

## **B. Das digitale Modell historischer Architektur – Seine Ursprünge, Technologien und Protagonisten**

→ Architekturerekonstruktion, Digitale 3D-Rekonstruktion, Digitales 3D-Modell, head mounted display, Historische Architektur, Kulturerbe, Online-Archiv, Virtual Reality

Wissenschaftlich erstellte digitale 3D-Modelle von historischer Architektur wurden bislang vor allem aus der Sicht der klassischen und vorge-schichtlichen Archäologie betrachtet. Jedoch handelt es sich bei den am Computer rekonstruierten Bauwerken vielfach um Architektur, die kunsthistorisch erforscht wird. Umso drängender ist es, die neuen Forschungs-werkzeuge und Visualisierungsmethoden, die aus der wissenschaftlichen digitalen 3D-Rekonstruktion von meist nicht mehr oder nur mehr in Teilen existierenden Bauwerken resultieren, auch aus kunsthistorischer Pers-pektive in den Blick zu nehmen. Ziel dieses Aufsatzes ist es daher, die technischen Grundlagen und wesentlichen Vorläufer für die Entstehung von digitalen 3D-Modellen historischer Architektur aus einem spezifisch kunsthistorischen Blickwinkel zu untersuchen. Vorgestellt werden wichtige Projekte zur 3D-Rekonstruktion historischer Architektur, die in den ver-gangenen Jahrzehnten durchgeführt wurden. Anhand dessen werden Protogo-nisten identifiziert, die in diesem Feld federführend tätig sind. Im Fokus der Untersuchung stehen unterschiedliche Forschungsansätze, Anwendungs-bereiche und Technologien. Dadurch soll die große Bandbreite im Bereich wissenschaftlicher 3D-Modellierung von historischer Architektur verdeutlicht werden und in der Folge mögliche Anknüpfungspunkte für zukünftige Projekte bieten. Auch die Bedeutung von wissenschaftlichen Institutionen und einschlägigen Konferenzen für die Institutionalisierung digitaler Architekturmodelle in der Forschung wird aufgezeigt. Darüberhinaus eröffnet der Hinweis auf ein aktuelles Projekt, das Virtual-Reality-Techno-logien einsetzt, wie zukünftig 3D-Rekonstruktionen nicht mehr existierender Bauwerke der Öffentlichkeit mittels Head Mounted Displays präsentiert werden können. Abschließend wird auf das große Potential dem weltweiten Zugänglichmachen und Dokumentieren von (bedrohtem / zerstör-tem) Kulturerbe zu dienen anhand des Beispiels eines öffentlich zugänglichen Online-Archivs von digitalen 3D-Modellen historischer Architektur hingewiesen.

## B.1 Einführung

Die digitale Visualisierung und Rekonstruktion historischer Architektur ist im Vergleich zu der langen Tradition haptischer Architekturmodelle und der bildlichen Rekonstruktion von Gebäuden noch ein sehr junges Feld, das insbesondere in den letzten Jahren großen Aufschwung in der geisteswissenschaftlichen Forschung erfahren hat. Umso wichtiger wird es, zu seinen Ursprüngen vorzudringen, Vorläufer und Protagonisten zu identifizieren und seinen Entstehungskontext zu erfassen. Bisher fehlten Publikationen mit einem umfassenden geschichtlichen Überblick, insbesondere solche, die auch den direkten Zusammenhang zwischen technischer Entwicklung und geisteswissenschaftlicher Anwendung von digitalen Architekturmodellen aufzeigen. **01** Auch erfolgten bisherige Darlegungen meist aus der Sicht der klassischen und vorgeschichtlichen Archäologie. Einen Überblick über die Situation in den Geschichtswissenschaften lieferte Sander Münster 2010. **02**

Im vorliegenden Kapitel werden aus kunsthistorischer Perspektive die technischen Grundlagen und wesentlichen Vorläufer für die Entstehung von digitalen 3D-Modellen historischer Architektur genauer betrachtet. Vorgestellt werden wichtige Projekte der vergangenen Jahrzehnte, wobei im Fokus der Untersuchung unterschiedliche Forschungsansätze, Anwendungsbereiche und Technologien stehen. Auch die Bedeutung von wissenschaftlichen Institutionen und Konferenzen für die Institutionalisierung digitaler Architekturmodelle in der Forschung wird aufgezeigt.

### ■ 01

Die Autorin hat in ihrer 2018 abgeschlossenen Dissertation »Entwicklung und Potentiale digitaler 3D-Modelle historischer Architektur-Kontextualisierung und Analyse aus kunsthistorischer Perspektive« unter der Betreuung von Prof. Dr. Stephan Hoppe und Prof. Dr. Hubertus Kohle an der Ludwig-Maximilians-Universität München einen international ausgerichteten Überblick über die Entwicklung digitaler Rekonstruktion historischer Architektur erarbeitet. Vgl. die Website zum Promotionsprojekt: [http://www.digitale-kunstgeschichte.de/wiki/Typologie\\_und\\_Genese\\_digitaler\\_Architekturmodelle](http://www.digitale-kunstgeschichte.de/wiki/Typologie_und_Genese_digitaler_Architekturmodelle).

In ihrem 2016 erschienenen Aufsatz »The Beginnings of Digital Visualization of Historical Architecture in the Academic Field« legte sie erstmals einen Überblick über die Entwicklung wissenschaftlicher 3D-Modelle historischer Architektur vor: Heike Messemer, The Beginnings of Digital Visualization of Historical Architecture in the Academic Field, in: Stephan Hoppe u. Stefan Breitling (Hg.), Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife. Virtual Reconstruction between Science and Media, München 2016 (= PALATIUM e-Publications, 3), S. 21-54, DOI: 10.11588/arthistoricum.83.79

### ■ 02

Vgl. Sander Münster, Entstehungs- und Verwendungskontexte von 3D-CAD-Modellen in den Geschichtswissenschaften, in: Klaus Meißner u. Martin Engelen (Hg.), GeNeMe '11: Gemeinschaften in Neuen Medien, TU Dresden, 07. - 8. September 2011, Dresden 2011, S. 99-108.

## B.2 Die Ursprünge – eine Geschichte der Technologien

### ■ 03

Vgl. Bernhard Langer, *Computerdarstellung. Vom Programm zum digitalen Ökosystem*, in: Wolfgang Sonne (Hg.), *Die Medien der Architektur*, Berlin u. a. 2011, S. 157–168, hier: S. 158.

### ■ 04

Vgl. Ivan Edward Sutherland, *Sketchpad, A man-machine graphical communication system* (Diss. 1963, MIT, Massachusetts), kommentierte Neuauflage, Cambridge 2003; Heike Messemer 2016, S. 21–54, hier: S. 22.

### ■ 05

Vgl. William J. Mitchell, *Computer-aided architectural design*, New York 1977, S. 14–15.

### ■ 06

Vgl. A. Blackwell u. Kerry Rodden, *Preface to this Electronic Edition*, in: Ivan Edward Sutherland 2003, S. 3–6, hier: S. 3; William J. Mitchell 1977, S. 14–15.

### ■ 07

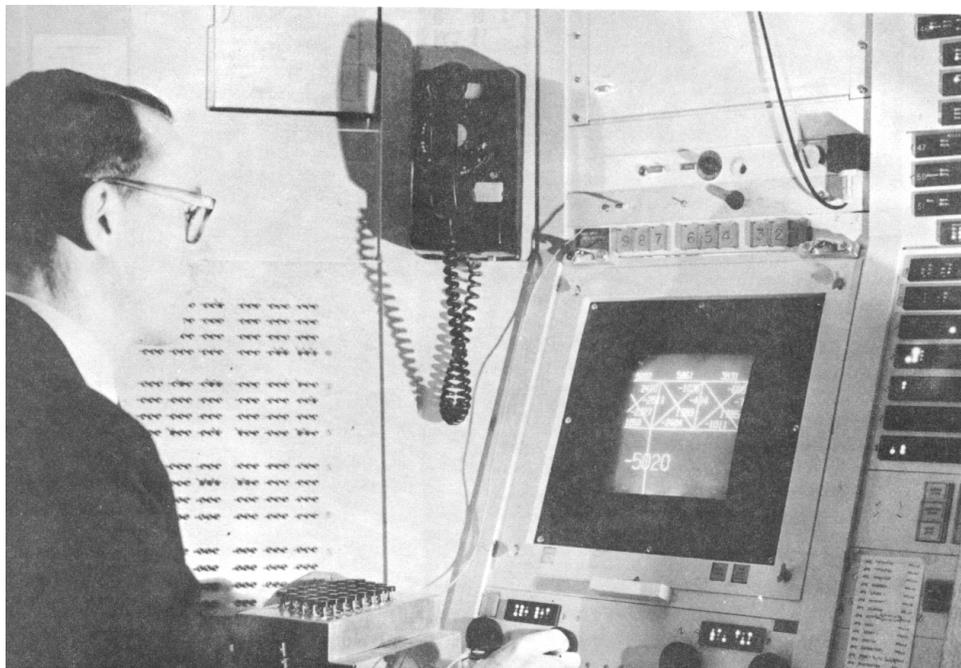
Vgl. William J. Mitchell 1977, S. 14–15.

### ■ 08

Vgl. A. Blackwell u. Kerry Rodden 2003, S. 3–6, hier: S. 3.

Digitale Rekonstruktionen von historischen Bauwerken erlebten in den letzten Jahren einen immensen Aufschwung. Beinahe omnipräsent begegnen sie uns in Museen, in Fernsehdokumentationen, Webseiten, Videospielen u. v. m. Die Computertechnik hat in den letzten Jahrzehnten große Innovationen hervorgebracht, die auch die Entwicklung digitaler Rekonstruktionen maßgeblich geprägt haben: im Bereich der Hardware wären hier zu nennen (unter anderem) der Personal Computer, der Laptop, das Smartphone, der Tabletcomputer, und Virtual-Reality-Brillen, im Bereich Software das Internet und diverse Softwareprodukte.

Doch wo liegen die Ursprünge digitaler Modelle historischer Architektur? Ermöglicht wurde ihre Entwicklung durch Innovationen in der Computertechnologie im 20. Jahrhundert. Ein wesentlicher Schritt waren Kathodenstrahl-Bildschirme. Sie ermöglichten es, mittels eines 1955 am **Massachusetts Institute of Technology (MIT)** entwickelten sogenannten Lightpen die am Bildschirm dargestellten Informationen zu bearbeiten. **03** In diesem Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion stellt das von Ivan Edward Sutherland entwickelte **Sketchpad** einen essenziellen Beitrag dar. **04** 1963 veröffentlichte er am MIT seine Doktorarbeit, in der er den interactive graphics terminal präsentierte **01**. **05** Mit diesem ließen sich auf einem Bildschirm zweidimensionale Objekte zeichnen und verändern. **06** Mit einer Tastatur und einem **Lightpen** konnten diese virtuellen Objekte bearbeitet werden. **07** **Sketchpad** stellte damit eine der ersten grafischen Benutzeroberflächen dar und fand großes Interesse bei Ingenieuren im Bereich des **Computer-Aided Design (CAD)**. **08**



### □ 01

Ivan Edward Sutherland bedient Sketchpad, Fotografie vom 1. Januar 1963. (Computer Laboratory, University of Cambridge. Reproduced by permission.)

## ■ 09

William J. Mitchell 1977, S. 14–18.

## ■ 10

Vgl. Bernhard Langer 1977, S. 17.

## ■ 11

Vgl. John D. Wilcock, A General Survey of Computer Applications in Archaeology, in: John D. Wilcock (Hg.), Computer Applications in Archaeology 1. Science and Archaeology, Nr. 9, 1973, S. 17–21.

## ■ 12

Vgl. ebd., insbes. S. 20 zum Stichwort »Miscellaneous Applications«; Bernard Frischer, Introduction. From digital illustration to digital heuristics, in: Bernard Frischer u. Anastasia Dakouri-Hild (Hg.), Beyond Illustration: 2D and 3D Digital Technologies as Tools for Discovery in Archaeology, Oxford 2008, S. i–xxiv, hier: S. vi.

## ■ 13

Informationen zur digitalen Rekonstruktion der Buranlage von Mathrafal sind zu finden in: Christopher J. Arnold, Jeremy W. Huggett, Paul Reilly u. C. Springham, Mathrafal: a case study in the application of computer graphics, in: Sebastian Rahtz (Hg.), Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1989. CAA89 (BAR International Series 548) 1989, S. 147–155, insbes. S. 147, 149, 150, 152.

## ■ 14

Hier vgl. auch: Bernard Frischer 2008, S. i–xxiv, hier: S. vi–vii.

## ■ 15

Vgl. ebd.

## ■ 16

Vgl. auch: Paul Reilly, Three-dimensional modelling and primary archaeological data, in: Paul Reilly u. Sebastian Rahtz (Hg.), Archaeology and the information age. A global perspective, London u. a. 1992, S. 147–173, hier: S. 165.

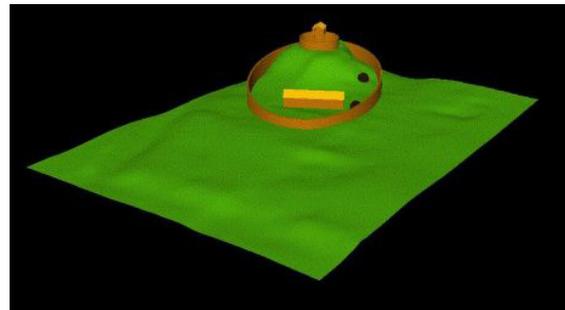
## ■ 17

Die Ausgrabung 1989 wird ausführlich erläutert in: Christopher J. Arnold, Jeremy W. Huggett, Excavations at Mathrafal, Powys, 1989, in: Montgomeryshire collections, Bd. 83, 1995, S. 59–74, insbes. S. 59–60, 72.

CAD-computergestütztes Entwerfen – befand sich in den 1960er und 1970er Jahren noch in seinen Anfängen. <sup>09</sup> Die damals erhältliche Hard- und Software war sehr kostspielig, sodass sie vornehmlich in der Automobil- und Luftfahrtbranche Verwendung fand. Architekturbüros konnten sich diese Technik größtenteils nicht leisten. Erst als sich Anfang der 1980er Jahre der Personal Computer (PC) durchzusetzen begann und auch architekturenspezifische CAD-Programme entwickelt wurden, konnte sich CAD in Architekturbüros etablieren. <sup>10</sup>

Das große Potenzial der neuen Computertechnologie für die Anwendung in der Wissenschaft erkannte bereits im Jahr 1973 der Archäologe John D. Wilcock. <sup>11</sup> Als eine Anwendungsmöglichkeit sah er computergenerierte Rekonstruktionen von historischen Monumenten. <sup>12</sup>

Eine der ersten wissenschaftlichen digitalen Rekonstruktionen eines historischen Bauwerks stammt denn auch aus der Archäologie: Zwischen 1985 und 1989 wurde Mathrafal, eine frühmittelalterliche Buranlage in Wales, Großbritannien, die im 13. Jahrhundert zerstört wurde, digital rekonstruiert. <sup>13</sup> Unterstützung erhielt das Projekt vom IBM UK Scientific Centre sowie verschiedenen britischen Kulturinstitutionen. Vorgestellt wurde es auf der Konferenz Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA) im Jahr 1989. <sup>14</sup> Damit ist es das erste 3D-Modell eines archäologischen Monuments, das auf der 1973 gegründeten CAA präsentiert wurde. <sup>15</sup> Ziel des Projekts war es, mittels neuer Technologien im Bereich der Computergrafik die Funktion und Entwicklung der Buranlage zu erforschen. <sup>16</sup> Anhand der angewendeten Technologien konnten die Forscher in einem 3D-Modell des Geländes mehr Details erkennen, als zuvor bekannt waren. <sup>02</sup>



□ 02

3D-Modell der digital rekonstruierten Buranlage von Mathrafal in Wales, Großbritannien, Ende der 1980er Jahre. (Paul Reilly)

So zeichnete sich ein ovaler Bereich ab, der als Hof **bailey** gedeutet werden kann und bislang nicht in Mathrafal bekannt war. Diese und weitere durch neue Methoden erbrachte Erkenntnisse ergänzten bzw. widersprachen den bisherigen Forschungen und stellten sogar die Datierung der gesamten Anlage infrage. Aufgrund dieser Untersuchungen war es möglich, einen Plan für eine Ausgrabung zu erarbeiten, die 1989 durchgeführt wurde. <sup>17</sup> Diese Ausgrabung konnte in Verbindung mit der Auswertung historischer Quellentexte belegen, dass die einstige Annahme, Mathrafal sei prä-normannisch, nicht korrekt ist, die äußere Umgrenzung höchstwahrscheinlich erst zwischen 1200 und 1400 errichtet wurde. Diese Erkenntnisse stellten eine wichtige Bereicherung in der Erforschung von Mathrafal und weiterer historischer Anlagen in Wales dar.

■ 18

Vgl. Christopher J. Arnold, Jeremy W. Huggett, Paul Reilly u. C. Springham 1989 (s. 13), insbes. S. 150, 152.

■ 19

Ebd. S. 150.

■ 20

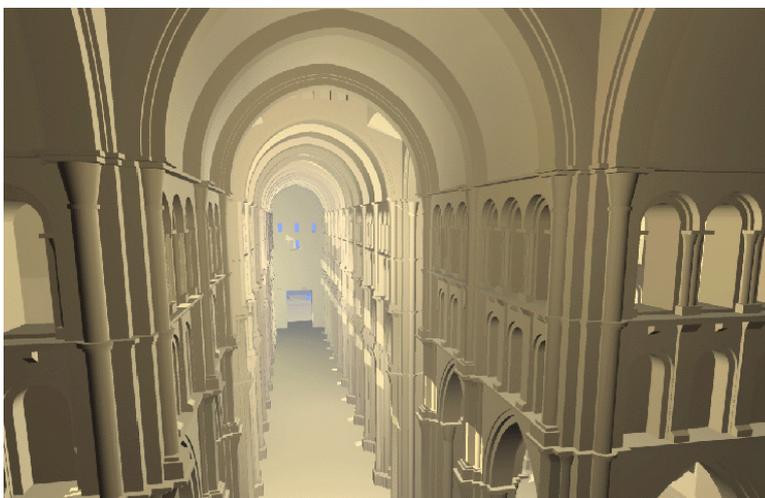
Ausführliche Informationen zur digitalen Rekonstruktion von Cluny III bietet: Manfred Koob, Die dreidimensionale Rekonstruktion und Simulation von Cluny III, in: Horst Cramer u. Manfred Koob (Hg.), Cluny. Architektur als Vision, Heidelberg 1993, S. 58–86, insbes. S. 58–59, 64, 78.

Technische Grundlage für die digitale Rekonstruktion der Burganlage von Mathrafal war das **WINchester Solid Modelling Programme (WINSOM)**. 18 Anhand dessen konnten die zuvor erhobenen geophysikalischen und topografischen Daten über das Untersuchungsgebiet in ein am Computer erstelltes »three-dimensional wire-frame surface, or digital terrain model« 19 eingefügt werden. Indem die Forscher zusätzlich Licht und Schatten in die Darstellung integrierten, war es möglich, sämtliche Elemente der historischen Anlage besser zu erkennen.

Ein Meilenstein in der Geschichte der digitalen Rekonstruktion von historischer Architektur mit kunsthistorischem Gegenstand stellt ein Projekt zu Cluny III dar, das nur wenig später in Deutschland realisiert wurde: 1989 erarbeitete der Architekt Manfred Koob mit seinen Kollegen der Firma **asb baudat** in Bensheim eine digitale Rekonstruktion der im 19. Jahrhundert zerstörten Abteikirche Cluny III in Burgund, Frankreich. 20 Das Ergebnis war ein vierminütiger Film, der das einstige Erscheinungsbild sowohl des Äußeren als auch des Inneren der Kirche mit einer simulierten Kamerafahrt darstellte 03 04.



□ 03  
Digitale Rekonstruktion von Cluny III, Außenansicht, 1989. (Architectura Virtualis GmbH, Kooperationspartner der Technischen Universität Darmstadt)

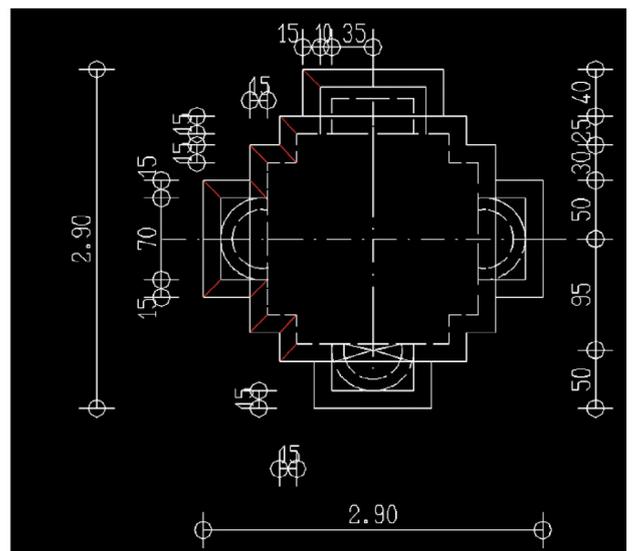
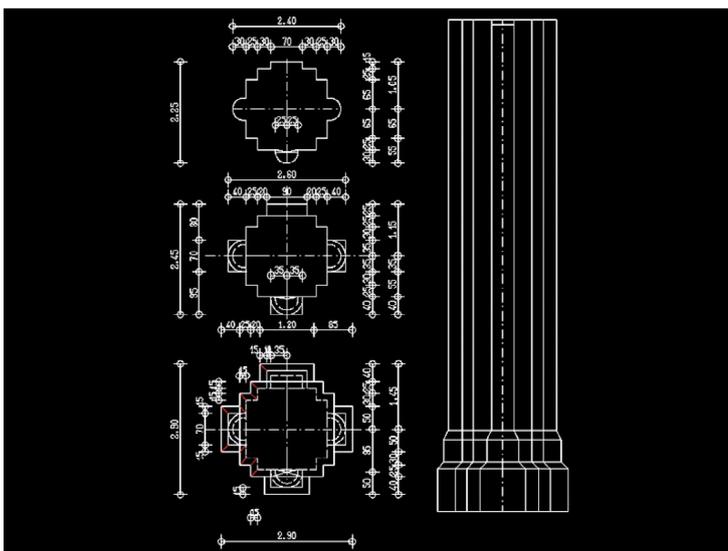
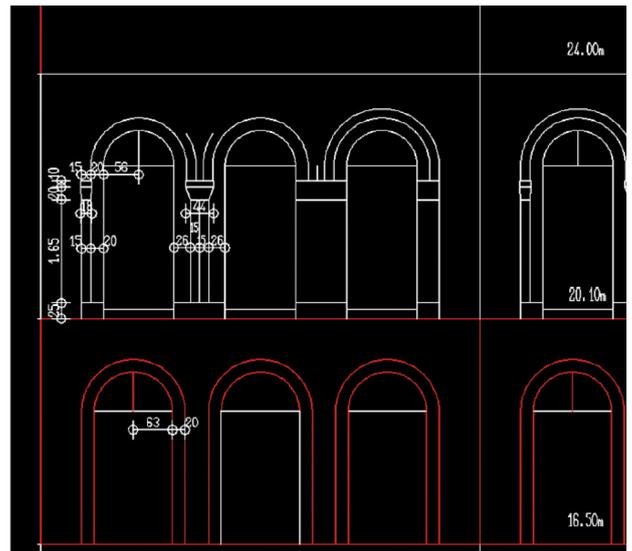
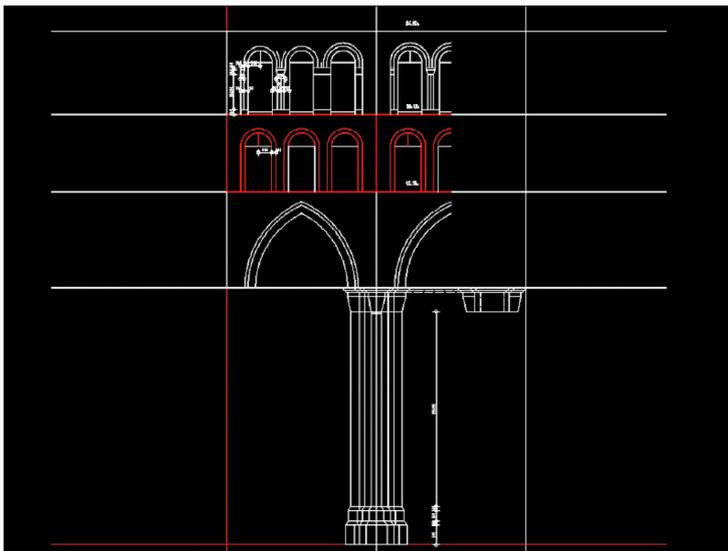


□ 04  
Digitale Rekonstruktion von Cluny III, Blick von der Vierung ins Hauptschiff Richtung Westen, 1989. (Architectura Virtualis GmbH, Kooperationspartner der Technischen Universität Darmstadt)

Gezeigt wurde er im öffentlich-rechtlichen Fernsehen, im Rahmen eines Dokumentarfilms über die Salier. Einzigartig an diesem Projekt war die Visualisierung eines solch komplexen Bauwerks – immerhin handelt es sich bei Cluny III um die zur Zeit ihrer Erbauung größte Kirche der Christenheit – mittels neuester Computertechnik. Die Herausforderung bestand darin, mit der damals zur Verfügung stehenden Technik alle Bauelemente zunächst zu konstruieren, in einer Datenbank zu verwalten und dann systematisch zu einem Modell zusammensetzen <sup>[05]</sup>.

□ 05

Bildschirmfotos aus dem Arbeitsprozess an der digitalen Rekonstruktion von Cluny III, 1989. (Architectura Virtualis GmbH, Kooperationspartner der Technischen Universität Darmstadt)



**■ 21**

Vgl. Paul Reilly, *Towards a virtual archaeology*, in: Sebastian Rahtz u. K. Lockyear (Hg.), *CAA90. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, Oxford 1991, S. 132–139, [https://proceedings.caaconference.org/files/1990/21\\_Reilly\\_CAA\\_1990.pdf](https://proceedings.caaconference.org/files/1990/21_Reilly_CAA_1990.pdf); Juan A. Barceló, *Virtual Museums. When Heritage does not exist*, in: K. T. Biró (Hg.), *A Közgyűtemények és a Tudomány Konferencia – Conference on Public Collections and Science*, Budapest, 1. – 2. Juli 1999, 2002, o. S., <http://www.ace.hu/tudvil/indexe.html>.

**■ 22**

Vgl. Paul Reilly 1991, S. 132–139, hier: S. 133.

**■ 23**

Vgl. Maurizio Forte u. Alberto Siliotti (Hg.), *Virtual Archaeology. Re-creating Ancient Worlds*, New York 1997.

**■ 24**

Vgl. dazu die Übersicht über die Beitragenden in der Publikation in ebd. S. 6.

**■ 25**

Vgl. Barbara-Jo Novitski (Hg.), *Rendering real and imagined buildings. The art of computer modeling from the Palace of Kublai Khan to Le Corbusier's Villas*, Gloucester, Massachusetts, 1998.

**■ 26**

Vgl. Ronald Stenvert, *Constructing the Past: Computer-Assisted Architectural-Historical Research. The application of image-processing using the computer and Computer-Aided Design for the study of the urban environment, illustrated by the use of treatises in seventeenth-century architecture*, Diss. o. O. 1991, S. 134.

**■ 27**

Vgl. Werner Müller, *Computersimulation spätgotischer Gewölbe. Ein Diskussionsbeitrag zum Thema »CAD als Ende der Baukunst«*, in: *Geschichte des Konstruierens IV. Konzepte SFB 230, Heft 33*, 1990, S. 144–153, hier: S. 144.

Durchgeführt wurde das Projekt mit der Software **speedikon**, das ein erst kurz zuvor entwickeltes 3D-Modul umfasste. Die wissenschaftliche Grundlage für diese Arbeit bildete die Forschung des Architekten Kenneth John Conant. Dass durch die Erstellung des 3D-Modells Unstimmigkeiten in der Forschung zu Cluny zutage traten, zeigt das große Potenzial, das digitale Rekonstruktionen für die Forschung haben. Allerdings hat dies bis heute noch nicht dazu geführt, dass sie sich als Standard in der kunstgeschichtlichen Wissenschafts-Community etabliert hätten.

In den 1990er Jahren nahm die Erstellung digitaler 3D-Modelle historischer Architektur stark zu, was sowohl auf die steigende Rechenleistung von Computern als auch auf die Weiterentwicklung spezieller Software zurückzuführen ist. Insbesondere in der Archäologie hatte diese Entwicklung große Auswirkungen. So ist es wohl kein Zufall, dass in diese Zeit auch die Einführung des Begriffs **Virtual Archaeology** fällt, geprägt im Jahr 1990 durch den Archäologen Paul Reilly in seinem Vortrag *Towards a virtual archaeology* auf der CAA-Konferenz. <sup>21</sup> Er sah insbesondere **Solid Modelling** und Hypertext als neue technologische Entwicklungen, die zur Datenauswertung und -repräsentation in der Archäologie zukünftig wichtige Instrumente sein würden. <sup>22</sup> Nur wenige Jahre später waren in der Archäologie bereits viele 3D-Projekte anzutreffen, wie das Buch *Virtual Archaeology. Re-creating Ancient Worlds* verdeutlicht, das 1997 der Archäologe Maurizio Forte mit Alberto Siliotti publizierte. <sup>23</sup> Insgesamt fünfzig Projekte zur digitalen Rekonstruktion historischer Architektur werden darin vorgestellt, die Bauwerke weltweit (antikes Griechenland, Römisches Reich, Afrika, Südamerika, China) aus einem weiten Zeitraum – von der Bronzezeit bis Anfang des Mittelalters – umfassen. Durchgeführt wurden sie überwiegend an Universitäten in Italien und Frankreich sowie an außeruniversitären Forschungsinstitutionen und Museen. <sup>24</sup>

Nicht nur in Europa, auch in Nordamerika wurden digitale Rekonstruktionen historischer Architektur in den 1990er Jahren erstellt. Ein Schwerpunkt lag hier im Bereich der universitären Architekturforschung. Dies verdeutlicht der von Barbara-Jo Novitski 1998 zusammengestellte Überblick, <sup>25</sup> in dem mehr als 20 unterschiedliche Projekte, vornehmlich durchgeführt an Architekturfakultäten in den USA und Kanada, vorgestellt werden. Gegenstand sind Bauwerke unterschiedlichster Epochen, von vor-christlicher Zeit bis zum 20. Jahrhundert. Novitskis Überblick verdeutlicht auch, dass der Erstellungskontext jeweils stark variierte. So beschäftigten sich einige Projekte mit der Rekonstruktion nicht mehr existierender Bauwerke, andere mit nie gebauten Entwürfen namhafter Architekten, wieder andere mit aus der Phantasie geborenen Bauten oder auch mit als Virtual-Reality-Anwendung konzipierten 3D-Modellen. Dieser Überblick kann stellvertretend für die große Spannweite des Forschungsinteresses im Bereich der digitalen Rekonstruktion historischer Architektur gesehen werden, wie es sich in den 1990er Jahren herausbildete.

Relativ spärlich anzutreffen waren jedoch 3D-Projekte, die von Kunsthistorikern initiiert und durchgeführt wurden. Ein möglicher Grund hierfür – insbesondere in der Frühphase digitaler Rekonstruktion – mögen mangelndes technisches Wissen <sup>26</sup> bzw. eine gewisse Skepsis gegenüber neuen Forschungswerkzeugen wie CAD sein. <sup>27</sup>

## ■ 28

Vgl. Karl-Eugen Kurrer, Werner Müller. Ein Nachruf, in: ARCH+, Nr. 175, 2005, S. 11.

## ■ 29

Vgl. ebd.

## ■ 30

Vgl. Willi Jäger, Werner Müller u. Norbert Quien, Gotische Ziergewölbe aus dem Computer, in: forschung. Das Magazin der Deutschen Forschungsgemeinschaft. spezial 2004, 2004, S. 48–51.

## ■ 31

Vgl. Werner Müller u. Norbert Quien, Computergraphik und Video nach Algorithmen spätgotischer Steinmetzkunst, in: Thomas W. Gaetgens (Hg.), Künstlerischer Austausch. Artistic Exchange. Akten des XXVIII. Internationalen Kongresses für Kunstgeschichte, Berlin, 15. – 20. Juli 1992, Bd. 3, Berlin 1993, S. 271–282, hier: S. 272.

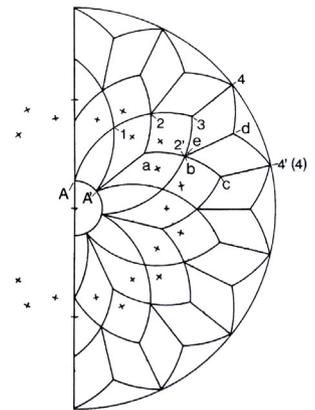
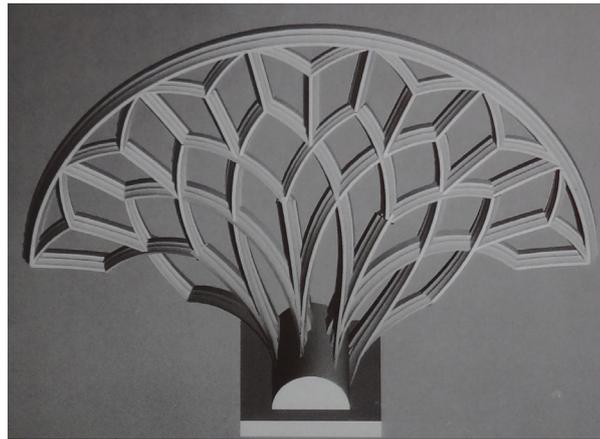
## ■ 32

Vgl. ebd. S. 276. Ein kurzer Bericht über das DFG-Projekt ist zu finden in: Willi Jäger, Werner Müller u. Norbert Quien 2004, (s. 30). Zur Laufzeit des Projekts vgl.: Werner Müller u. Norbert Quien, Hammer, Meißel und Computer – Spätgotik im rechten Maß, Ausstellung im Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim, Mannheim 1999, S. 2.

## ■ 33

Vgl. folgende Publikationen: Werner Müller u. Norbert Quien, Von deutscher Sondergotik. Architekturphotographie – Computergraphik – Deutung, Baden-Baden 1997 (= SAECVLA SPIRITALIA, Bd. 33); Werner Müller u. Norbert Quien, Spätgotik virtuell. Für und Wider die Simulation historischer Architektur, Weimar 1999; Werner Müller u. Norbert Quien, Virtuelle Steinmetzkunst der österreichischen und böhmisch-sächsischen Spätgotik: die Gewölbeentwürfe des Codex Miniatus 3 der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien, Petersberg 2005 (= Studien zur internationalen Architektur- und Kunstgeschichte, Bd. 37). Zur Ausstellung Hammer, Meißel und Computer. Spätgotik im rechten Maß im Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim (Juni 1999 – Januar 2000) erschien eine Begleitpublikation: Werner Müller u. Norbert Quien 1999.

Eine Ausnahme bildete die kunsthistorische Forschungsarbeit, die Werner Müller über mehrere Jahre hinweg in Kooperation mit dem Mathematiker Norbert Quien leistete. 28 Ihre der digitalen Rekonstruktion von gotischen Gewölben gewidmete Zusammenarbeit währte vom Ende der 1980er Jahre bis zum Tode Müllers im Jahr 2005. 29 Die Quellen für ihre computertechnischen Visualisierungen bildeten historische Gewölbegrundrisse aus der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien und dem Historischen Archiv der Stadt Köln. 30 Die dort befindlichen abstrakten Konstruktionszeichnungen übertrugen sie anhand von Algorithmen in dreidimensionale Rippen- gewölbe, die auf einem Computerbildschirm visualisiert wurden 06. 31



□ 06

1991 digital rekonstruiertes Rippensystem (links) mit Hilfsgrundriss (rechts), basierend auf einem aus dem 16. Jahrhundert stammenden historischen Grundriss, der im Manuskript W\* 276, fol. 20r (Historisches Archiv der Stadt Köln) abgebildet ist. (Werner Müller und Norbert Quien)

Ihr Anliegen, den Entwurfsvorgang gotischer Gewölbe darzustellen, setzten sie beginnend mit dem DFG-Projekt CAD spätgotischer Gewölbe zwischen 1989 und 1993 an der Universität Heidelberg mit dem Projektleiter Willi Jäger um. 32 In den folgenden Jahren publizierten sie einige Bücher zu ihrem Forschungsthema und stellten ihre Arbeit in Ausstellungen der Öffentlichkeit vor. 33

## B.3 Etablierung in der Forschungslandschaft – Protagonisten

Zunehmenden Rückhalt und Legitimation erhielten digitale Rekonstruktionsprojekte in den 1990er Jahren durch die Gründung von Forschungsgruppen und spezialisierten Einrichtungen, die sich an Universitäten formierten. <sup>34</sup> Als frühes Beispiel ist hier das **Environmental Simulation Center (ESC)** zu nennen, das 1991 in New York ins Leben gerufen wurde und noch heute existiert. <sup>35</sup> Zunächst angegliedert an die **New School for Social Research** in New York, ist es inzwischen als unabhängiges Non-Profit-Institut in stadtplanerischen Angelegenheiten beratend tätig und nutzt für seine Tätigkeit modernste Technologien. 1993 konnte es mit der Computersimulation einer Straßenflucht in Lower Manhattan zwischen verschiedenen Interessensvertretern vermitteln <sup>07</sup><sup>08</sup>. Die digitale Visualisierung führte allen Beteiligten die unterschiedlichen Lösungsvorschläge für die Umgestaltung der Straßenflucht objektiv vor Augen und diente so als Entscheidungsgrundlage.

■ 34

Vgl. Heike Messemer 2016, S. 21–54, hier: S.39.

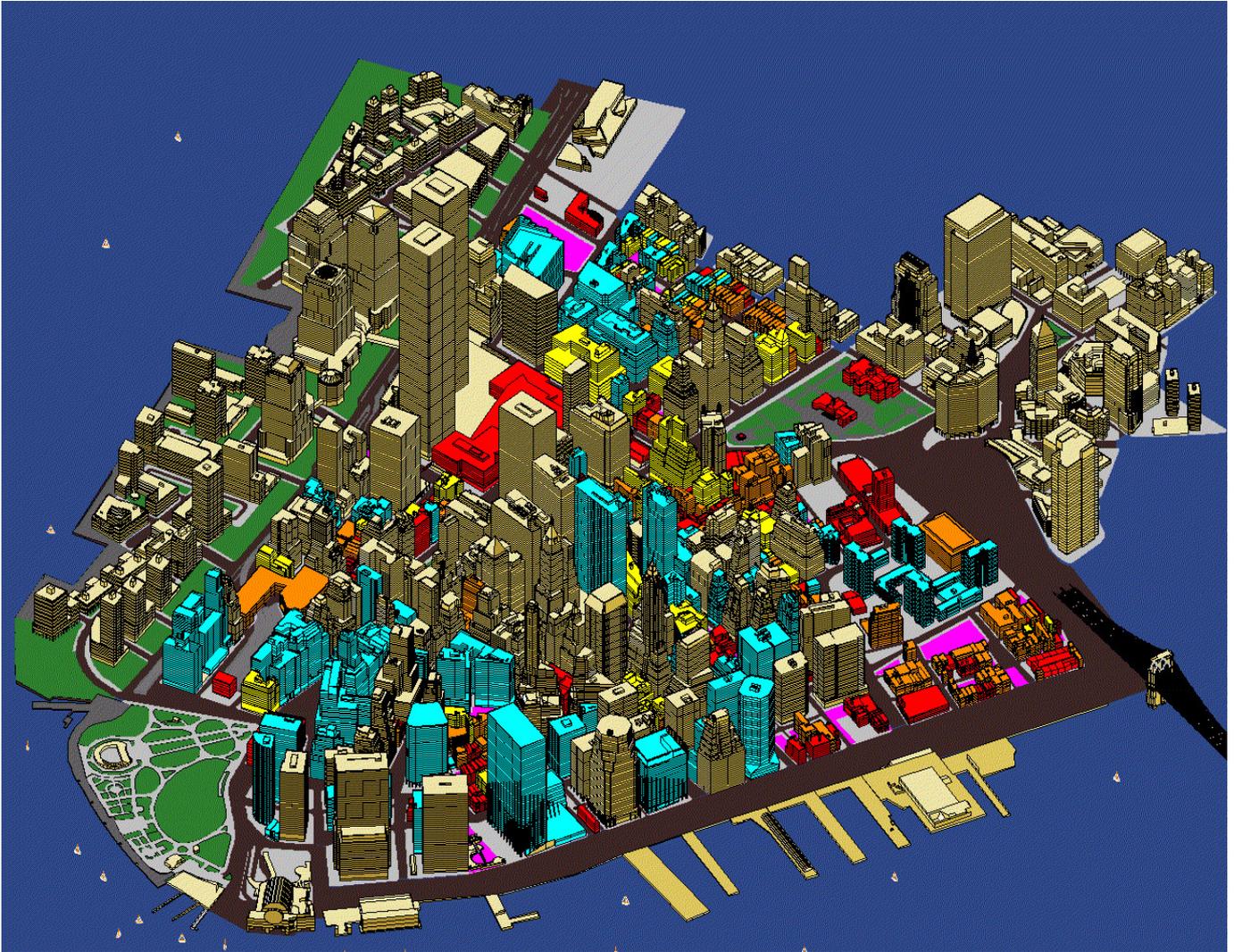
■ 35

Die Webseite des ESC bietet Informationen zur Institution und ihren Projekten: <http://www.simcenter.org/>. In folgender Publikation sind insbesondere Details zum Projekt in Lower Manhattan zu finden: James Steele, **Architektur und Computer. Planung und Konstruktion im digitalen Zeitalter**, München 2001, insbes. S. 45.

□ 07

Digitale Rekonstruktion der Upper East Side in New York mit unterschiedlichen Bebauungsszenarien, 1993. (Environmental Simulation Center)





■ 36

Inzwischen hat das **Experiential Technologies Center (ETC)** an der **UCLA** die Aufgaben des **CVRLab** übernommen. Vgl. Diane Favro, *In the eyes of the beholder: Virtual Reality re-creations and academia*, in: Lothar Haselberger (Hg.), *Imaging ancient Rome. Documentation, visualization, imagination. (Proceedings of the Third Williams Symposium on Classical Architecture, 20. – 23. Mai 2004 in Rom), Portsmouth 2006*, S. 321–334, hier: S. 321; **Webseite des ETC: <http://etc.ucla.edu/about/>**. Umfangreiche Informationen zum **CVRLab** sind zu finden in: Bernard Frischer, *Mission and recent projects of the UCLA Cultural Virtual Reality Laboratory*, in: *Tiré-à-part des Actes du colloque. Virtual Retrospect 2003*, 6. – 7. November 2003 in Biarritz (France), Bordeaux 2004 (= *Archéovision*, Bd. 1), S. 65–74, insbes. S. 65–66.

□ 08

Digitales 3D-Modell von Lower Manhattan, 1993. (Environmental Simulation Center)

1997 gründeten der Archäologe Bernard Frischer und die Architekturhistorikerin Diane Favro das **Cultural Virtual Reality Laboratory (CVRLab)** an der **University of California in Los Angeles (UCLA)**. **36** Das **CVRLab** widmet sich vorrangig der Erstellung wissenschaftlicher 3D-Modelle von Stätten des kulturellen Erbes. Zudem treibt es die Anwendung dieser Modelle in unterschiedlichen Bereichen voran und führt Studierende in die Nutzung der Virtual-Reality-Technologie zur Erforschung des kulturellen Erbes ein. Um die Wissenschaftlichkeit und Verlässlichkeit der im **CVRLab** erarbeiteten 3D-Modelle zu gewährleisten, wurde ein aus Experten gebildetes **Scientific Committee** eingesetzt, das mit den Modellierern eng zusammenarbeitet.

## ■ 37

Ausführliche Informationen zum Projekt Rome Reborn sind zu finden in u. a.: Bernard Frischer, Diane Favro, Paolo Liverani, Sible De Blaauw u. Dean Abernathy, *Virtual Reality and Ancient Rome: The UCLA Cultural VR Lab's Santa Maria Maggiore Project*, in: Juan A. Barceló, Maurizio Forte u. D. H. Sanders (Hg.), *Virtual Reality in Archaeology*, Oxford 2000 (= *British Archaeological Reports, International Series S 843*), S. 155–162; Bernard Frischer, Dean Abernathy, Fulvio Cairoli Giuliani, Russell T. Scott u. Hauke Ziemssen, *A new digital model of the Roman Forum*, in: Lothar Haselberger (Hg.), *Imaging ancient Rome. Documentation, visualization, imagination. (Proceedings of the Third Williams Symposium on Classical Architecture, 20.-23. Mai 2004 in Rom)*, Portsmouth 2006, S. 163–182; Gabriele Guidi, Bernard Frischer u. Ignazio Lucenti, *Rome Reborn – Virtualizing the Ancient Imperial Rome*, in: Fabio Remondino u. Sabry El-Hakim (Hg.), *Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, Proceedings of the 2nd ISPRS International Workshop, 3D-ARCH 2007, ETH Zürich, 12.-13. Juli 2007, o. O. 2007 (= International Archives of Photogrammetry, Remote-Sensing and Spatial Information Science, Bd. XXXVI-5/W47)*, o. S., [http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/5-W47/pdf/guidi\\_etal.pdf](http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/5-W47/pdf/guidi_etal.pdf).

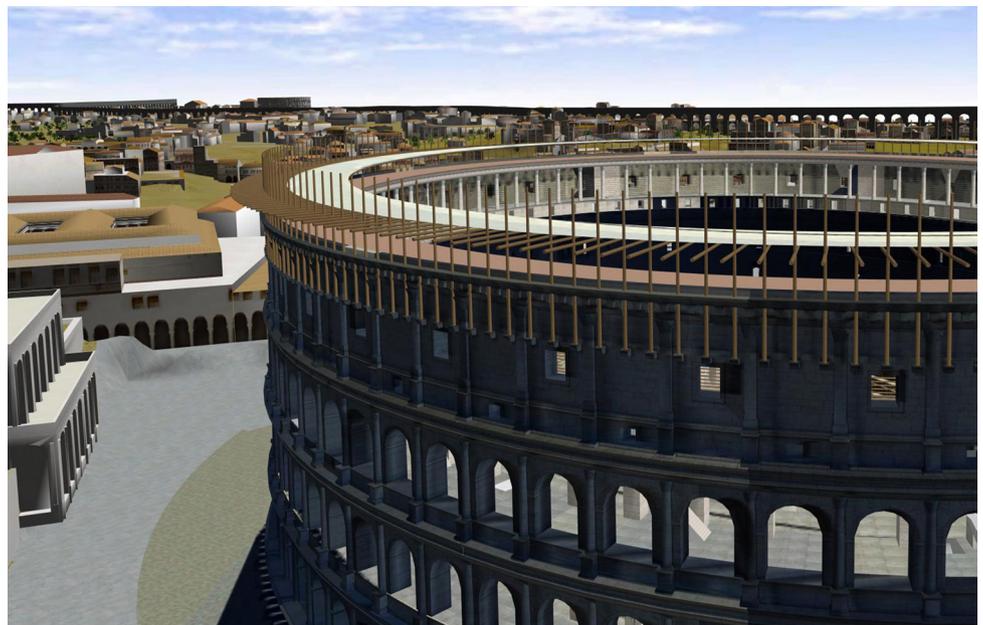
## ■ 38

Einen Überblick vor allem zum aktuellen Stand bietet die Webseite des Projekts Rome Reborn: <https://www.romereborn.org/content/aboutcontact>.

Das bislang umfangreichste Projekt des CVRLab ist Rome Reborn. <sup>37</sup> Das international ausgerichtete Langzeitprojekt umfasst ein digitales 3D-Modell des antiken Rom, das bis heute in Arbeit ist. <sup>38</sup> Ziel des bereits 1995 begonnenen und seit 1998 an das CVRLab angeschlossenen Projekts ist es, Rom in einem Zeitraum von etwa 1000 v. Chr. bis etwa 550 n. Chr. darzustellen. Als Startpunkt der digitalen Rekonstruktionen wählten die Projektleiter in Abstimmung mit dem Scientific Committee das Jahr 320 n. Chr., denn zu diesem Zeitpunkt befand sich Rom in Bezug auf seine städtebauliche Entwicklung auf einem Höhepunkt. Zudem liegen aus dieser Zeit die meisten archäologischen Funde vor, die somit eine auf relativ sicheren Befunden basierende Rekonstruktion ermöglichen. Eine erste Version des digitalen 3D-Modells von Rom, *Rome Reborn 1.0*, wurde 2007 fertiggestellt. Sie visualisiert das hügelige Gelände der Stadt mit tausenden Gebäuden sowie Wasserläufen innerhalb der spätantiken Aurelianischen Mauer <sup>09</sup>.

□ 09

Digitale Rekonstruktion des Kolosseums in Rom, 2008. (Model: The Regents of the University of California; Image: The Board of Visitors of the University of Virginia)



Die Bauten sind in zwei Detailgraden dargestellt, abhängig von der vorliegenden Quellenlage: 250 Gebäude konnten hinsichtlich ihrer Lage, Gestaltung und Bestimmung detailliert visualisiert werden. Die übrigen Bauten hingegen wurden nur schematisch dargestellt. Nur ein Jahr später wurde **Rome Reborn 2.0** mit umfangreichen Verbesserungen gegenüber der Vorgängerversion veröffentlicht. So konnten aufgrund archäologischer Forschungen beteiligter Institutionen beispielsweise die zuvor nur schematisch mit Texturen visualisierten Bauten nun geometrisch modelliert werden. Zudem wurden 32 Gebäude, die mit dem höchsten Detailierungsgrad erstellt wurden, in das Format von 3D Studio Max umgewandelt. Die 2012 veröffentlichte Version, **Rome Reborn 2.2**, beinhaltet Visualisierungen weiterer bedeutender Bauwerke sowie animierte Bewohner <sup>10</sup>. **39**

## ■ 39

Vgl. Webseite von Rome Reborn: <https://romereborn.org/website-announcement>; Video zu Rome Reborn 2.2: <https://www.youtube.com/watch?v=riEwjgbYs>.



## □ 10

Digitale Rekonstruktion des Kolosseums in Rom, 2008–2012. (Elements of the model: The Regents of the University of California 2008, Université de Caen Basse-Normandie 2011, Frischer Consulting 2012; Image: Bernard Frischer 2012)

## ■ 40

Bereits 2006 erfolgte ein Aufruf zur **Mitwirkung**. Vgl. Bernard Frischer, Dean Abernathy, Fulvio Cairolì Giuliani, Russell T. Scott u. Hauke Ziemssen 2006, S. 182. Die folgende Webseite zum Projekt, die seit 2018 nicht mehr online verfügbar ist, informierte über Möglichkeiten zur Beitragseinreichung zu Rome Reborn: <http://romereborn.frischerconsulting.com/about.php>.

Forscher weltweit konnten zur Weiterentwicklung des digitalen Modells von **Rome Reborn** beitragen, indem sie einen Artikel zum Thema in dem peer-reviewed Online-Journal **Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage** publizierten. In diesem ist es auch möglich, interaktive 3D-Modelle zu veröffentlichen. <sup>40</sup>

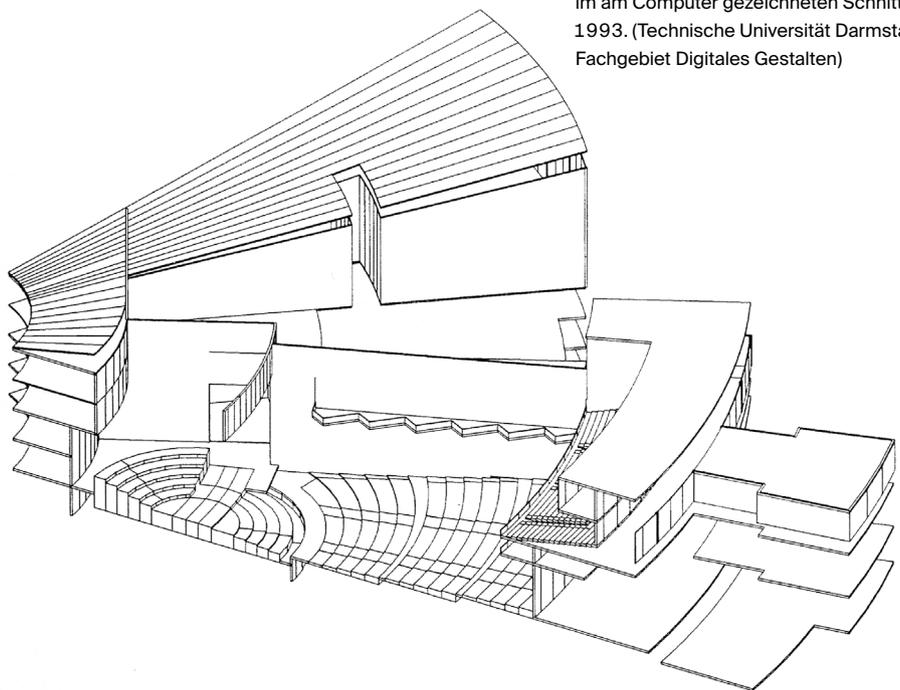
Die Beiträge konnten anschließend in **Rome Reborn** aufgenommen werden. Für das Projekt stellte dies eine Möglichkeit dar, rascher sein übergeordnetes Ziel zu erreichen: ein komplettes digitales Modell des antiken Rom zu erstellen. Das administrative Zentrum des internationalen Langzeitprojekts **Rome Reborn** liegt seit 2009 in der von Bernard Frischer Ende der 1990er Jahre gegründeten Firma **Frischer Consulting Inc.**, die auch als Geldgeber fungiert.

Auch in Europa bildeten sich seit den 1990er Jahren universitäre Forschungsschwerpunkte heraus, die sich verstärkt mit digitalen Technologien in der Kunst- und Architekturgeschichte beschäftigten. An der TU Darmstadt beispielsweise legte Anfang der 1990er Jahre der damals als Gastprofessor tätige Architekt Manfred Koob (gest. 2011) im Fachbereich Architektur den Fokus auf digitale Rekonstruktionen historischer Bauten.<sup>41</sup> Das erste Projekt, das im Rahmen des damals neuen Fachgebiets **CAD in der Architektur** realisiert wurde, umfasste die digitale Rekonstruktion heute nicht mehr existierender Bauten bzw. nie umgesetzter Bauentwürfe namhafter Architekten und Künstler am Bauhaus und der damaligen europäischen Avantgarde.<sup>42</sup> Als Seminar konzipiert, stellte dieses Projekt ein Experiment dar, die technische Ausbildung der Studierenden im Bereich des CAD mit der Auseinandersetzung mit einem Architekten bzw. Künstler zu verbinden. Das Ergebnis waren digitale 3D-Modelle, die auf Grundlage von historischen Plänen und Schriften der Architekten mit der Software **speedikon** erstellt worden waren. In Form von kurzen Animationssequenzen und ausgedruckten Bildern einzelner Sequenzen wurden sie 1993 auch in einer Ausstellung präsentiert.<sup>43</sup>

Beispielsweise rekonstruierte ein Student den von Walter Gropius vorgelegten Entwurf für den **Palast des Sowjet**<sup>11</sup><sup>12</sup>.<sup>44</sup>

□ 11

Digitale Rekonstruktion des von Walter Gropius entworfenen Palasts des Sowjet im am Computer gezeichneten Schnitt, 1993. (Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Digitales Gestalten)



■ 41

Vgl. Webseite des Fachgebiets **Digitales Gestalten am Fachbereich Architektur der TU Darmstadt**: [http://www.dg.architektur.tu-darmstadt.de/dg/forschung\\_dg/digitale\\_rekonstruktionen/projekte.de.jsp](http://www.dg.architektur.tu-darmstadt.de/dg/forschung_dg/digitale_rekonstruktionen/projekte.de.jsp); Manfred Koob, **Weiche Werkzeuge – Neue Gedächtnisse**, in: Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet »CAD in der Architektur« (Hg.), **Bauhaus – Avantgarde der 20er Jahre. Architektur als Vision. CAD-Simulationen von Entwürfen und nicht gebauten bzw. nicht mehr existierenden Projekten der beginnenden Moderne**, Heidelberg 1994, S. 12–18, hier: S. 12.

■ 42

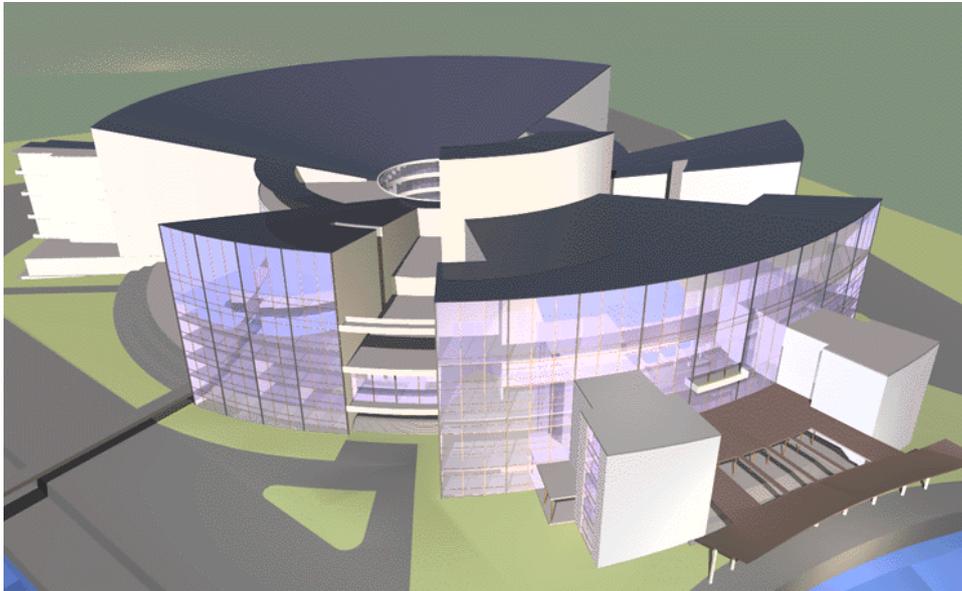
Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet »CAD in der Architektur« (Hg.), **Bauhaus – Avantgarde der 20er Jahre. Architektur als Vision. CAD-Simulationen von Entwürfen und nicht gebauten bzw. nicht mehr existierenden Projekten der beginnenden Moderne**, Heidelberg, 1994. Zur Umsetzung dieses Projekts vgl. Manfred Bernhardt, **CAD-Bearbeitung der Projekte**, in: Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet »CAD in der Architektur« (Hg.) 1994, S. 9–11, hier: S. 9.

■ 43

Vgl. Manfred Koob, **Die Bauhaus-Ausstellung**, in: Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet »CAD in der Architektur« (Hg.) 1994 (s. 42), S. 152.

■ 44

Der Entwurf von Walter Gropius wird erläutert in: Lars Urspruch u. Torsten Butz, **Walter Gropius. Palast des Sowjet**, in: Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet »CAD in der Architektur« (Hg.) 1994 (s. 42).



□ 12

Digitale Rekonstruktion des von Walter Gropius entworfenen Palasts des Sowjet als texturiertes CAD-Modell, 1993. (Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Digitales Gestalten)

■ 45

Vgl. Boris Schlörb u. Christian Volkmann, Le Corbusier. Palast des Sowjet, in: Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet »CAD in der Architektur« (Hg.) 1994, S. 128–131, hier: S. 128.

■ 46

Ausführliche Informationen zu den Synagogen-Rekonstruktionen an der TU Darmstadt sind zu finden in: Marc Grellert, Immaterielle Zeugnisse. Synagogen in Deutschland. Potentiale digitaler Technologien für das Erinnern zerstörter Architektur, Bielefeld 2007, S. 286ff.

■ 47

Folgender Ausstellungskatalog ist hier beispielhaft zu nennen: Synagogen in Deutschland. Eine virtuelle Rekonstruktion, Ausstellung in der Kunst- und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland, Bonn, 17. Mai – 16. Juli 2000, Darmstadt u. a. 2004.

Im Rahmen der 1931 durchgeführten zweiten Runde des Wettbewerbs für einen Baukomplex, der gegenüber dem Kreml realisiert werden sollte, waren auch westliche Architekten eingeladen. Das Gebäude sollte mehrere Versammlungssäle mit Platz für insgesamt über 20.000 Zuschauer bieten sowie im Außenbereich Großveranstaltungen für bis zu 50.000 Menschen ermöglichen. <sup>45</sup> Gropius plante einen auf konzentrischen Kreisen beruhenden Bau. Da dessen streng formaler Stil nicht dem Geschmack der Wettbewerbsausrichter entsprach, wurde sein Entwurf abgelehnt.

Mitte der 1990er Jahre initiierte Koob gemeinsam mit dem Architekten Marc Grellert die digitale Rekonstruktion zahlreicher einst in Deutschland existierender, während des Nationalsozialismus jedoch zerstörter Synagogen <sup>13</sup><sup>14</sup>. <sup>46</sup> In einzelnen abgeschlossenen Teilprojekten widmeten sie sich der computergestützten Rekonstruktion des verlorenen kulturellen Erbes. Die Ergebnisse ihrer Arbeit präsentierten sie in öffentlichen Ausstellungen und zugehörigen Katalogen. <sup>47</sup>



□ 13  
Außenansicht der digital rekonstruierten Synagoge am Börneplatz in Frankfurt am Main, ca. 1995. (Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Digitales Gestalten)



□ 14  
Blick von der Empore in den Hauptraum der digital rekonstruierten Synagoge am Börneplatz in Frankfurt am Main, ca. 1995. (Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Digitales Gestalten)

## ■ 48

Vgl. Webseite der Architectura Virtualis: <http://www.architectura-virtualis.de/projekte/index.php?lang=de>.

## ■ 49

Informationen zum KVL und dessen Projekten bieten die zugehörige Webseite: <http://www.kvl.cch.kcl.ac.uk/about.html>, sowie das zugehörige Wiki: [https://wiki.digitalclassicist.org/King%27s\\_Visualisation\\_Lab](https://wiki.digitalclassicist.org/King%27s_Visualisation_Lab).

## ■ 50

Vgl. Webseite des KVL: <http://www.kvl.cch.kcl.ac.uk/funding.html>. Das Kilmartin Valley Project wird auf der folgenden Webseite erläutert: <http://www.kvl.cch.kcl.ac.uk/kilmartin.html>.

Eine Besonderheit ihrer Projekte ist, dass sie Zeitzeugen hinzuziehen, um mit deren Hilfe ansonsten verlorene Informationen zu den zerstörten jüdischen Gotteshäusern ergänzen zu können. Seitdem Koob und Grellert im Jahr 2000 die Firma **Architectura Virtualis GmbH** aus der TU Darmstadt ausgründeten, haben sie in enger Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet **Informations- und Kommunikationstechnologie in der Architektur** der TU Darmstadt und weiteren Institutionen 3D-Modelle einer Vielzahl an historischen Bauten erarbeitet. <sup>48</sup>

Ein weiterer universitärer Schwerpunkt bildete das **King's Visualisation Lab (KVL)** in London, das angegliedert an das **Department of Digital Humanities** des **King's College London** zwischen 2005 und 2015 aktiv war. <sup>49</sup> Bereits 1996 wurde dessen Vorläufer, das **Visualisation Team**, von dem Theaterwissenschaftler Richard Beacham an der University of Warwick gegründet. Von Anfang an lag ein wichtiger Fokus auf der digitalen Modellierung historischer Gebäude. Eines der frühesten Projekte ist das **Kilmartin Valley Project**, das 1997 in Zusammenarbeit mit dem **Department of Archaeology** der **University of Glasgow** realisiert wurde <sup>15</sup>. <sup>50</sup> Ziel war es, in mehreren 3D-Rekonstruktionen einzelne Entwicklungsphasen des Dunadd Fort zu erstellen, des ersten Sitzes der schottischen Könige.



## □ 15

3D-Visualisierung des Fort-Dunadd-Komplexes im Rahmen des Kilmartin Valley Projects, 1997. (Martin Blazeby & Drew Baker, King's Visualisation Lab, King's College London)

## ■ 51

Eine Übersicht über realisierte Projekte des KVL ist zu finden auf dessen Webseite: <http://www.kvl.cch.kcl.ac.uk/projects.html>.

## ■ 52

Detaillierte Informationen zur CAA bietet deren Webseite: <http://caa-international.org/about/>.

So entstanden virtuelle Flüge über die historische Anlage, QuickTime-Panoramen sowie ein interaktives Spiel. In den darauffolgenden Jahren wurden unter Leitung von Richard Beacham zahlreiche weitere digitale Rekonstruktionen, darunter einige von historischen Theaterarchitekturen, realisiert. <sup>51</sup>

Neben Forschungseinrichtungen haben einschlägige Konferenzen als rahmengebende und als Diskussionsforen dienende Veranstaltungen großen Einfluss auf die Weiterentwicklung digitaler Rekonstruktionen historischer Architektur sowie deren Etablierung in der Forschung. Die bereits zuvor erwähnte internationale Organisation CAA veranstaltet seit ihrer Gründung 1973 jährliche Konferenzen. <sup>52</sup> Ihr Ziel ist es, Experten unterschiedlicher Disziplinen zu vernetzen, um ihre Forschung in der Archäologie unter Anwendung von Computertechnologien zu präsentieren und zu diskutieren. Seit Ende der 1980er

## ■ 53

Vgl. dazu die Beiträge in den Proceedings, die auf der Website der CAA zugänglich sind: <http://proceedings.caaconference.org/>.

## ■ 54

Vgl. dazu beispielsweise CAA 2017 <https://2017.caaconference.org/program/> oder auch CAA 2015 <https://2015.caaconference.org/sessions/>.

## ■ 55

Vgl. Website der EVA London: <http://www.eva-london.org/about/>.

## ■ 56

Vgl. Website der EVA Berlin: <https://www.eva-berlin.de/international.html>.

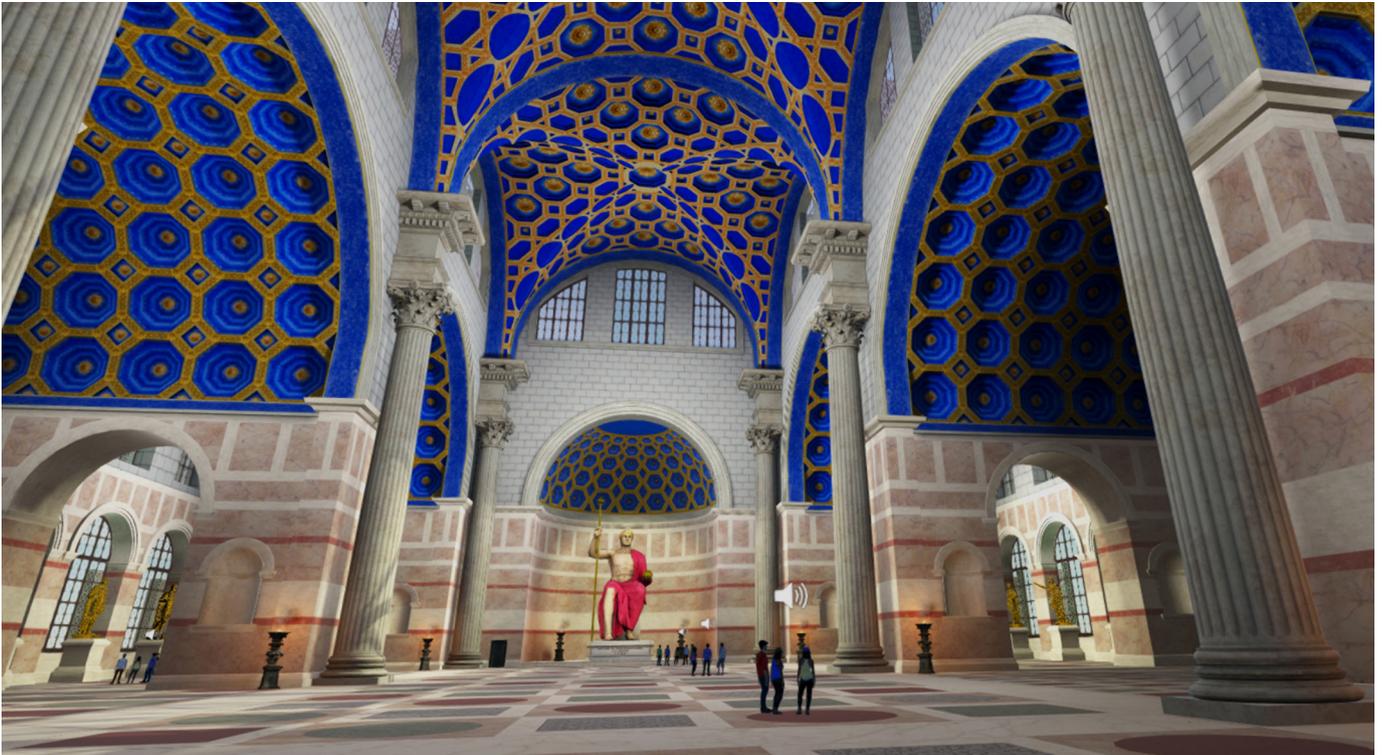
Jahre werden in diesem Rahmen zunehmend Forschungsprojekte vorgestellt, die die Erstellung von digitalen 3D-Rekonstruktionen von historischer Architektur und Artefakten beinhalten. <sup>53</sup> Die bis heute ungebrochene Aktualität und Relevanz dieser Konferenzen zeigt sich in ihren umfangreichen Programmen und der hohen Anzahl an Beiträgen. <sup>54</sup> Aber auch in den 1990er Jahren wurden neue Konferenzformate ins Leben gerufen. So fand 1990 in London die erste Konferenz EVA (Electronic Visualisation and the Arts) statt, deren Fokus auf der Anwendung neuer Technologien im Kulturbereich liegt. <sup>55</sup> Inzwischen finden auch in Berlin, Florenz und Moskau regelmäßige EVA-Konferenzen statt, die sich jeweils einem eigenen Thema widmen. <sup>56</sup> Sie sind ein Forum, das Experten aus den Bereichen Wissenschaft, Technik und Kulturinstitutionen zusammenbringt und den gegenseitigen Ideenaustausch fördert.

## B.4 Ausblick

Digitale Rekonstruktionen historischer Architektur vollzogen seit ihren Anfängen in den 1980er Jahren große Entwicklungsschritte. Als essenzielle Träger dieser Entwicklung erweisen sich (universitäre) Forschungseinrichtungen, die wissenschaftlich fundierte 3D-Modelle erstellen und in Forschungskontexte einbinden. Einschlägige Konferenzen dienen der Verbreitung und Diskussion neuer Methoden und Ansätze. Dabei gewinnt die Veröffentlichung von Forschungsergebnissen in Form von 3D-Modellen zunehmend an Bedeutung. Die Bandbreite für Anwendungsmöglichkeiten von digitalen Rekonstruktionen wächst rasant, nicht zuletzt aufgrund der Innovationen in der Computertechnik. So erfuhr beispielsweise das Langzeitprojekt **Rome Reborn** Anfang 2017 eine grundlegende technische Erweiterung: In Form von **Rome Reborn VR** wurde eine Virtual-Reality-Anwendung erarbeitet und schließlich 2018 veröffentlicht, die beispielsweise über **Oculus Rift** und **Samsung Gear VR** zugänglich ist. Hierzu werden derzeit eine Reihe von Apps entwickelt, die bedeutende Bauwerke wie das Pantheon oder die Maxentiusbasilika umfassen <sup>16</sup>. <sup>57</sup>

## ■ 57

Vgl. die Vorschau auf das Projekt **Rome Reborn VR** auf YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=Jlj9i8sJ9tE>. Für Informationen zum aktuellen Stand des Projekts vgl. die zugehörige Website: <https://www.romereborn.org/>.



□ 16

Digitale Rekonstruktion der Maxentiusbasilika in Rom, Bildschirmfoto der VR-Anwendung *Rome Reborn VR*, 2017. (Frischer Consulting, Inc. 2017. All rights reserved.)

Dadurch kann ein Benutzer die digital rekonstruierten historischen Gebäude unmittelbar selbstständig erleben. Sogenannte Head Mounted Displays sind in den letzten Jahren technisch so weit ausgereift, dass Geräte wie **Samsung Gear VR** allgemein erschwinglich geworden sind. Es ist nur eine Frage der Zeit, wann sämtliche Forschungsprojekte standardmäßig auch Virtual-Reality-Anwendungen ihrer 3D-Modelle anbieten.

Die digitale Rekonstruktion historischer Architektur erhält in Zeiten weltweiter politischer Unruhen und zunehmender Naturkatastrophen neues Gewicht und gewinnt an Relevanz. Das Bewahren kulturellen Erbes und die Unterstützung der Erinnerung daran wird von kulturpolitischer und akademischer Seite zunehmend forciert. Im Jahr 2003 gründete der irakischstämmige Ingenieur Ben Kacyra die Non-Profit-Organisation **CyArk** in Kalifornien, USA. <sup>58</sup> Das Ziel von **CyArk** ist es, weltweit kulturelles Erbe unter Verwendung von neuester Technologie digital zu bewahren, in Daten zu überliefern und in einer frei zugänglichen 3D-Bibliothek online zur Verfügung zu stellen. Hintergrund dieser Mission ist, kulturelle Stätten für nachfolgende Generationen zu bewahren, bevor sie mutwilliger Zerstörung, Naturkatastrophen oder auch dem der Zeit geschuldeten Verfall anheimfallen. Auf der Webseite von **CyArk** befinden sich bereits über 100 Projekte, die historische Bauwerke vom Mittelalter bis heute (z. B. der Tower of London, die Kathed-

■ 58

Für Informationen zu Ben Kacyra vgl. Webseite von TED: [http://www.ted.com/speakers/ben\\_kacyra](http://www.ted.com/speakers/ben_kacyra). Hintergrundinformationen zu CyArk sind auf der zugehörigen Webseite zu finden: <http://www.cyark.org/about/>.

## ■ 59

Vgl. Webseite von CyArk: <http://www.cyark.org/projects/>.

## ■ 60

Das Projekt zur digitalen Rekonstruktion von St. Sebald ist im Projektarchiv von CyArk dokumentiert: <http://archive.cyark.org/3d-historical-reconstruction-of-the-churchs-north-facade-media>.

## ■ 61

Alle Fotos, 3D-Modelle, Videos etc. sind in der Mediengalerie zu St. Sebald im Projektarchiv von CyArk zugänglich: <http://archive.cyark.org/saint-sebald-church-gallery-all>.

rale von Beauvais, das Brandenburger Tor in Berlin, das Opernhaus in Sydney), antike Stätten, aber auch kulturelle Stätten und Landschaften digital rekonstruiert dokumentieren. <sup>59</sup>

Als ein Beispiel für die umfangreiche Dokumentation von historischen Bauwerken in CyArk kann die digitale Rekonstruktion der Kirche St. Sebald in Nürnberg genannt werden <sup>17</sup>. <sup>60</sup> Anlässlich der Feierlichkeiten für den 50. Jahrestag der Wiedereinweihung des Gotteshauses 2007 wurde sowohl der aktuelle Zustand der Kirche per Laserscan und HD-Fotografie dokumentiert als auch eine digitale Rekonstruktion der Baugeschichte erstellt. So entstanden digitale 3D-Modelle auf Basis historischer Quellen, die die bauliche Entwicklung von St. Sebald in mehreren Phasen seit der Erbauung in den 1230er Jahren darstellen. Ein Video dieser digitalen Rekonstruktion wurde in einer Ausstellung 2007 präsentiert und ist heute neben zahlreichen zeitgenössischen und historischen Fotos sowie interaktiven 3D-Modellen über das Projektarchiv von CyArk öffentlich zugänglich. <sup>61</sup> 3D-Projekte, die wie das zu St. Sebald auch kunsthistorische Forschung umfassen, sind allerdings noch in der Unterzahl innerhalb des CyArk-Archivs. Hier zeigt sich ein wichtiges Desiderat, das es zu füllen gilt.

Initiativen wie die hier vorgestellten sind somit nur der Anfang. Innovative Technologien, erschwingliche Hard- und Software sowie wachsendes technisches Know-how und Interesse in verschiedenen akademischen Disziplinen versprechen weitere Fortschritte und Innovationen im Bereich der Rekonstruktion historischer Architektur – vor allem auch in der Kunstgeschichte.

## □ 17

Digitale Rekonstruktion der Kirche St. Sebald in Nürnberg mit hochgotischen Umbauten. Still aus einem Video, das im Rahmen der Feierlichkeiten zum 50. Jahrestag der Wiedereinweihung der Kirche 2007 erstellt wurde. (Robert Frank, Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege; Image: CyArk, licensed under Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0)

