semantic Web: ESWC 2014 Satellite Events, Revised Selected Papers, Berlin 2014, pp. 226–30, <http://seco.cs.aalto.fi/publications/2014/hyvonen-et-al-ldf-2014.pdf> (18/02/2017).
- 29 Oldman, Domenic / Doerr, Martin / Gradmann, Stefan: Zen and the Art of Linked Data. New Strategies for a Semantic Web of Humanist Knowledge, in: A New Companion to Digital Humanities, ed. Susan Schreibman, Ray Siemens and John Unsworth, Chichester 2015, pp. 251–273.
- 30 Törnquist, Oscar: Inventering av data från uppdragsarkeologin, Aktörer, data och förutsättningar för att återanvända informationen (Inventory of data from the contract archaeology. Actors, data, prerequisites for the reuse of the information), Riksantikvarieämbetet (Swedish National Antiquity Board), Visby 2015, <http://samla.raa.se/xmlui/handle/raa/9246> (18/02/2017).
- 31 Sweden, Digital Arkeologisk Process, <http://www.raa.se/kulturarvet/arkeologi-fornlamningar-och-fynd/dap-digital-arkeologisk-process/> (21/01/2017).
- 32 INTRASIS, Intrasite system, <http://www.intrasis.com/> (21/01/2017).
- 33 The Ariadne project, <http://www.ariadne-infrastructure.eu/> (21/01/2017).
- 34 Niccolucci, Franco, ed.: ARIADNE Booklet, The Way Forward to Digital Archaeology in Europe, 2014. Available at <http://www.ARIADNE-infrastructure.eu/Media/Files/ARIADNE-Booklet-The-Way-Forward-to-Digital-Archaeology-in-Europe> (20/02/2017).
- 35 IANUS, Forschungsdatenzentrum Archäologie & Altertumswissenschaften, 2016, <http://www.ianus-fdz.de> (18/02/2017).
- 36 The Digital Archaeological Record (tDAR), <http://www.tdar.org/> (21/01/2017).
- 37 Open Context, <https://opencontext.org/> (21/01/2017).



# Anlagen

Tagungsort Bauhaus-Universität Weimar



# Englische Kurzfassungen der Beiträge

## English Abstracts

TOBIAS ARERA-RÜTENIK

---

### **Digital Technologies in Building Archaeology and Heritage Conservation Practice** Development, tasks, prospects for the future

Digital processes in building archaeology and practical heritage conservation find application above all in the acquisition of two- and three-dimensional data on architectural geometries. The massive volumes of additional data on the monument that are also collected in the process tend to receive less attention. Yet it is precisely here that digital methods of work can make a decisive contribution to improving efficiency in research and practice; they can also promote collaboration between the participants involved, guarantee long-term monitoring, and open new fields of research.

The current tasks of digital building archaeology and practical heritage conservation must include the networking of existing collections of digital information and the development of digital tools for visualization and analysis; such measures are needed to facilitate the growth of knowledge relevant to the profession, as well as to prevent the progressive loss of information and to minimize the effort and expense of developing digital systems. A necessary precondition of this work is agreement as to standards or norms within the expert community. The corresponding data models should guarantee a precise and flexible degree of detail, in order to allow for meaningful analyses on the one hand, and for user-specific depth of focus on the other. This in turn calls for the development and widespread adoption of controlled vocabularies that will make comparisons among data and significant statistical evaluations possible. Only in this way will we be able to collate and cross-reference data and to add to it without the need to start again from scratch with every new project.

The adoption of standards or norms as well as sanctioned vocabularies will also allow for transfer

across projects, and thus the shared use of technological developments.

FRANZISKA BLOCH

---

### **Syrian Heritage Archive** A digital register of sites and monuments for Syria and potential applications in times of crisis

Syria counts among the world's outstanding cultural landscapes. Since the outbreak of the current civil war, however, the dense distribution of monuments in Syria and the oftentimes unusually good state of preservation of many ruin sites is acutely threatened, and in many cases there has already been heavy damage. It is against this backdrop that the German Archaeological Institute (DAI), in cooperation with the Museum of Islamic Art in Berlin (SMB-SPK), has been pursuing the "Syrian Heritage Archive Project" (SHAP) since 2013. It is supported by Germany's Federal Foreign Office as part of that agency's cultural preservation programme.

With the creation of a digital register of Syrian cultural assets, the project aims to preserve primary research data on these assets for the long term, and is gradually generating the basis for future work in the area of heritage preservation. Since 2013, extensive archival records and museum holdings have been digitalized and systematically captured in the networked databases of the DAI. More than 120,000 datasets have thus far been integrated into the DAI's digital research environment (iDAI.world) and administered there according to a standardized methodology – and in the process have been sustainably preserved.

It is precisely the information generated by the DAI's longstanding research activity in Syria that is documenting the cultural heritage of the region in a substantial way. The DAI possesses numerous images and plans of historic monuments and archaeo-

logical artefacts from almost all of the key periods of Syrian history. The provision of these data to those working on the urgent problems of preservation in Syria represents an important contribution to international efforts to protect cultural heritage.

JOHANNA BLOKKER

### **Heritage Conservation and Digitality**

The explosive development and spread of digital technologies and media in recent years, including the increasing abundance of opportunities for storing and exchanging information, have changed not only our relationships to each other in society but also our understanding of history and its built artefacts. The consequences of these developments for architectural heritage and conservation are becoming ever more apparent. In a world of proliferating images, heritage is being reduced to a collection of striking outward effects; in the face of infinite reproducibility, the monument's indispensability as a 'substrate' for our perceptions of heritage value is being called into question, and even the core concept of authenticity itself is being destabilized. This raises some urgent questions: What will become of the historic monument in the digital age? And how do we move forward into a future in which digitization is identified as the highest priority, even in the field of cultural heritage?

The essay imagines some possible consequences of the trend toward digitization in heritage conservation. The obvious advantages offered by digital tools and techniques are weighed against the serious conceptual problems with which they confront the discipline. It concludes that if heritage is to have more than a merely compensatory function, if it is to serve society as a resource of genuine alternatives to current reality, then the field of conservation must adopt a self-conscious and fundamentally skeptical attitude toward digitality. Indeed, it may be necessary to invest more energy, not less, in the conservation of analog, material objects – that is, in the care of objects that are resistant to manipulation, that are open to constant and unlimited interrogation, and that are also perishable, and therefore immeasurably more valuable.

BERND EULER-ROLLE

### **Data Conservation in Place of Heritage Conservation?**

The Austrian example offers valuable lessons on the risks and potential side-effects of digitization, as we still find ourselves in the middle of the development process. For us, these side-effects are therefore clearly noticeable. To be sure, the Austrian national conservation authority has had extensive internal information systems at its disposal for some time, including an excellent monuments databank, a find-spot databank and an export databank, as well as quite a number of smaller, specialized databanks. The legal protection status of the listed objects is published on the national authority's website; however, the objects are not yet presented cartographically or linked to additional information. Instead, the different aspects of the 'object biographies' are held at different levels of the documentation system (Object Archive, Photo Archive, Plan Archive) and are catalogued exclusively by object name; thus the biography of a given object must be put together from components at gathered individual levels.

BURKHARD FREITAG UND ALEXANDER STENZER

### **MonArch – A Digital Archive for Cultural Heritage**

*(The text was originally written in English.)*

Modern technologies not only enable us to create precise digital models of historic monuments, but also allow us to digitize the enormous collections of documents, incunabula, original plans and drawings, photographs, articles, books and other archival materials that are associated with these monuments. In many cases, however, the physical documents are distributed among different locations, are more or less unsystematically filed and are only partially catalogued, and any semantic tagging or keyword indexing that might exist is often insufficient. Unfortunately, this is also frequently the case with the digitized versions of valuable archival materials. The problem lies in part with the large volume of data being generated, but also with the fact that new forms of organization for digital information collections are needed in or-

der to ensure both their broad usability and their preservation.

The MonArch system described in this essay offers support for the sustainable storage and retrieval of digital information and documents on the basis of their relationship to a spatial structure. Examples of structures especially well served by such forms of digital information organization include buildings and urban situations, as well as archaeological sites.

---

SYBILLE GRAMLICH

### **Networked Monuments – Cui bono?**

In almost all of the states of the Federal Republic of Germany, the state authorities for conservation maintain lists of historic monuments. These authorities are therefore expected to be able to give a comprehensive overview of the monuments in their areas of jurisdiction and thus to describe the essential components of the cultural heritage of their respective states and the different regions within them. A very rough estimate – which is all that is possible in the absence of reliable statistics – puts the combined number of listed monuments in the states of the FRG at 750,000. They include architectural and artistic monuments, historic gardens, and industrial heritage, and encompass individual objects, ensembles and World Heritage sites. Both professionals and the interested general public expect essential data on this collection of monuments, i.e. information on their location, legal status and type, to be made openly available on the internet. Today, all state and local conservation authorities work with databases and geographical information systems. Only a small fraction of this digital information is currently available online, however, due to the high costs involved in preparing it for presentation as well as maintaining and continually updating it. In order to carry out an efficient and successful databank search, the information it contains must be carefully structured and provided with a consistent set of broadly sanctioned search terms. Harmonized catalogues of data field headings and sets of standardized terms are necessary to allow comparisons among databanks, and are the precondition for making them publicly accessible through online cultural portals such as the German Digital Library (DDB).

---

FRANZISKA HAAS

### **Past Perfect – Perfect Past: Virtual reconstructions of the city of Dresden**

With the introduction of digital technologies, new forms of visualizing and interpreting historic buildings and cities have emerged. A particularly impressive form – and one that is regarded with a certain measure of academic skepticism – is the virtual reconstruction model, i.e. the three-dimensional representation depicting past states of the building that have since disappeared. Heritage conservationists worry that such easily-consumable (digital) reconstructions could gain precedence over the oftentimes aesthetically unassuming originals to which they refer, and these fears are not unfounded. Unlike material reconstructions, digital models do not require the destruction of historical substance such as fragments or traces of subsequent building phases. However, their pictorial fantasies of a virtual past do appear to change people's expectations of authentic built witnesses to history.

Virtually navigable realities do not necessarily offer a basis for reconstructing a particular image of a city, such as that of the Neumarkt in Dresden, but they do provide effective advertising for it. A comparison of digital models and media with analog examples shows how the digital indeed changes our handling of, and our access to, historic monuments. But what distinguishes a digital three-dimensional model from its analog predecessors? And do digital surrogates really offer additional (knowledge) value, as far as heritage conservation is concerned? It is hardly possible to speak of digital models and their applications without also addressing their spread through different media, in museums, exhibitions and on the World Wide Web. In the process questions are raised about the opportunities and risks that a diffusion fully independent of time and space may hold for the historic environment.

ACHIM HUBEL

### **Thoughts on the Digital Reconstruction of Architectural and Sculptural Polychromy**

During the restoration of Regensburg Cathedral from 1986 to 1989, Dr. Friedrich Fuchs took advantage of the scaffolding to perform a close examination of the church's architecture and sculpture and to look above all for traces of earlier polychromy. He recognized that at least three layers of colour covered the stone surfaces: an original layer dating from the Middle Ages, a completely new colour scheme of the 17<sup>th</sup> century, and another renewal from the years around 1700. Since such results could not however give an impression of the original appearance of the cathedral's interior or its sculptures, a search began for ways of making the finds visually comprehensible.

After a number of attempts with rather disappointing results, it seemed that a two-dimensional reconstruction of the polychromy based on digital photographs and using PhotoShop software might offer the best solution, given that three-dimensional scans were neither available nor affordable. The breakthrough came in the context of a modest research project entitled „Virtual Spaces“, which was established by Professor Christoph Schlieder (Chair of Applied Computer Science in the Cultural, Historical and Geographical Sciences) and the author at Bamberg University. Together with ten doctoral students, and with advisory assistance from Dr. Fuchs, a long series of experiments was conducted which finally produced acceptable results.

Thanks to the effort and engagement of this group, it was possible to digitally colourize, nuance and pattern the photographs to produce highly realistic visualizations. At the same time, an analysis of the results revealed that in the Middle Ages the interior surfaces of Regensburg Cathedral had been given a scheme of polychrome decoration that, together with the polychromy of the sculpture and altars, had formed an integrated colour concept; and furthermore, that the new colour schemes of the Renaissance and Baroque were likewise based on unified artistic concepts which fundamentally altered the impression of the interior and reinterpreted it in line with the aesthetics of the day.

SILKE LANGENBERG

### **Conservation of the Unconservable**

The way, how architecture is designed and realised has changed over the last decades. Initially the development of digital design tools (Computer Aided Design / CAD) has influenced the planning process, meanwhile digital production techniques (Computer Aided Manufacturing / CAM) are gaining in importance in architectural construction. Leading research institutes and companies have already integrated successfully computer-controlled machines and robots into their prefabrication processes or are using them directly on the building site to execute specialised or varying tasks.

Ongoing projects and cash flows of research funds in mind, it seems just a matter of time that the new technologies establish in architecture at a larger scale. Thus a critical reflection about aging, durability and reparability of digitally fabricated constructions as well as of the possibilities for an exchange of defective parts is unavoidable.

The methods of historic building research seem to be suited just rudimentary for an integral understanding of the realised objects, due to the facts that the convenient digital processes are quite complex. Digitally fabricated constructions and buildings will be difficult to repair without specialised knowledge and most likely cause huge material losses. From a conservational point of view the question arises how to preserve 'the original' as well as about the value of buildings and constructions that can be reproduced at will. Presumably the digital architecture will become a problem in the long-term discussion about historic monuments, as – beside all conservational problems – its process-oriented approach contradicts the principles of a material preservation of original substance.

HANS-RUDOLF MEIER

---

### **Digitization as the New Heritage Conservation?**

#### **A critical commentary on the theme of the conference**

Digitization and its consequences can no longer claim any originality as a topic of academic discussion, even in cultural studies and the humanities: the number of events, publications and job advertisements focusing on the 'digital humanities' and in particular on the digitization of cultural heritage has grown exponentially in recent years. This is attributable to the potential and challenges of the technology, to the wishes and expectations associated with them, but perhaps even more to the comparatively generous funding that is currently available in this area.

It should not be surprising, therefore, that new and different participants and actors are appearing who have had little contact with our field and its discourses before now. This will undoubtedly affect our activity and influence our future agenda. It has already led to odd shifts in meaning, which carry the aura of the new and thus appear to offer appropriate solutions for our times. And these are not limited to the popular arena, but also affect the long-established and traditionally-minded institutions of curation and conservation.

NORBERT NUSSBAUM

---

### **Maps – Redrawn. Experiences with Cologne's Atlas of Urban Strata**

As an instrument for the basic organization of professional knowledge in art and architectural history, the multi-volume inventory of historic monuments has become overwhelmed in recent decades by the enormous growth in the demands placed on it as a semantically charged form of data storage. Production of the classic 'grand inventory', for example, has nearly dried up completely. The claim to comprehensiveness with which we once consolidated our knowledge of architectural monuments into a canon and compressed it between the covers of a book has long since been undermined by the increasing open-endedness of our definitions, and by the methodological demands of a conservation disci-

pline that is inextricably interwoven with a number of neighbouring fields of spatial research – for the resulting exponential growth in the volume of information now being generated exceeds the capacity and functionality of the book. Indeed, a print medium that is supposed to document, evaluate and interpret the results of years of research conducted using analog and digital methods, and to allow both a receptive and an interactive approach to this material, already seems obsolete at the moment it is sent to press.

The solution seems obvious: we must make the switch to Geographic Information Systems (GIS). They are capable of consolidating numerous and heterogeneous media, of ordering all of the significant thematic aspects of a building in terms of their spatial relationships and of presenting them in all of their topographically, chronologically or scientifically describable correlations. Because such systems are by their nature open and extendable, their 'book-covers' – when correctly conceived and maintained – should in principle never close. Embracing this potential fully in the design of a research initiative can, however, lead to difficulties. This brief report from the field offers an example of this experience.

CHRISTIAN-EMIL SMITH ORE

---

### **Digitization and Preservation of Cultural Heritage Information – A Nordic focus**

*(The text was originally written in English.)*

The paper gives an overview of the digitization of cultural heritage and the current status of digital cultural heritage information in the three Nordic countries of Denmark, Norway and Sweden. Cultural heritage is a very broad term which includes libraries and archives. The main focus is on cultural history museums and archaeological sites and monuments.

Physical cultural heritage and the available knowledge about it is under threat from deliberate destruction and general neglect, but above all from the pressure of constant development of lands and cities. Thus it is important to do proper documentation while this is still possible and to ensure that sites, monuments and finds have sufficient legal protection. In Denmark and Sweden, cultural herit-

age legislation has a tradition going back to the 17<sup>th</sup> century. In Norway the first law protecting tangible cultural heritage was passed by parliament in 1905. The current legislation is quite similar in all three countries.

Denmark and Sweden have a more centralized public sector than does Norway. Denmark has the most centralized information system for dealing with cultural heritage. Its new SARA system could serve as a model for Norway and Sweden, but SARA may not solve the problem of cultural heritage information ‘disappearing’ in modern administrative archival systems. This is a complex problem that calls for changes in archival procedures. Paradoxically, the increasing decentralization of the administration of cultural heritage requires that information systems be harmonized by some central authority. To achieve a meaningful integration of digital data, it is necessary to make the data linkable by using common ontologies as “semantic glue”. Digital data can easily be lost, as the history of digital excavation demonstrates. There is a general problem of making data linkable both within institutions and between institutions, as well as across the countries of Scandinavia.

The history of those countries is a factor. Norway’s narrative of nation-building was in part founded on the conception of its union with Denmark as a dark period lasting 400 years. For Norway (as for Iceland), it has been important to recover medieval manuscripts and other historical objects from Denmark and Sweden as a part of the (re)building of the modern nation. After the Prussian-Danish war of 1864 there was a short period of active Scandinavianism, but it did not really take hold. These factors may be the reason why there are, unfortunately, no common websites or linked databases for the intertwined cultural heritage of the Nordic countries. The potential, however, is great.

---

MAX RAHRIG

**What To Do With All These Scans?  
Bamberg’s “Kaisergrab” and the long-term  
archiving of 3D data related to significant  
cultural assets**

Over the past few years, the 3D documentation of cultural assets has developed into a widely-used method. The accuracy, quality and value of the da-

taset produced is also increasing constantly, to the point where the 3D models themselves must now be recognized as independent and preservation-worthy objects of digital cultural heritage in their own right. But what exactly happens to the data after it has been produced and analyzed? How exactly is 3D data related to significant cultural assets to be conserved for future generations? National and international cultural portals are taking on the problem and making their data available to a broader public online. And yet museums, collections and state conservation authorities likewise have an obligation to protect and conserve digital cultural heritage for the long term. In the course of the high-resolution 3D documentation of Bamberg’s “Kaisergrab” (imperial tomb), an outstanding example of medieval sculpture by Tilman Riemenschneider, the 3D working group at the Bavarian State Conservation Authority (BLfD) defined a unified set of data formats and a standardized filing structure which will help to archive the 3D data on durable glass DVDs.

In this way, 3D data relating to important cultural assets, such as those already collected on the Bamberg Rider and the tomb of Pope Clement II, as well as other, newly-gathered data, can be archived at the BLfD in the future. These methods will also bring a significant reduction in the cost- and labour-intensive work of data maintenance that is associated with current storage media, with their severely limited operating life.

---

DANIELA SPIEGEL

**Immersed in the Point-Clouds.  
Daniela Spiegel in dialogue with Norman  
Hallermann and Alexander Kulik on practical  
applications for 3D data technologies in the  
practice of heritage conservation**

In the context of their annual conference in Weimar in 2016, the members of the Working Group on Theory and Education in Heritage Conservation were given a first look at the research projects currently being conducted at the Bauhaus University by the chairs in Modelling and Simulation of Structures (Professor Guido Morgenthal, Faculty of Civil Engineering) and Virtual Reality and Visualization Research (Professor Bernd Fröhlich, Faculty of Media).

These two chairs, along with the Chair in Computer Vision in Engineering (Professor Volker

Rodehorst, Faculty of Media and Faculty of Civil Engineering), work across faculties to develop digital processes and methods for the capture and analysis, evaluation and visualization of data on the condition of existing buildings.

The research interests of civil engineer Norman Hallerman (Modelling and Simulation of Structures) are rooted in the field of structural inspection and include the (automated) use of Unmanned Aircraft Systems (UAS) for the image-based capture and analysis of buildings. Particularly in the case of structures that are difficult to access, such as towers or bridges, UAS can be a useful tool for collecting data efficiently and safely.

The processing of the images gathered by UAS is done by the Chair in Computer Vision in Engineering. Professor Volker Rodehorst, himself a computer scientist, and Dr. Jens Kersten, a geodesist, develop sensor-platforms and algorithms to extract information on the spatial characteristics of the building from the digital images. In addition, they work on the automated evaluation of image-based data, such as the detection of cracks in concrete surfaces. Computer programs analyze pairs of images, and the resulting information, when combined with knowledge about the precise location of the camera during the fly-by, can be used to determine the spatial location of the area or feature depicted, and to generate a three-dimensional point cloud of the object.

Dr. Alexander Kulik is working within the team in Virtual Reality and Visualization Research Group. They are developing interactive processes for visualizing these extremely large 3D models, as well as virtual reality technologies and user interfaces which allow the observation and analysis of photorealistically presented point clouds for up to six local users simultaneously.

Following the presentation of these projects, Dr. Daniela Spiegel (Heritage Conservation and Building Archaeology) spoke with Hallermann and Kulik to discover their opinions on the potential relevance of their colleagues' work for the discipline of heritage conservation.

GERHARD VINKEN

### **The Digital and Heritage Conservation. Introduction to a complex relationship**

The 'digital revolution' is now in full swing. For heritage conservation, digital tools have opened new perspectives, finding application in the interactive visualization of past situations, the monitoring of threatened sites and artefacts, or the complex cross-referencing of heterogeneous collections of knowledge. At the same time, the limits and unsolved problems associated with using digital technologies are also becoming more apparent, for example with regard to maintaining the rapidly-growing volumes of data being generated.

And yet with digitization, we are not dealing primarily with a 'technical' innovation. Thus the effort to conserve digital heritage, including documenting, researching and publishing cultural assets, will transform more than just the institution of the museum. The new abundance of digitally-generated images can also be seen to be changing the standards of the scientific and academic discipline. A further and as yet underappreciated aspect of the digital revolution is the way it is rearranging the foci of attention in the knowledge 'market'.

Perhaps the most noticeable consequence of digitization's promise of exact and comprehensive reproduction is the knee-jerk insistence, following every instance of the spectacular destruction of a famous monument, on creating a reconstruction. Here it is clear that an affinity for reconstruction is inherent in the digital, to the extent that its primary feature is its capacity to translate all information into binary code, to capture and copy exactly, supposedly without loss of detail. In the digital age, the distinction between original and copy will therefore lose relevance – at the cost of a total manipulability of data, and of reality.

MARTIN VOLLMER-KÖNIG

---

### **Digital Processes in the Conservation of Archaeological Heritage**

Given the increasing degree to which digital processes determine our lives, it is worthwhile to take a look at the kind of role they are playing in the conservation of archaeological heritage. It soon becomes apparent that those engaged in this work cannot fulfill the demands of rapidly-evolving planning processes without the use of correspondingly sophisticated and cutting-edge technology. The same goes for research taking place in an archaeological context. And beyond this context too, digital processes must be included in archaeologist's inventory of available tools and measures, if the field is not to be held short of its current potential. From the perspective of conservation, three areas must be taken into consideration when thinking about this topic: the role of archaeological heritage conservation in planning and approval processes; the implementation of archaeological measures; and the communication of the results of these measures.

ULRIKE WULF-RHEIDT

---

### **Copy and Paste – Can a common historical consciousness be 3D-printed?**

If people are to identify with their culture, then conserving the authenticity, local context and uniqueness of heritage – not facilitating its reproducibility – is the only viable approach. It is here that the real cultural-political task of heritage conservation and the value of its activity lies, and not in 'militant reconstructions'. The truly shared and common work of documenting, analyzing and interpreting, of consolidating and conserving, and even – where unavoidable – of reconstructing or replicating cultural heritage that has been lost or requires repair, represents the real cultural-political challenge. Only this work will lead to a better understanding of the value of one's own cultural heritage, and only such an understanding will have lasting success and ensure the truly long-term survival of historic monuments.

The lecture was conceived in the context of the dramatic contemporary events in Syria and delivered at the 49<sup>th</sup> conference of the Koldewey-Gesellschaft in Innsbruck in May 2016; it is also published in the

proceedings of that conference. At the request of the Working Group on Theory and Education in Heritage Conservation, the lecture was presented once again in slightly altered form at the conference "The Digital and Heritage Conservation" in Weimar in 2016, and is here reprinted in nearly identical form.

## Referenten/-innen, Autoren/-innen, Organisatoren/-innen

### Begrüßung der Tagungsgäste

**Prof. Dr.-Ing. Karl Beucke**

(Weimar) Bauhaus-Universität Weimar, Rektor

**Prof. Dr. Hans-Rudolf Meier**

(Weimar) Bauhaus-Universität Weimar,  
Professur für Denkmalpflege und Baugeschichte;  
1. Vorsitzender Arbeitskreis Theorie und Lehre  
der Denkmalpflege e.V.

**Dr. Frank Suder**

(Köln) Fritz Thyssen Stiftung, Vorstand

**Prof. Dr. Jürgen Kunow**

(Bonn) LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im  
Rheinland, Amtsleitung; Arbeitskreis Boden-  
denkmäler der Fritz Thyssen Stiftung

### Vorbereitung der Tagung

**Prof. Dr. Hans-Rudolf Meier**

(Weimar) Bauhaus-Universität Weimar,  
Professur für Denkmalpflege und Baugeschichte  
(hans-rudolf.meier[at]uni-weimar.de)

**Dr.-Ing. Daniela Spiegel M.A.**

(Weimar), Bauhaus-Universität Weimar, wissen-  
schaftliche Mitarbeiterin an der Professur Denk-  
malpflege und Baugeschichte  
(daniela.spiegel[at]uni-weimar.de)

### Gemeinsam mit dem Team von der Professur für Denkmalpflege an der Bauhaus-Universität Weimar:

Cornelia Unglaub (Sekretariat) und den Studierenden  
Julia Vetter und Christian Lorenz (Bewirtung), Mar-  
ten Becker (Plakate und Teilnehmerschilder), Jason  
Tosic (Technik) und David Keogh (Bücherverkauf)

**Prof. Dr. Ingrid Scheurmann**

(Dortmund / Berlin) TU Dortmund, Lehrstuhl  
Geschichte und Theorie der Architektur, Honorar-  
professur; Deutsche Stiftung Denkmalschutz;  
Leitung DenkmalAkademie & Denkmalkunde  
(ingrid.scheurmann[at]tu-dortmund.de)

### Moderation

**Prof. Dr. Hans-Rudolf Meier**

(Weimar) Bauhaus-Universität Weimar,  
Professur für Denkmalpflege und Baugeschichte  
(hans-rudolf.meier[at]uni-weimar.de)

**Prof. Dr. Ingrid Scheurmann**

(Dortmund / Berlin) TU Dortmund, Lehrstuhl  
Geschichte und Theorie der Architektur, Honorar-  
professur; Deutsche Stiftung Denkmalschutz;  
Leitung DenkmalAkademie & Denkmalkunde  
(ingrid.scheurmann[at]tu-dortmund.de)

**Dr.-Ing. Daniela Spiegel M.A.**

(Weimar), Bauhaus-Universität Weimar, wissen-  
schaftliche Mitarbeiterin an der Professur Denk-  
malpflege und Baugeschichte  
(daniela.spiegel[at]uni-weimar.de)

**Martin Vollmer-König M.A.**

(Bonn) LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im  
Rheinland, Leiter Abteilung Denkmalschutz  
(martin.vollmer-koenig[at]lvr.de)

**Prof. Thomas Will**

(Dresden) Technische Universität Dresden,  
Institut für Baugeschichte, Architekturtheorie  
und Denkmalpflege, Professur für Denkmalpflege  
und Entwerfen  
(thomas.will[at]tu-dresden.de)

## Vortragende bzw. Autorinnen und Autoren

### **Dr. Franziska Bloch**

(Berlin) DAI, Deutsches Archäologisches Institut, wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Orient-Abteilung und Koordinatorin des ‚Syrian Heritage Archive Project‘  
(franziska.bloch[at]dainst.de)

### **Dr. Johanna Blokker**

(Bamberg) Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Akademische Rätin am Lehrstuhl für Denkmalpflege / Heritage Sciences  
(johanna.blokker[at]uni-bamberg.de)

### **Prof. Dr. Burkhard Freitag**

(Passau), University of Passau, Chair of Information Management  
(burkhard.freitag[at]uni-passau.de)

### **Dipl.-Ing. Franziska Haas**

(Bamberg/Bozen) EURAC research Bozen, Institut für erneuerbare Energien, Forschungsgruppe Energieeffiziente Altbauanierung, Wissenschaftliche Mitarbeiterin  
(franziska[at]haas-bamberg.de)

### **Dr. Sybille Gramlich**

(Wünsdorf), BLDAM, Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, Fachreferentin Inventarisierung  
(sybille.gramlich[at]bldam-brandenburg.de)

### **Prof. Dr. Achim Hubel**

(Regensburg) Otto-Friedrich-Universität Bamberg, emeritierter Professor für Denkmalpflege  
(achim.hubel[at]t-online.de)

### **Prof. Dr.-Ing. Silke Langenberg**

(München) Hochschule München, Fakultät Architektur, Professur für Bauen im Bestand, Denkmalpflege und Bauaufnahme  
(silke.langenberg[at]hm.edu)

### **Prof. Dr. Norbert Nußbaum**

(Köln) Universität zu Köln, Abt. Architekturgeschichte des Kunsthistorischen Instituts  
(norbert.nussbaum[at]uni-koeln.de)

### **Assoc. prof. Dr. Scient. Christian-Emil Smith Ore**

(Oslo, Norwegen) University of Oslo, Academic Director, Unit for Digital Documentation, Department of Linguistics and Scandinavian Studies  
(c.e.s.ore[at]iln.uio.no)

### **Dr.-Ing. Tobias Arera-Rütenik**

(Bamberg) Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Kompetenzzentrum Denkmalwissenschaften und Denkmaltechnologien, Digitale Denkmalerfassung und Denkmalmanagement  
(tobias.arera-ruetenik[at]uni-bamberg.de)

### **Alexander Stenzer**

(Passau) University of Passau, Chair of Information Management  
(alexander.stenzer[at]uni-passau.de)

### **Prof. Dr. Gerhard Vinken**

(Bamberg) Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Lehrstuhl für Denkmalpflege / Heritage Sciences  
(gerhard.vinken[at]uni-bamberg.de)

### **Prof. Dr.-Ing. Ulrike Wulf-Rheidt**

(Berlin) adjunct professor an der Freien Universität Berlin, Deutsches Archäologisches Institut (DAI), Leiterin des Architekturreferats  
(ulrike.wulf-rheidt[at]dainst.de)

**Weitere Autorinnen und Autoren****Dr. Bernd Euler-Rolle**

(Wien) Fachdirektor Bundesdenkmalamt (BDA)  
(bernd.euler[at]bda.gv.at)

**Dr. Hannelore Rose**

(Bonn) LVR-Amt für Bodendenkmalpflege,  
Kordinatorin des Arbeitskreises Bodendenkmäler  
der Fritz Thyssen Stiftung  
(arbeitskreis.bodendenkmaeler[at]fritz-thyssen-  
stiftung.de)

**Prof. Dr. Hans-Rudolf Meier**

(Weimar) Bauhaus-Universität Weimar,  
Professur für Denkmalpflege und Baugeschichte  
(hans-rudolf.meier[at]uni-weimar.de)

**Max Rahrig M.A.**

(Bamberg) Otto-Friedrich-Universität Bamberg,  
Kompetenzzentrum für Denkmalwissenschaften  
und Denkmaltechnologien (KDWT), wissenschaft-  
licher Mitarbeiter „Hochauflösende 3D-  
und ndt-Technologien“  
(max.rahrig[at]uni-bamberg.de)

**Dr.-Ing. Daniela Spiegel M.A.**

(Weimar), Bauhaus-Universität Weimar,  
wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur  
Denkmalpflege und Baugeschichte  
(daniela.spiegel[at]uni-weimar.de)

**Dr. Marianne Tabaczek**

(Bonn) LVR-Amt für Bodendenkmalpflege,  
Kordinatorin des Arbeitskreises Bodendenkmäler  
der Fritz Thyssen Stiftung  
(arbeitskreis.bodendenkmaeler[at]fritz-thyssen-  
stiftung.de)

**Herausgeber****Prof. Dr.-Ing. Birgit Franz**

(Hildesheim) HAWK, Hochschule für angewandte  
Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzminde-  
n/Göttingen, Professur für Denkmalpflege  
und Bauwerkserhaltung  
(birgit.franz[at]hawk-hhg.de)

**Prof. Dr. Gerhard Vinken**

(Bamberg) Otto-Friedrich-Universität Bamberg,  
Lehrstuhl für Denkmalpflege / Heritage Sciences  
(gerhard.vinken[at]uni-bamberg.de)

## Vortragende

### **Prof Tim Ayers**

(York, Großbritannien) University of York, History of Art Department  
(tim.ayers[at]york.ac.uk)

### **Prof. Dr. phil. Kai-Christian Bruhn**

(Mainz) Hochschule Mainz, Fachbereich Technik – Geoinformatik & Vermessung, i3mainz, Institut für Raumbezogene Informations- und Messtechnik sowie Honorarprofessor an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU)  
(kai-christian.bruhn[at]hs-mainz.de)

### **Sebastian Cuy**

(Berlin) Deutsches Archäologisches Institut (DAI), Leiter der wissenschaftlichen Fachsäule des IT-Referats  
(sebastian.cuy[at]dainst.de)

### **Prof Dr. Christian Raabe**

(Aachen) Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet Denkmalpflege und Historische Bauforschung  
(raabe[at]denkmalpflege.rwth-aachen.de)

### **Barbara Schmid**

(Weimar) Architektin und Doktorandin an Professur Baumanagement/Bauwirtschaft der Bauhaus-Universität Weimar  
(barbara.schmid[at]uni-weimar.de)

### **Roberto Scopigno**

(Pisa, Italien) Area della Ricerca CNR di Pisa, National Research Council (CNR), Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione (ISTI), Visual Computing Laboratory  
(roberto.scopigno[at]isti.cnr.it)

## Exkursionen

### **Christoph Schwarzkopf**

(Hamburg) Denkmalschutzamt, Praktische Baudenkmalpflege Bezirk Hamburg-Mitte, Westteil: Neustadt, St. Pauli, HafenCity, Stadtteile südlich der (Norder-)Elbe;  
Städtebauliche Denkmalpflege Bezirke Hamburg-Mitte und Harburg  
(christoph.schwarzkopf[at]kb.hamburg.de)

### **Dr.-Ing. Johannes Warda**

(Weimar) Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Architektur und Urbanistik, Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur Denkmalpflege und Baugeschichte  
(johannes-christian.warda[at]uni-weimar.de)

## **Working Group on Theory and Education in Heritage Conservation**

### **Arbeitskreis Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V.**

#### **About Us**

The Working Group is an association of academics and other professionals active in the field of heritage conservation at universities and colleges of applied sciences in Europe. In keeping with the interdisciplinary character of conservation work, the Group brings together representatives of a range of different areas, including architecture and building archaeology, history and art history, restoration sciences, landscape architecture, construction engineering, jurisprudence and urban planning, among others.

The Working Group's nearly 130 members are drawn primarily from the German-speaking countries – in addition to Germany, also Austria, Switzerland and Luxemburg – but also from Italy, Belgium, the Netherlands, England, Slovakia, Croatia and Romania. Since the 1970s it has been dedicated to the exchange of ideas and experience on the theory and teaching of heritage conservation among colleagues at institutions of higher education. The Group sees itself as representing the interests of heritage professionals and as such is a member of the German National Committee for Monuments Protection (DNK).

#### **Wir über uns**

Der Arbeitskreis ist der Verband der Hochschullehrer/-innen und anderer Fachleute, die auf dem Gebiet der Denkmalpflege an Universitäten und Fachhochschulen lehren und forschen. Dem interdisziplinären Charakter der Aufgaben in der Denkmalpflege folgend, sind darin unterschiedliche berufliche Fachrichtungen vertreten: Architektur und Bauforschung, Kunst-, Geschichts- und die Restaurierungswissenschaft, Landschaftsarchitektur, Bauingenieurwesen, Rechtswissenschaft, Stadtplanung und andere.

Mit derzeit rd. 130 Mitgliedern – hauptsächlich aus den deutschsprachigen Ländern Deutschland, Österreich, Schweiz und Luxemburg, aber auch aus Italien, Belgien, den Niederlanden, England, Slowakei, Kroatien und Rumänien – widmet sich der Arbeitskreis seit den 1970er Jahren dem kollegialen Erfahrungs- und Gedankenaustausch zur Theorie und Hochschullehre der Denkmalpflege. Er versteht sich als ein Vertreter für denkmalpflegerische Fachinteressen und sieht seine Aufgabe darin, neue Herausforderungen und Gefährdungen der denkmalpflegerischen Anliegen zu erörtern und dazu auch in der Öffentlichkeit Stellung zu beziehen. Die Jahrestagungen beschäftigen sich mit einem aktuellen Thema aus der Theoriediskussion der Denkmalpflege oder einem ausgewählten Denkmälerkomplex. Der Arbeitskreis ist Mitglied im Deutschen Nationalkomitee für Denkmalschutz (DNK).



Prof. Dr. Gerhard Vinken, 1. Vorsitzender;  
Otto-Friedrich-Universität Bamberg,  
Am Zwinger 4, D-96047 Bamberg  
(gerhard.vinken[at]uni-bamberg.de)



Prof. Dr. Ingrid Scheurmann, 2. Vorsitzende;  
TU Dortmund / Deutsche Stiftung Denkmalschutz,  
Nicolaihaus in der Brüderstraße 13, D-10178 Berlin  
(ingrid.scheurmann[at]tu-dortmund.de)



Prof. Dr.-Ing. Birgit Franz, Schriftführerin;  
HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft  
und Kunst, Hildesheim/Holzminden/Göttingen,  
Hohnsen 2, D-31134 Hildesheim  
(birgit.franz[at]hawk-hhg.de)



Dr. Bernd Euler-Rolle, 3. Vorsitzender;  
Fachdirektor Bundesdenkmalamt (BDA),  
Hofburg, Säulenstiege, A-1010 Wien  
(bernd.euler[at]bda.gv.at)



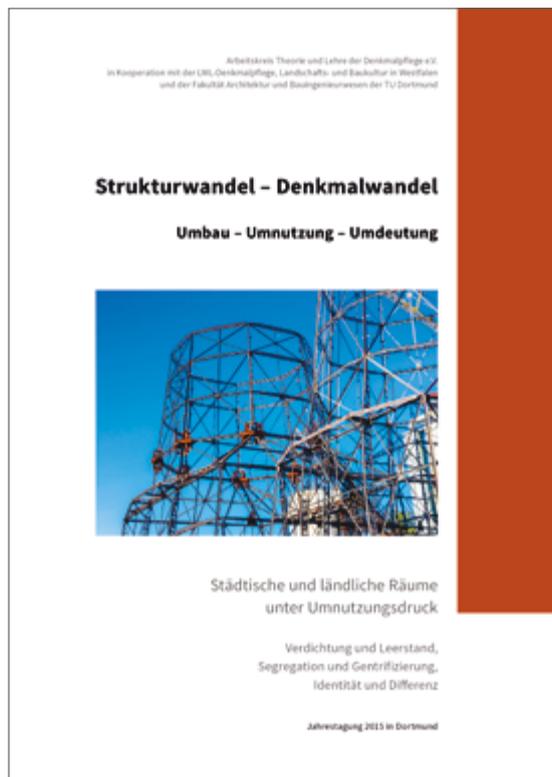
Dr. Daniela Spiegel, Schatzmeisterin;  
Bauhaus-Universität Weimar,  
Geschwister-Scholl-Straße 8, D-99423 Weimar  
(daniela.spiegel[at]uni-weimar.de)

## Veröffentlichungen des Arbeitskreises Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V.

**Aktuelle Bände sind über den Buchhandel zu beziehen oder bei der Schriftführerin des Arbeitskreises. Mitglieder des Arbeitskreises erhalten die jeweils aktuelle Publikation kostenlos bzw. weitere bzw. ältere Exemplare mit 30% Rabatt.**

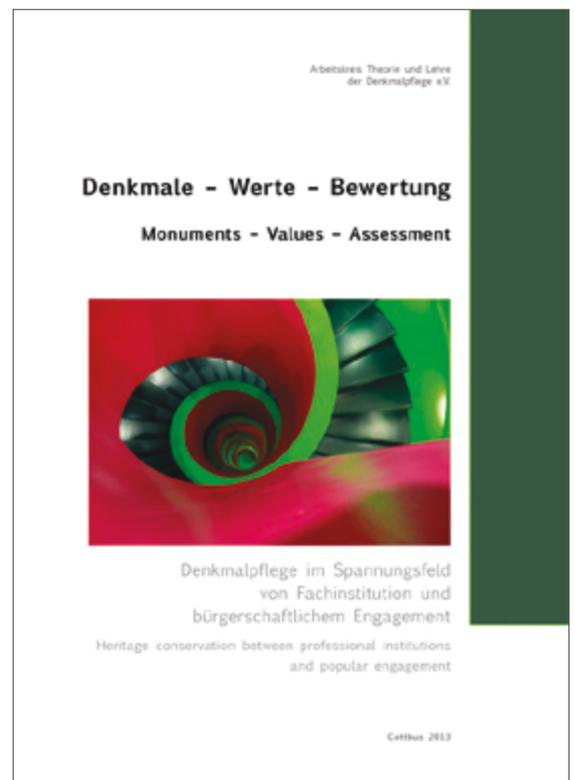
**E-Mail: [birgit.franz\[at\]hawk-hhg.de](mailto:birgit.franz[at]hawk-hhg.de) | Bestellformular unter [www.ak-tld.de](http://www.ak-tld.de)**

**Strukturwandel – Denkmalwandel. Umbau – Umnutzung – Umdeutung.** Jahrestagung 2015 in Dortmund, Bd. 25, hg. v. Birgit Franz und Ingrid Scheurmann, Holzminden, 2016, ISBN 978-3-95954-014-8, 29,80 EUR



**50 Jahre Charta von Venedig. Geschichte, Rezeption, Perspektiven.** Jahrestagung 2014 in Wien, Bd. 24 (= Österreichische Zeitschrift für Kunst- und Denkmalpflege, Heft 1/2, 2015, hg. v. Österreichischen Bundesdenkmalamt), ISBN AUT 0029-9626, 20 EUR

**Denkmale – Werte – Bewertung / Monuments – Values – Assessment. Denkmalpflege im Spannungsfeld von Fachinstitution und bürgerschaftlichem Engagement / Heritage conservation between professional institutions and popular engagement.** Jahrestagung 2013 in Cottbus, Bd. 23, hg. v. Birgit Franz und Gerhard Vinken, Holzminden 2014, ISBN 978-3-940751-95-9, 29,80 EUR



**Umstrittene Denkmale / Monumenti controversi. Der Umgang mit dem Erbe der Diktaturen / Come gestire l'eredità delle dittature.** Jahrestagung 2012 in Bozen / Südtirol, Bd. 22, hg. v. Birgit Franz und Waltraud Kofler Engl, Holzminden 2013, ISBN 978-3-940751-72-0, 29,80 EUR



**Stadtplanung nach 1945. Zerstörung und Wiederaufbau. Denkmalpflegerische Probleme aus heutiger Sicht.** Jahrestagung 2010 in Utrecht, Bd. 20, hg. v. Birgit Franz und Hans-Rudolf Meier, Holzminden 2011, ISBN 978-3-940751-37-9, 23,50 EUR

**Historische Kulturlandschaft und Denkmalpflege. Definition – Abgrenzung – Bewertung – Elemente – Umgang.** Jahrestagung 2009 in Bamberg, Bd. 19, hg. v. Birgit Franz und Achim Hubel, Holzminden 2010, ISBN: 978-3-940751-27-0, 24,80 EUR



**Kulturerbe und Denkmalpflege transkulturell – Grenzgänge zwischen Theorie und Praxis.**

Jahrestagung 2011 in Heidelberg, Bd. 21, hg. v. Michael Falser und Monica Juneja, Bielefeld 2013, ISBN 978-3-8376-2091-7, 34,80 EUR (ausschließlich im Buchhandel oder beim Verlag)

**Grenzverschiebungen, Kulturraum, Kulturlandschaft. Kulturerbe in Regionen mit wechselnden Herrschaftsansprüchen.** Jahrestagung 2008 in Straßburg, Bd. 18, hg. v. Birgit Franz und Gabi Dolf-Bonekämper, Holzminden 2009, ISBN 978-3-940751-17-1, 19,80 EUR



**Sozialer Raum und Denkmalinventar. Vorgehensweisen zwischen Erhalt, Verlust, Wandel und Fortschreibung.** Jahrestagung 2007 in Leipzig, Bd. 17, hg. v. Birgit Franz und Gabi Dolf-Bonekämper, Dresden 2008, ISBN 978-3-940319-42-5, 15 EUR

**Schrumpfende Städte und Dörfer – Wie überleben unsere Baudenkmale?** Jahrestagung 2006 in Holzminden, Bd. 16, 2. Aufl., hg. v. Birgit Franz, Dresden 2007, ISBN 978-3-940319-12-8; 2. unveränderte Aufl. Dresden 2010, 18 EUR

**Das öffentliche Denkmal. Denkmalpflege zwischen Fachdisziplin und gesellschaftlichen Erwartungen,** Jahrestagung 2002 in Dessau, Bd. 15, hg. v. Thomas Will, Dresden 2004, ISBN 3-937602-22-4, 18 EUR

**Denkmale als Zeitgenossen. Ihre Rolle in der Baukultur der Gegenwart.** Jahrestagung 2001 in Graz, hg. v. Valentin Hammerschmidt, Dresden 2004, vergriffen

**Außenraum als Kulturdenkmal. Umfeld historischer Bauten – Stadtgrün – Parklandschaften.** Jahrestagung 1999 in York, hg. v. Thomas Will, Dresden 2000, vergriffen

**Ausbildung in der Denkmalpflege.**

**Ein Handbuch.** Jahrestagung 1998 in Bamberg, Bd. 11, hg. v. Achim Hubel, Petersberg 2001, ISBN 3-935590-23-7, 16,80 EUR (ausschließlich im Buchhandel oder beim Verlag)

**Dokumente und Monumente. Positionsbestimmungen in der Denkmalpflege.**

Jahrestagung 1997 in Dresden, hg. v. Valentin Hammerschmidt, Erika Schmidt und Thomas Will, Dresden 1999, ISBN 3-930382-41-5, 12 EUR (ausschließlich im Buchhandel oder beim Verlag)

**Wiederaufgebaute und neugebaute Architektur der 1950er Jahre – Tendenzen ihrer »Anpassung« an unsere Gegenwart.**

Jahrestagung 1996 in Köln, hg. v. Achim Hubel und Hermann Wirth, Weimar 1997 (= Thesis, Wiss. Zeitschr. der Bauhaus-Universität Weimar, 43. Jg., Heft 5/1997), ISSN 1433-5735, 12 EUR

**Denkmale und Gedenkstätten.** Jahrestagung 1994 in Weimar, hg. v. Achim Hubel, und Hermann Wirth, Weimar 1995 (= Wiss. Zeitschr. der Hochschule für Architektur u. Bauwesen Weimar – Universität, 41. Jg., Doppelheft 4-5/1995), ISSN 0863-0712, 18 EUR

**Erhaltung und Umnutzung von Industriebauten des 19. Jahrhunderts in Nordwestengland.** Jahrestagung 1993

in Manchester und Liverpool, hg. v. Achim Hubel und Robert Jolley, Bamberg 1998, ISBN 3-9802427-3-0, 10 EUR

**Denkmalpflege zwischen Konservieren und Rekonstruieren.** Jahrestagung 1989 in

Hildesheim, hg. v. Achim Hubel, Bamberg 1993, ISBN 3-9802427-2-2, 10 EUR

**Bauforschung und Denkmalpflege.** Jahrestagung 1987 in Bamberg, hg. v. Achim Hubel, Bamberg 1989, ISBN 3-9802427-0-6, 10 EUR

**Probleme des Wiederaufbaus nach 1945.**

Jahrestagung 1986 in Danzig, hg. v. Ingrid Brock, Bamberg 1991, ISBN 3-9802427-1-4, 12 EUR

**Von der Burg zum Bahnhof – Monumentale Baudenkmäler an der Meir, der Hauptachse**

**Antwerpens.** Jahrestagung 1984 in Antwerpen, hg. v. André de Naeyer, Antwerpen 1990, vergriffen

**Dokumentation der Jahrestagungen in Aachen 1978 und Darmstadt 1979,**

hg. v. Jürgen Eberhardt, München 1984, vergriffen

**Dokumentation der Jahrestagungen in Münster 1976 und Köln 1977,** hg. v. Enno Burmeister, München 1980, vergriffen



Die „digitale Revolution“ ist längst in vollem Gange. Für die Denkmalpflege haben digitale Anwendungen neue Perspektiven geöffnet, etwa in der interaktiven Visualisierung verlorener Zustände, im Monitoring bedrohter Stätten und Artefakte oder in der komplexen Vernetzung heterogener Wissensbestände. Deutlicher werden inzwischen auch Grenzen und ungelöste Probleme im Einsatz digitaler Technologien, etwa was die Nachhaltigkeit der rapide wachsenden Datenmengen betrifft.

Doch haben wir es in Bezug auf die Digitalisierung nicht in erster Linie mit einer nur „technischen“ Neuerung zu tun. So wird das Bemühen um das digitale Erbe, mit dem Auftrag zur Dokumentation, Erforschung und Publizierung von Kulturgütern, nicht nur die Institution Museum transformieren. Zu beobachten ist auch, dass sich mit der neuen Fülle an digital erzeugten Bildern die wissenschaftlichen Standards verändern. Ein weiterer unterschätzter Aspekt der digitalen Revolution ist eine Umschichtung der Aufmerksamkeiten auf dem „Markt“ der Wissenschaften.

Die wohl auffälligste Folge des digitalen Versprechens einer genauen und verlustfreien Reproduktion des Verlorenen ist, dass bei jeder spektakulären Zerstörung von bekannten Monumenten reflexhaft die Forderung nach einer Rekonstruktion aufkommt. Deutlich wird hier, dass dem Digitalen eine innere Affinität zur Rekonstruktion innewohnt, insofern seine Leistungsfähigkeit in der Übersetzung aller Informationen in einen binären Code, in der angeblich verlustfreien Speicherung und Kopie beruht. Im digitalen Zeitalter wird die Unterscheidung von Original und Kopie so an Relevanz verlieren – auch zu dem Preis einer totalen Manipulierbarkeit der Daten, wie der Realität.

*Gerhard Vinken*

© AK Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V. ([www.ak-tld.de](http://www.ak-tld.de)) und bei den Autoren

Herausgeber: Birgit Franz und Gerhard Vinken

ISBN 978-3-95954-030-8 (Druckausgabe)

Die Online-Version dieser Publikation

ist auf [arthistoricum.net](http://arthistoricum.net) dauerhaft frei verfügbar (open access):

ISBN: 978-3-946653-60-8 (PDF)

URN: urn:nbn:de:bsz:16-ahn-artbook-263-0

DOI: <https://doi.org/10.11588/arthistoricum.263.348>