

Kapitel 4

→ Die 1990er-Jahre – Institutionalisierung

Publiziert in: Messemer, Heike, Digitale 3D-Modelle historischer Architektur. Entwicklung, Potentiale und Analyse eines neuen Bildmediums aus kunsthistorischer Perspektive. Heidelberg: arthistoricum.net ART-Books, 2020 (Computing in Art and Architecture, Band 3). DOI: <https://doi.org/10.11588/arthistoricum.516>

4.1 Anstieg an 3D-Projekten und das Potential von 3D-Modellen zum Forschungswerkzeug

Die 1990er-Jahre sind durch eine große Fülle an 3D-Projekten gekennzeichnet. Ausschlaggebend hierfür waren zum einen die erschwinglicher gewordene Hard- und Software und zum anderen die Institutionalisierung wissenschaftlich erstellter digitaler Visualisierung und Rekonstruktion historischer Architektur. Darüber hinaus kam dem Internet im Hinblick auf das weltweite Zurverfügungstellen von digitalen Medien eine wachsende Rolle zu.

In den 1990er-Jahren zeichnet sich ein Übergang von 3D-Rekonstruktionen als Präsentationsmedien hin zu Projekten ab, die 3D-Modelle auch als Forschungswerkzeuge einsetzen. Dies bedingte auch einen Wandel im Bereich der Urheber von digitalen Rekonstruktionen. Die 3D-Modelle, die Forte und Siliotti 1997 in ihrer Publikation *Virtual Archaeology. Re-creating Ancient Worlds* vorstellten, wurden laut Bernard Frischer weitgehend von Firmen realisiert, den daran beteiligten Archäologen wurde keine individuelle, institutionelle Urheberschaft zugebilligt. ⁴³⁴

In verschiedenen Fachdisziplinen lässt sich allerdings feststellen, dass immer mehr an Universitäten angesiedelte Wissenschaftler digitale 3D-Modelle historischer Architektur realisierten. Dies ging einher mit einer zunehmenden Institutionalisierung des Bereichs der 3D-Rekonstruktion. So wurden spezialisierte, universitäre Institute und Forschergruppen sowie unabhängige Forschungseinrichtungen gegründet. Im Folgenden seien daher wichtige neu gegründete Einrichtungen verschiedener Fachdisziplinen und thematischer Ausrichtungen kurz vorgestellt. ⁴³⁵

Gründung von Forschungseinrichtungen

Insbesondere an Universitäten lässt sich Anfang der 1990er-Jahre weltweit ein wachsendes Interesse erkennen, digitale Rekonstruktionen von Architektur in der Forschung bestimmter Fachbereiche zu etablieren. Im Zuge dessen gründeten Experten universitär angebundene Einrichtungen beziehungsweise richteten einschlägige Fachbereiche ein.

Letzteres hat sich beispielsweise an der TU Darmstadt vollzogen, mit der Gründung des neuen Fachgebiets **CAD in der Architektur** und dessen Schwerpunkt im computergestützten Rekonstruieren historischer Architektur. ⁴³⁶ Der Architekt Manfred Koob, der Mitte der 1980er Jahre in Bensheim die Firma

■ 434

Vgl. Forte/Siliotti 1997; Frischer 2008 (Introduction), S. vii.

■ 435

Weitere Institutionen, die speziell im Bereich der »Cultural Virtual Reality« aktiv sind, listeten Frischer et al. im Jahr 2000 auf. Vgl. Frischer et al. 2002, S. 16.

■ 436

Vgl. Bernhardt 1994, S. 9.

■ 437

Vgl. *Kurzbiografie von Manfred Koob* zu finden in: Technische Universität Darmstadt 1994, S. 153; Trauer um Manfred Koob (2011).

■ 438

Zu den Forschungsschwerpunkten des »IKA« vgl. dessen Webseite: http://www.cad.architektur.tu-darmstadt.de/a_profile/index.html.

■ 439

Ebd.

■ 440

Vgl. Webseite des »IKA«: http://www.cad.architektur.tu-darmstadt.de/d_projects/index.html. Auf das 3D-Projekt zu Bauhaus und Avantgarde wird in einem späteren Abschnitt des vorliegenden Kapitels näher eingegangen. Der international bedeutenden Initiative zu Synagogen in Deutschland ist Kapitel 5.3 (→ 367) gewidmet. Einen kurzen Einblick in die Arbeit zum Vatikanischen Palast bietet der Überblick in Kapitel 5.1 (→ 301).

■ 441

Vgl. Beacham 2009. Hintergrundinformationen zu Gründung, Mitgliedern, Zielen und Tätigkeiten des »Visualisation Team« äußerte Richard Beacham am Rande des Interviews am 17.07.2017.

■ 442

Die Hintergründe zum Wechsel an das KCL erläuterte Richard Beacham am Rande des Interviews am 17.07.2017.

■ 443

Vgl. Webseite des »King's Visualisation Lab«: <http://www.kvl.cch.kcl.ac.uk/about.html>; Messemer 2019.

■ 444

Vgl. Favro 2006 (*In the eyes of the beholder*), S. 321; Favro 2006 (*The digital disciplinary divide*), S. 200–202.

■ 445

Zu den Zielen und Projekten des »CVRLab« sowie dem Konzept des »Scientific Committee« vgl.: Frischer 2004 (*Mission and recent projects*), insbes. S. 65.

asb baudat gegründet hatte, kam 1992 als Gastprofessor an die Hochschule und prägte ab 1995 als ordentlicher Professor bis zu seinem Tod 2011 den kurz danach in **Informations- und Kommunikationstechnologie in der Architektur (IKA, heute: Digitales Gestalten)** umbenannten Fachbereich. 437 Ein Schwerpunkt des IKA war es, sich mit den Wechselwirkungen zwischen Architektur und den Informations- und Kommunikationstechnologien zu befassen sowie das Potential der Computertechnologie für Lehre und Forschung zu ergründen. 438 Ein wichtiger Forschungsbereich hierbei waren »Rekonstruktions- und Simulationen in der Architektur. Rekonstruktion zerstörter und nie gebauter Architektur und Stadtanlagen« 439. Im Laufe der Jahre wurden zahlreiche 3D-Projekte initiiert, die teils auch mit Kulturinstitutionen durchgeführt wurden und unterschiedliche Themen umfassten wie Bauhaus und Avantgarde (1992), Synagogen in Deutschland (1995–2003), Vatikanischer Palast (1998), Boyanakirche in Sofia (1999–2001). 440

An der University of Warwick, Großbritannien, gründete der Theaterwissenschaftler Richard Beacham im Jahr 1996 das **Visualisation Team** mit dem Ziel Theaterbauten zu erforschen, um daraus einerseits Material für die Lehre zu entwickeln und andererseits Publikationen zu erarbeiten. 441 Mitglieder der Gruppe waren der Senior Research Fellow Martin Blazeby, Drew Baker, Experte für VR-Technologien, der Theaterwissenschaftler Hugh Denard, der Medienkünstler Michael Takeo Magruder sowie mehrere dort angestellte Wissenschaftler und Assistenten. Gemeinsam rekonstruierten sie der Chronologie folgend zunächst antike Theaterbauten am Computer.

Im Jahr 2005 wechselte die Arbeitsgruppe um Beacham an das Centre for Computing in the Humanities (heute: Department of Digital Humanities) des King's College London (KCL), das ihr eine langfristige finanzielle Förderung zusichern konnte. 442 Im Rahmen des dort von dem Theaterwissenschaftler gegründeten **King's Visualisation Lab (KVL)**, das bis 2015 aktiv war, war es möglich ihre bestehenden Initiativen fortzuführen und neue Projekte zu starten, wobei auch hier der Fokus auf der digitalen Modellierung historischer Gebäude lag. 443

Eine weitere wichtige Institution im Bereich der wissenschaftlichen digitalen Rekonstruktion historischer Architektur stellt das **CVRLab (Cultural Virtual Reality Laboratory)** dar, das 1997 an der University of California Los Angeles (UCLA) von dem Archäologen Bernard Frischer und der Architekturhistorikerin Diane Favro gegründet wurde. 444 Ziel des CVRLab war es, auf wissenschaftlicher Basis 3D-Modelle von Stätten des kulturellen Erbes zu erstellen, deren Anwendung in der Forschung, Lehre und gewerblichen Nutzung zu entwickeln sowie Studierende auf diesem Gebiet auszubilden. 445 Ergänzend entwickelten sie das Konzept eines sogenannten **Scientific Committee**, eines internationalen Wissenschaftlerteams, das jeweils für ein bestimmtes Projekt zusammengestellt wurde und die erarbeiteten 3D-Modelle begutachtete. Auf dieses innovative Konzept wird in **Kapitel 5.2 (→ 331)** im Rahmen der Analyse des 3D-Projekts zur Basilika Santa Maria Maggiore als Teil von **Rome Reborn** genauer eingegangen.

Das bereits 1995 initiierte Projekt **Rome Reborn** wurde 1998 an das CVRLab angegliedert und besteht bis heute. 446 Es widmet sich der digitalen Rekonstruktion der Heiligen Stadt in der Antike, von 1000 v. Chr. bis 550 n. Chr.

■ 446

Für Informationen zum Projekt »Rome Reborn« vgl.: Frischer et al. 2000, S. 155. Die Seit Anfang 2018 nicht mehr verfügbare Webseite zum Projekt bot grundlegende Informationen, Abbildungen und Videos, insbesondere zur frühen Phase von »Rome Reborn«: <http://romereborn.frischerconsulting.com/about.php>. Die neue Webseite verfügt über weit weniger Hintergrundinformationen, vgl.: <https://www.romereborn.org/content/aboutcontact>.

Eine kurze Zusammenfassung zu »Rome Reborn« ist zu finden in: Messemer 2016 (The Beginnings of Digital Visualization), S. 36–37; Messemer 2019. In Kapitel 5.2 (→ 331) erfolgt eine ausführliche Erläuterung des Projekts.

■ 447

Vgl. Informationen zur 3D-Rekonstruktion des Tempels auf der Webseite des Projekts »Roman Digital Forum«, die nur mehr über die »Wayback Machine« des »Internet Archive« erreichbar ist: http://wayback.archive-it.org/7877/20160919161126/http://dlib.etc.ucla.edu/projects/Forum/reconstructions/AntoninusetFaustinaTemplum_1/issues.

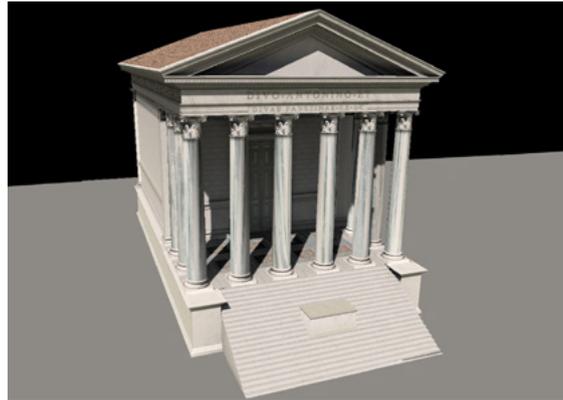
■ 448

Frischer 2002, Abschnitt »The Cultural Virtual Reality Laboratory: Producing New Tools for Teaching and Research in the Digital Age«.

■ 449

Vgl. Appendix 2.5 (→ 669), Interview mit Bernard Frischer, Frage 1 und Frage 2.

Das erste 3D-Modell, das im Rahmen von Rome Reborn realisiert wurde, umfasst den Tempel von Antonius und Faustina ⁹⁰. ⁴⁴⁷



□ 90

Digitale Rekonstruktion des Tempels von Antonius und Faustina als erstes 3D-Modell im Rahmen von »Rome Reborn« erstellt, 1996.

In diesem Rendering erscheint der Tempel als Solitär, losgelöst aus seiner baulichen Umgebung. Dennoch lassen ihn die Verwendung von Texturen, die die einzelnen Baumaterialien wiedergeben, sowie die realistisch anmutende Lichtsimulation sehr real wirken.

Zu dieser 1996 realisierten digitalen Rekonstruktion hält die zugehörige Projektwebseite eine Übersicht vor, die detailliert angibt, wie hoch das Level der Wahrscheinlichkeit für einzelne dargestellte architektonische Elemente ist. Eine solche Dokumentation anzulegen und zu veröffentlichen war keineswegs eine übliche Verfahrensweise und sucht bei anderen 3D-Projekten bis heute ihresgleichen. Um die Wissenschaftlichkeit und fachliche Akzeptanz von digitalen Rekonstruktionen zu stärken, wäre es sinnvoll eine derartige Übersicht generell vorzunehmen und auch zu publizieren. Erst in den 2000er-Jahren wird in der Fachcommunity über das Thema der Dokumentation des Erstellungsprozesses eines 3D-Modells grundlegend diskutiert, worauf in Kapitel 6.2 (→ 469) genauer eingegangen wird. Für Bernard Frischer ist das Konzept der Autorschaft eines digitalen 3D-Modells entscheidend, um es als wissenschaftlich fundiert auszuweisen:

»Equally important for authentication is the use of a scientific method for producing a model. This starts with something very simple – but something often missing in a commercial model of a cultural heritage site: A scientific model must have an author. The CVRLab has developed the notion of collaborative authorship involving, ideally, the cultural authority responsible for the site, a scholar who has written a technical monograph about how the building on the site was constructed, and a cultural historian who can put the site into a broader context.« ⁴⁴⁸

Diese Thematik führte der Archäologe im Interview mit der Autorin weiter aus. ⁴⁴⁹ Als Frischer im Jahr 2004 zur University of Virginia wechselte, wurden die Initiativen des CVRLab an der UCLA in Form des Experiential Technologies

■ 450

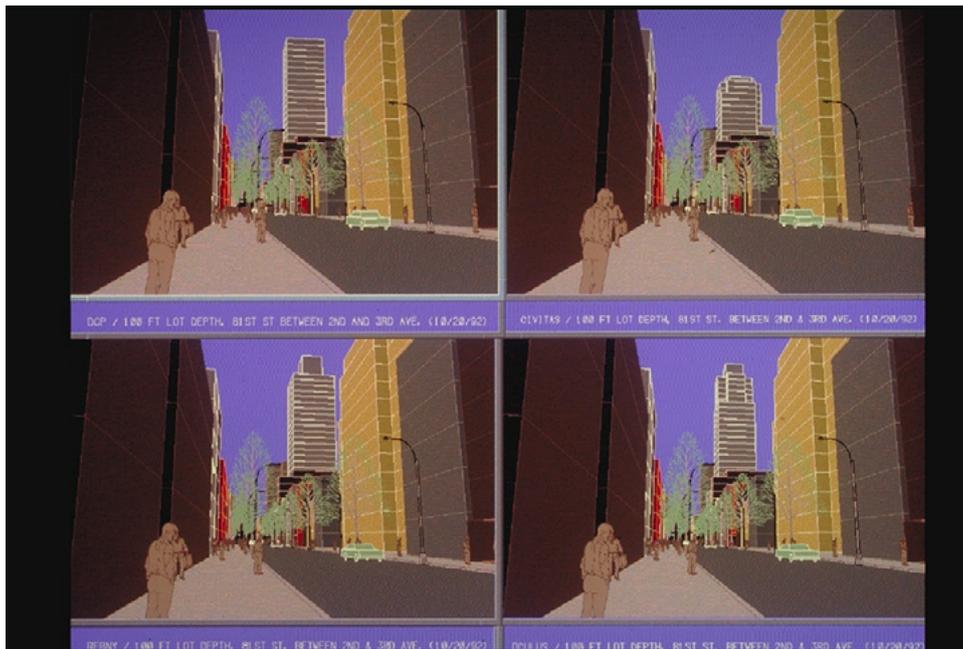
Auf der Webseite des »ETC« waren noch im Jahr 2014 ausführliche Informationen zu Geschichte und Zielen des »ETC« hinterlegt, heute finden sich nur noch knappe Erläuterungen dazu. Vgl. Webseite des »ETC«: <http://etc.ucla.edu/about/>.

■ 451

Vgl. Informationen zur Einrichtung und deren Projekte auf der Webseite des »ESC«: <http://www.simcenter.org/>; Messemer 2016 (The Beginnings of Digital Visualization), S. 39–40; Messemer 2019.

Center (ETC) fortgeführt, das heute unter der Leitung von Diane Favro und Chris Johanson, einem Experten im Fachbereich Classics, steht. ⁴⁵⁰

Auch im Bereich der Stadtplanung etablierte sich Anfang der 1990er-Jahre eine Institution, die bis heute existiert: Der Architekt, Stadtplaner und Pädagoge Michael Kwartler gründete 1991 das Environmental Simulation Center (ESC) in New York. ⁴⁵¹ Das Non-Profit-Unternehmen ist als unabhängiges Beratungsinstitut tätig, insbesondere in Bezug auf komplexe urbane Planungsvorhaben. Exemplarisch kann hier das 1993 durchgeführte Projekt zur urbanen Entwicklung von Lower Manhattan herangezogen werden. ⁴⁵² Unter Verwendung der damals modernsten Technologien wurde eine Straßenflucht des Stadtteils am Computer simuliert, um als objektive Entscheidungsgrundlage für anstehende Umgestaltungsmaßnahmen zu dienen ⁹¹.



□ 91

3D-Visualisierung verschiedener, vorgeschlagener Alternativen zur Bebauung an der Upper East Side in New York City, »Environmental Simulation Center«, New York, 1993.

■ 452

Für Details zum 1993 realisierten Projekt in Lower Manhattan vgl.: Steele 2001, insbes. S. 45.

Die virtuelle Kamera nimmt hier die Perspektive eines Fußgängers ein, sodass sich der Betrachter leicht in die jeweilige urbane Szenerie hineinversetzen kann. Auf diese Weise bietet diese Zusammenstellung der einzelnen hypothetischen Ansichten eine angemessene Vergleichbarkeit der vorgeschlagenen baulichen Alternativen.

Gründung von Konferenzserien

Neben der Gründung wissenschaftlich ausgerichteter Institutionen im Bereich von 3D-Rekonstruktionen werden in den 1990er-Jahren einschlägig orientierte Konferenzserien ins Leben gerufen, die bis heute ein wichtiger Bestandteil internationaler und nationaler Vernetzung in der Wissenschaftscommunity sind. Damit hält eine Tendenz an, die mit der ersten CAA 1973 ihren Anfang nahm und sich in den 1980er-Jahren fortsetzte. Die CAA hat bis heute nichts eingebüßt an ihrer Bedeutung für die 3D-Community. Auf CA(A)D spezialisierte, regelmäßige Veranstaltungen bringen nun vor allem Experten unterschiedlicher Disziplinen verstärkt mit Dienstleistern zusammen. Dies ist beispielsweise bei der Einrichtung der EVA Berlin (Elektronische Medien & Kunst,

■ 453

Vgl. Webseite der »EVA Berlin«: https://www.eva-berlin.de/eva_archiv/archiv/.

Zu den verschiedenen »EVA«-Konferenzen sowie der nachfolgend genannten »VSMM« vgl. die kurze Übersicht in: Messemer 2016 (The Beginnings of Digital Visualization), S. 41.

■ 454

Vgl. Webseite der »EVA London«: <http://www.eva-london.org/international/>.

■ 455

Vgl. Webseite der »VSMM«: <http://vsmm.org/about/history/>.

■ 456

Zu auf der Konferenz präsentierten 3D-Projekten vgl.: Bertol 1997, S. 131-137.

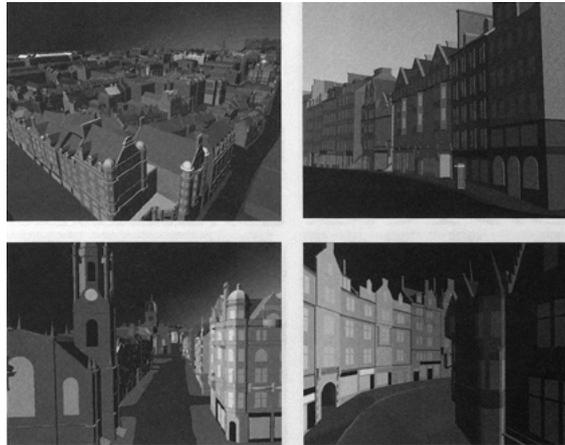
Kultur, Historie) im Jahr 1994 zu beobachten. ⁴⁵³ Denn neben Fachvorträgen bietet sie bis heute auch ein Forum für Firmen, ihre Arbeit im Bereich der Digitalisierung, 3D-Modellierung und Ähnlichem zu präsentieren. Projektberichte zu 3D-Modellen von historischer Architektur und Kunstwerken bilden einen Schwerpunkt auf den Veranstaltungen. Verbunden ist diese Konferenzreihe mit der international ausgerichteten **EVA (Electronic Information, the Visual Arts and Beyond)**, die in London bereits 1990 erstmals stattfand. ⁴⁵⁴ Deren Ziel ist es, Experten aus dem Kulturbereich, der Informationstechnologie und der Kunst zusammenzubringen, wobei auch hier 3D-Modellierung eine wichtige Schnittstelle dieser Bereiche bildet.

Regelmäßige **EVA**-Konferenzen werden gegenwärtig zudem in Florenz und Wien veranstaltet. Noch stärker fokussiert ist der Schwerpunkt der 1995 von Takeo Ojika, Gifu University, Japan, gegründeten **International Society on Virtual Systems and MultiMedia (VSMM)**, die insbesondere auf VR, AR sowie modernste 3D-Technologien und deren Anwendung spezialisiert ist. ⁴⁵⁵ Ferner setzt sie sich dafür ein, über Disziplingrenzen hinweg 3D-Technologie im Kulturbereich zu fördern und vernetzt Wissenschaftler weltweit mittels jährlich stattfindender Konferenzen. In Zusammenarbeit mit dem **UNESCO World Heritage Center** konnte die **VSMM** dazu beitragen, das Feld des **Digital Heritage** (vormals **Virtual Heritage**) Ende der 1990er-Jahre zu etablieren.

Nicht nur regelmäßige Konferenzen trugen zur Institutionalisierung des Bereichs der digitalen 3D-Rekonstruktion im wissenschaftlichen Kontext bei, sondern auch einmalige Veranstaltungen, da sie einem breiten Publikum den State of the Art von Anwendungen und Technologien näher brachten. Hier ist die Konferenz **Virtual Heritage '95** zu nennen, die am 22. November 1995 in Bath, Großbritannien, stattfand. ⁴⁵⁶ Bemerkenswert ist, dass als Veranstaltungsort die Weltkulturerbe-Stadt Bath ausgewählt wurde. Wie in **Kapitel 3.1 (→ 065)** dargelegt wurde zeigt eines der ersten texturierten digitalen 3D-Modelle historischer Architektur überhaupt den dortigen römischen Tempelbezirk.

Die Konferenz brachte Wissenschaftler und Experten aus unterschiedlichen Bereichen wie Archäologie, Geschichte, Grafik, VR, Film, Animation sowie Museen, Tourismus, Verwaltung, Bildung zusammen und bot ein breites Spektrum an Technologien. Vorgestellt wurden einige wesentliche 3D-Projekte, die Anfang der 1990er-Jahre realisiert worden waren. Darunter waren Arbeiten, die an Universitäten durchgeführt wurden, wie beispielsweise eine Visualisierung von Edinburgh im 16. Jahrhundert, realisiert unter Leitung von Tom Maver an der University of Strathclyde. Gezeigt wurde das 3D-Modell auf einem portablen Computer von **Macintosh** mit **Multimediasdisplay**, über das auch ein virtueller Rundgang durch die Stadt möglich war ^[92].

Auffällig an den dazu publizierten Abbildungen ist, dass überwiegend nicht die Perspektive eines Fußgängers eingenommen wurde, sondern sich die virtuelle Kamera über den Dächern und auf erhöhten Standpunkten in den Straßenfluchten befindet. Auf diese Weise erhält der Betrachter einen neuen Einblick in beziehungsweise Überblick über die Stadt.



□ 92

Ansichten des 3D-Modells von Edinburgh im 16. Jahrhundert, Courtesy of »ABACUS«, University of Strathclyde, vor 1995.

■ 457

Zum Projekt zu Cluny III vgl. Kapitel 3.3 (→ 125); zum Projekt zur Dresdner Frauenkirche vgl. Kapitel 4.3 (→ 233).

■ 458

In Kapitel 4.3 (→ 233) steht diese Initiative im Fokus der Analyse.

Auch von Firmen unterstützte Projekte wurden auf der Konferenz präsentiert: Darunter waren die von **IBM** geförderten digitalen Rekonstruktionen der Klosterkirche Cluny III, der römischen Bäder in Paris sowie der Dresdner Frauenkirche. **457** Letztere stellt ein herausragendes Beispiel im Bereich der digitalen Rekonstruktion historischer Architektur dar, wurde 1993 in Kooperation mit mehreren Institutionen realisiert und umfasst verschiedene Anwendungen. Die Besonderheit an diesem umfangreichen Projekt gründet darauf, dass in seinem Rahmen mehrere 3D-Modelle erstellt wurden, die jeweils unterschiedlichen Zwecken dienen. Insgesamt handelt es sich bei dieser Arbeit wohl um die erste fototexturierte 3D-Rekonstruktion einer barocken Kirche, die zur Zeit ihrer computertechnischen Modellierung nicht mehr existierte, aber währenddessen wiederaufgebaut wurde. **458**

Rückblick und Reflexion

In den 1990er-Jahren ist zu beobachten, dass nun Experten im Bereich der digitalen Rekonstruktion historischer Architektur auf den Beginn computer-gestützter 3D-Modellierung zurückblickten. Paul Reilly lieferte hierzu einige Beiträge, in denen er Beispiele früher 3D-Modelle zu archäologisch relevanten Bauwerken kurz vorstellt. **459** In Verbindung mit dieser Rückschau setzte eine kritische Reflexion über die digitalen Visualisierungen ein, vor allem im Hinblick auf die Wirkmacht der Bilder und ihre Glaubwürdigkeit. Paul Reilly äußerte 1992 seine Bedenken, dass es mit zunehmendem Fotorealismus digitaler 3D-Modelle für den Betrachter immer schwieriger werde zu erkennen, welche Elemente der Darstellung auf konkreten Fakten beruhten und wann es sich um Hypothesen handele:

»The introduction of greater realism into the look of computerized reconstructions makes the models more attractive and interesting to a larger audience. It also raises some concerns. Most importantly, there is the issue of how best to inform the viewer on the degree of confidence that can be invested in each element of the reconstruction. [...] The crux of the matter is that the models are largely interpre-

■ 459

Vgl. Reilly 1991, S. 134-136; Reilly 1992, S. 149-156; Reilly 1996, S. 44-46. Einen Rückblick liefert beispielsweise auch: Woodwark 1991.

tative; they are working hypotheses and are liable to change. It is not always obvious what the relation is between the recorded data and the interpretations which are built around them. There is a real danger of convincing the uncritical viewer that the model presented shows what the original really would have looked like.« **460**

■ **460**

Reilly 1992, S. 159.

■ **461**

Vgl. Miller/Richards 1995.

■ **462**

Ebd., S. 20.

■ **463**

Eine Ausnahme bildet das Konzept des »Scientific Committee«, das im Rahmen des Langzeitprojekts »Rome Reborn« umgesetzt wurde. Vgl. [Kapitel 5.2](#) (→ 331).

■ **464**

Miller/Richards 1995, S. 21.

■ **465**

Vgl. Collins et al. 1995; [Kapitel 4.3](#) (→ 233).

Hier knüpften die beiden Archäologen Paul Miller und Julian Richards an, die archäologischen 3D-Modellen eine große Verantwortung in Bezug auf die Wissensvermittlung attestierten: In ihrem 1994 auf der CAA gehaltenen Vortrag **The Good, the Bad, and the Downright Misleading: Archaeological Adoption of Computer Visualisation** warfen sie einen kritischen Blick auf digitale 3D-Rekonstruktionen von historischer Architektur. **461** Sie stellten zudem fest, dass »computer models carry more authenticity than paper images« **462**. Dies sahen sie insofern als problematisch an, als digitale Modelle keiner Peer Review unterzogen wurden, im Gegensatz zu wissenschaftlichen Aufsätzen – eine bis heute kaum veränderte Praxis, auf die in [Kapitel 6.2](#) (→ **469**) noch eingegangen wird. **463** Die beiden Archäologen nahmen auch die für die 3D-Modellierung zur Verfügung stehende Software in die Verantwortung im Hinblick darauf, dass diese es kaum ermöglicht, Unsicherheiten zu visualisieren. Entsprechend forderten sie das Kenntlichmachen von verschiedenen Wahrscheinlichkeitsstufen in einer Rekonstruktion. Darüber hinaus sahen Miller und Richards folgende Aufgabe der Wissenschaftler gegenüber einem breiten Publikum:

»As disseminators of information to a data-naive public, we must find techniques for displaying areas of fudged data within our models, and attempt to educate people in the skills of visual data analysis: an awareness of scale, an understanding of the fact that lines on maps often represent fuzzy boundaries, and a perception of the limitations inherent in our data.« **464**

Denn digitale 3D-Modelle haben großen Einfluss darauf, wie der darin dargestellte Inhalt aufgenommen wird. Interessanterweise nannten sie die Anfang der 1990er-Jahre erfolgte digitale Rekonstruktion der Dresdner Frauenkirche als Beispiel dafür, wie die Öffentlichkeit von auf Faszination ausgelegten Visualisierungen beeinflusst werden kann. Dass das in den Fernsehspots gezeigte 3D-Modell jedoch wissenschaftlich erstellt wurde und auf historischen Quellen beruhte, erwähnten sie nicht. **465** Dies zeigt wie entscheidend es für die Rezeption computergenerierter Rekonstruktionen ist, kenntlich zu machen auf welcher Basis sie entstanden. Die Archäologen Miller und Richards schlussfolgerten:

»As a way of influencing large numbers of people, computer visualization is a potentially powerful tool. On the one

hand it can give large numbers of people access to the past, but on the other hand it gives tremendous power to the custodians of the heritage.« 466

■ 466

Miller/Richards 1995, S. 21.

■ 467

Zum Zusammenhang von fotorealistischen 3D-Modellen und Verbesserung bzw. Zugänglichkeit der Technik vgl.: Ryan 1996, S. 95 u. S. 107.

■ 468

Beacham 1999 (Reconstructing Ancient Theater), S. 194

■ 469

Ebd.

■ 470

Vgl. Verona Charter on the Use of Ancient Places of Performance 2001, S. 330-337.

Gemeinsam mit Reilly sprachen sie damit Themen an, die bislang im Kontext digitaler Rekonstruktionen nicht grundlegend diskutiert wurden. Die Fragen nach der Kennzeichnung von Unsicherheiten im 3D-Modell wurden im Verlauf des Jahrzehnts immer drängender, da die computertechnischen Visualisierungen zunehmend fotorealistischer wurden. 467 Dies hing einerseits mit der Verbesserung der Technik zusammen: Die Rechenleistung der Computer erhöhte sich und das Leistungsspektrum der Software wurde ausgebaut. Andererseits wurden sowohl Hard- als auch Software immer erschwinglicher. Selbst mit Standard-Programmen konnten nun auf einem Desktop-Computer fotorealistische Darstellungen erzeugt werden.

Erst in den 2000er-Jahren verstetigte sich die Diskussion um die Hypothesenkennzeichnung dahingehend, dass Expertengremien internationale Richtlinien verfassten, wie die **London Charter**, worauf in **Kapitel 6.2** (→ 469) genauer eingegangen wird. Einer der Initiatoren, der Theaterwissenschaftler Richard Beacham, wies schon 1999 daraufhin, dass es nötig sei »principles of ›best practice« 468 einzuführen:

»Thus new technology offers a valuable tool for both research and documentation as well as for vividly displaying the results of such work to the public. However, because of the seductive power and compelling persuasiveness of such synthetic images and related information, it is vital to determine principles of ›best practice.« Such principles might insist a) that adequately trained scholars are engaged in such work, b) that they are given the necessary material support to ensure that their research is both properly resourced and scientifically rigorous, and c) that the results are subjected to appropriate peer review by other scholars.« 469

Einen ersten Vorstoß hin zu internationalen Richtlinien bildete die **Verona Charter on the Use of Ancient Places of Performance**, die im Rahmen des internationalen EU-Kolloquiums **New Technologies and the Enhancement of Ancient Places of Performance** 1997 formuliert wurde. 470 Sie war spezifisch ausgerichtet auf die computertechnische Erforschung und digitale Visualisierung von historischen Spielstätten und leistete damit neben einschlägigen Konferenzen und Institutionen einen weiteren Beitrag zur Institutionalisierung des Bereichs der digitalen 3D-Rekonstruktion historischer Architektur. Konkret beinhaltet sie praxisorientierte Richtlinien für den Umgang mit historischen Spielstätten wie Theater, Amphitheater und Zirkus. Angeregt wird die Anwendung neuer Technologien im Kontext der Erforschung und des Erhalts dieser Bauten sowie der Vermittlung von Wissen. Denn insbesondere bei stark gefähr-

■ 471

Vgl. Beacham 1999 (Reconstructing Ancient Theater), S. 193.

■ 472

Vgl. Ebd., S. 204.

■ 473

Beachams Projektpartner, das »Department of Engineering« der Università degli Studi di Ferrara, nutzte hierfür neue Technologien, um die Akustik im virtuellen Raum zu simulieren. So konnte die akustische Wirkung von Klängen an beliebigen Orten im 3D-Modell untersucht werden. Vgl. ebd. S. 204 u. S. 206.

■ 474

Vgl. Koob 1994, S. 117.

■ 475

Vgl. [Kapitel 3.3](#) (→ 125) zu Cluny III.

■ 476

Vgl. Koob 1994, S. 117.

■ 477

Vgl.: Dorozynski 1993, S. 544; Joscelyne 1994. Dieses Projekt wird in [Kapitel 3.3](#) (→ 125) genauer erläutert.

■ 478

Vgl. Ronchi 2009, S. 341; Quéau 2013; Dorozynski 1993, S. 544. Ein Projekt zur Televirtualität aus dem Jahr 2017, das den aktuellen Stand der Technik widerspiegelt, wird in [Kapitel 6.1](#) (→ 447) genauer erläutert.

deten Orten, deren Besuch aus konservatorischen Gründen kaum oder nicht möglich ist, verspricht der Einsatz digitaler Visualisierungen einen substantiellen Mehrwert für die Vermittlung von Wissen sowie eine Unterstützung bereits bestehender Strategien zum Erhalt der Kulturstätten. ⁴⁷¹ In diesen Fällen können digitale Visualisierungen und Multimediatechnik eingesetzt werden, um Besuchern die Bauwerke dennoch nahe zu bringen. Hierzu weist die Charta daraufhin, in Informationszentren an kulturell bedeutenden Orten entsprechend interaktive und multimediale Anwendungen für die interessierte Öffentlichkeit vorzuhalten. Sie regt zudem an, sich in internationalen Netzwerken miteinander auszutauschen, Forschungsprojekte durchzuführen und Ergebnisse in Form von digitalen Bilddatenbanken sowie Multimediatools zu präsentieren.

Auch in der Theaterwissenschaft wurde in den 1990er-Jahren das Potential interaktiver Anwendungen im Museum erkannt, die über 3D-Modelle Erkenntnisse zu Theaterbauten vermitteln. Der Theaterwissenschaftler Richard Beacham stellte 1999 in einem Aufsatz fest, dass bislang in Ausstellungen die Geschichte von Theatergebäuden überwiegend anhand von Texten und grafischen Elementen dargestellt wurde, ergänzt von aus dem Kontext gerissenen, historischen Objekten sowie Dias und Videos. ⁴⁷² Insofern stellten mit dem Computer realisierte digitale Rekonstruktionen von Theatern eine grundlegende Innovation für das Fach dar. 3D-Modelle boten beispielsweise die Möglichkeit auch Erkenntnisse über die Akustik in den Gebäuden darzustellen. ⁴⁷³ Diese Inhalte konnten zuvor kaum adäquat vermittelt werden.

Neue didaktische Möglichkeiten für Museen sah auch der Architekt Manfred Koob in digitalen Rekonstruktionen von historischer Architektur: Im Oktober 1993 schlug er auf der Fachtagung EDV in der **Denkmalpflege** vor, beispielsweise im Museum von Cluny einen Rechner aufzustellen, um dort die digitale Version der nicht mehr existierenden Klosterkirche für die Betrachter interaktiv erfahrbar zu machen. ⁴⁷⁴ Wirklichkeit wurde diese Vision dann tatsächlich um 2010 mit schwenkbaren Monitoren, die mittels **Augmented Reality** das zerstörte Bauwerk in die Gegenwart einbetteten. ⁴⁷⁵

Eine weitere Idee des Architekten Koob war, dass sich beispielsweise Besucher des British Museum an einem dort installierten Bildschirm eine Rekonstruktion des Forum Romanum ansehen können, die auf einem Computer in Rom hinterlegt ist. ⁴⁷⁶ Realisiert wurde dieses Konzept bereits gut ein halbes Jahr vor Koobs Vortrag, im Februar 1993. ⁴⁷⁷ Auf der Konferenz **Imagina** in Monte Carlo präsentierte ein Wissenschaftlerteam um Luc Genevriez ein Treffen im virtuellen Raum des digital rekonstruierten Cluny III von zwei Personen, die sich physisch an verschiedenen Orten der Welt befanden. ⁴⁷⁸ Dieser gemeinsame virtuelle Spaziergang beruhte auf dem Prinzip der Televirtualität, wie bereits in [Kapitel 3.3](#) (→ 125) erläutert wurde. Etabliert hatten sich derlei Präsentationsmöglichkeiten in Museen zu dieser Zeit noch nicht.

Im Verlauf der 1990er-Jahre ist festzustellen, dass sich die Kontexte, innerhalb derer 3D-Modelle erstellt wurden, stark diversifizierten. Im Folgenden seien Projektbeispiele aus den Bereichen der Archäologie, Theaterwissenschaft, Architektur und Kunstgeschichte kurz vorgestellt, um die Bandbreite an Themen, Forschungsfragen, Herangehens- und Umsetzungsweisen sowie Präsentationsmöglichkeiten aufzuzeigen. Aus Sicht von Informationswissenschaftlern sind die Anwendungsbereiche in der Wissenschaft sowie die Potentiale von CAD in der

Forschung und Vermittlung insbesondere im Bereich der Archäologie breit gefasst, wie es Michel Joray von **IBM Schweiz** darlegt:

»Die Archäologen bekommen mit CAD ein äußerst vielseitiges Hilfsmittel in die Hand, ermöglicht es ihnen doch, Bauten aus längst vergangenen Zeiten virtuell zu rekonstruieren und in ihre ursprüngliche Umgebung hineinzuprojizieren. Die Informatik bietet damit bewährte Werkzeuge zur Überprüfung und Erhärtung wissenschaftlicher Erkenntnisse. Darüber hinaus erschließt die grafische Datenverarbeitung eine fast unerschöpfliche Bilderquelle für Schule und Wissenschaft. Schließlich ergeben sich nicht zuletzt auch im Bereich der Gebäude- und Denkmalpflege interessante Möglichkeiten für eine innovative, anschauliche und gehaltvolle Touristeninformation.« **479**

■ 479

Joray 1993, S. 68.

■ 480

Zur Entwicklung in den 1980er-Jahren
vgl. [Kapitel 3.1](#) (→ 065).

Diese 1993 geäußerte Einschätzung zeigt zweierlei: Zunächst sieht er die Archäologie als maßgeblich potentiell Einsatzgebiet von CAD und nachgeordnet auch Bereiche wie Schule, Wissenschaft, Gebäude- und Denkmalpflege. In einem zweiten Schritt liegt für ihn das Potential der Technik nicht im Generieren neuer Fragestellungen, sondern in der Überprüfung und Präsentation von Erkenntnissen, die schon vorhanden waren, aber nun mit neuen Mitteln bestätigt werden sollen. Jedoch konnte bereits in den Analysen der in den 1980er-Jahren realisierten Projekte zu Old Minster und Cluny III gezeigt werden, dass im Erstellungsprozess Unstimmigkeiten und offene Fragen aufgedeckt wurden, die im weiteren Verlauf der Arbeiten zu neuen Erkenntnissen führten. Ein Potential, das Joray übersah.

Jedoch erhielt genau dieses Potential neuer Erkenntnisse im Laufe der 1990er-Jahre eine immense Bedeutung, da 3D-Modelle nicht mehr nur als Präsentationsmedium, sondern vermehrt als **Forschungswerkzeuge** erkannt und eingesetzt wurden – eine Tendenz, die ihren Anfang bereits in der zweiten Hälfte der 1980er-Jahre genommen hat und im Folgenden weiter untersucht wird. **480**

Archäologie

Insbesondere im Bereich der Archäologie kann in den 1990er-Jahren ein starker Anstieg an 3D-Projekten beobachtet werden. Dies dokumentieren Publikationen, die Arbeiten aus diesem Themengebiet versammeln. Zu nennen ist hier das Buch **Virtual Archaeology. Re-creating Ancient Worlds**, herausgegeben von den Archäologen Maurizio Forte und Alberto Siliotti im Jahr 1997. **481** Wie bereits in [Kapitel 1.3](#) (→ 029) erwähnt, liefern sie eine der frühesten Übersichten aus archäologischer Sicht zu 3D-Projekten im Bereich des kulturellen Erbes. Sie stellen über 50 Initiativen vor, die weitestgehend historischer Architektur gewidmet sind und thematisch ein breites Spektrum von Pyramiden im alten Ägypten bis hin zu Pompeij abdecken. So finden sich darunter beispielsweise 3D-Rekonstruktionen des antiken Roms, ein Thema, das seit den

■ 481

Vgl. Forte/Siliotti 1997.

■ 482

Vgl. Kapitel 5.1 (→ 301) u.
Kapitel 6.1 (→ 447).

■ 483

Lediglich im Abbildungsnachweis sind
zumindest die Firmen, Institutionen
und Personen angegeben, die die
Rechte an den jeweiligen Bildern
innehaben. Möglicherweise handelt es
sich im Falle von 3D-Modellen um
deren Ersteller.

1990er-Jahren bis zur Gegenwart immer wieder Gegenstand von 3D-Projekten ist, wie in nachfolgenden Kapiteln noch gezeigt wird. 482 Allerdings geht der zugehörige Text nicht auf die digitalen Modelle ein, vielmehr dienen sie als dessen Illustration. Dementsprechend wird nicht klar, auf welchen Grundlagen sie realisiert wurden und inwieweit hier Hypothesen dargestellt sind. Auch die Ersteller des Modells sowie Informationen zum Arbeitsprozess werden nicht genannt. Diese Vorgehensweise findet sich fast im gesamten Buch wieder. So sind im Falle der 3D-Rekonstruktionen des antiken Roms teils sehr detaillierte Visualisierungen abgebildet, die zahlreiche Fototexturen aufweisen, deren Herkunft und Verlässlichkeit im Text jedoch nicht angegeben sind 93. 483



□ 93

Außenansicht von mehrstöckigen
Wohnhäusern, sog. »insulae«, des antiken
Roms (links), Innenansicht des Atriums
eines luxuriös ausgestatteten römischen
Hauses (rechts), 3D-Rekonstruktionen,
»Taise Corporation«, Tokio, vor 1997.

■ 484

Vgl. Novitski 1998.

Einen weiteren Überblick über in den 1990er-Jahren realisierte 3D-Rekonstruktionen gibt Barbara-Jo Novitski 1998 in ihrem Buch **Rendering Real and Imagined Buildings. The Art of Computer Modeling from The Palace of Kublai Khan to Le Corbusier's Villas**. 484 Wie bereits zu Anfang der vorliegenden Arbeit kurz angesprochen, stellt sie darin 27 heterogene Projekte vor, die für unterschiedliche Zwecke wie universitäre Lehre oder Wissensvermittlung erstellt wurden. Anwendung fanden sie beispielsweise als Teil eines Fernsehdokumentarfilms, einer CD-Rom, einer Multimedia-Anwendung oder eines Computerspiels und boten einen virtuellen Spaziergang durch rekonstruierte Architektur, dokumentierten urbane Entwicklungsphasen sowie Bauphasen bestimmter Gebäude. Diese Projekte machen deutlich, dass sich die Bandbreite für den Einsatz digitaler 3D-Modelle in den 1990er-Jahren gegenüber dem vorangegangenen Jahrzehnt stark erweitert hatte.

Theaterwissenschaft

Seit Mitte der 1990er-Jahre wurden unter der Leitung von Richard Beacham an der University of Warwick zahlreiche Theatergebäude digital rekonstruiert. Allerdings war Beacham bereits Anfang der 1990er-Jahre erstmals in ein 3D-Projekt involviert. Dabei handelte es sich um die digitale Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau bei Dresden, einem zu dieser Zeit verfallenen Bau aus dem Jahr 1911. 485

■ 485

Vgl. Kapitel 4.4 (→ 261).

■ 486

John Golder erstellte 1984 eine digitale 3D-Rekonstruktion eines Theaters, die als die erste ihrer Art gelten kann: Sie gibt das Théâtre du Marais in Paris als Drahtgittermodell wieder. Vgl. Golder 1984; Kapitel 3.1 (→ 065).

Mit dem an der Restaurierung des Gebäudes beteiligten Architekten Fabian Zimmermann konzipierte er 1996 das Projekt **Theatron (Theatre History in Europe: Architectural and Textural Resources Online)**, das Beacham bis 2012 mit diversen Förderungen an der University of Warwick und später am KCL fortführte. Dem 3D-Modell des Festspielhaus kommt somit als dem Initiationsprojekt des Langzeitprojekts **Theatron** eine besondere Rolle zu. Darüber hinaus stellt es eine der ersten wissenschaftlich erarbeiteten und texturierten digitalen 3D-Rekonstruktionen von Theaterbauten dar. ⁴⁸⁶ Daher ist ihm **Kapitel 4.4 (→ 261)** gewidmet, in dessen Fokus die Analyse der Visualisierung sowie das Aufzeigen der Veränderungen steht, die das 3D-Modell innerhalb von **Theatron** durchlaufen hat. Denn das Festspielhaus wurde in unterschiedlichen Kontexten auf jeweils verschiedene Weise visualisiert, sodass heute mehrere Versionen des 3D-Modells existieren.

Architektur

Im Fachbereich Architektur ist an zahlreichen Universitäten weltweit ein steigendes Interesse festzustellen, im Rahmen von Lehrveranstaltungen historische Architektur digital zu rekonstruieren. So wurde in den 1990er-Jahren das Potential der Computertechnologie für die Analyse des Werks von Architekten erkannt. Insbesondere Bauten, die nie realisiert wurden, standen im Fokus des Interesses, da mit computertechnischen Methoden neue Erkenntnisse zu deren Schaffen gewonnen werden können. Hierzu seien drei Projekte an verschiedenen Universitäten weltweit – University of Waterloo, Kanada, TU Darmstadt, ETH Zürich – vorgestellt. Ziel ist, sie im Hinblick auf die verwendeten Methoden, die gewonnenen Erkenntnisse sowie die Präsentation der Ergebnisse gegenüberzustellen.

■ 487

Umfangreiche Informationen zu Thomas Seebohms Projekt und Vorgehensweise bei der Untersuchung von Palladios Villen sind zu finden in: Seebohm 1991; Novitski 1998, S. 80-83; Messemer 2016 (The Beginnings of Digital Visualization), S. 30.

Ein herausragendes Beispiel stellt die Initiative des Architekten Thomas Seebohm an der University of Waterloo, Kanada, dar. ⁴⁸⁷ Wie in **Kapitel 3.1 (→ 065)** bereits kurz angesprochen erforschte er Anfang der 1990er-Jahre die von Andrea Palladio zwischen 1530 und 1570 im Veneto errichteten Villen. Damit baute er auf der von Hersey und Freedman in den 1980er-Jahren durchgeführten computertechnischen Analyse von Palladios Grundrissen auf. ⁴⁸⁸ Seebohm erweiterte deren Arbeit insofern, als er eine große Anzahl an Plänen generierte, um dadurch zusätzliche Designprinzipien zu identifizieren. In einem nächsten Schritt wählte er einen Grundriss exemplarisch aus, um daraus ein 3D-Modell zu erstellen und dieses einem Vergleich mit Palladios Entwurfsregeln zu unterziehen ^[94]. Die 3D-Modellierung sah Thomas Seebohm dabei als Werkzeug, um Palladios Schaffen zu analysieren:

■ 488

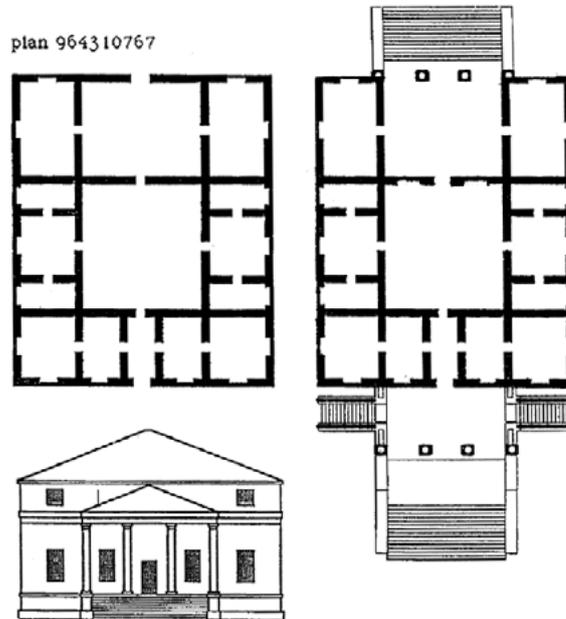
Vgl. **Kapitel 3.1 (→ 065)**.

»In effect, this study postulates that it is only possible to fully understand an architect's design principles when, after incorporating what one perceives to be these design principles in a design, a building results which visually looks like a work of the architect being studied. Hence the outcome of this study is a possible Palladian villa but the objective is not

the villa but what can be learned about Palladio's design intentions for villas along the way.« 489

■ 489

Seebohm 1991, S. 135.

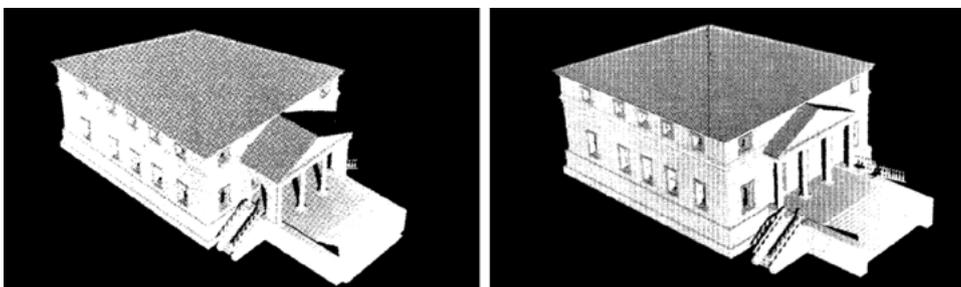


□ 94

Für die 3D-Modellierung exemplarisch ausgewählter Grundriss und Ansicht: Zeichnung einer »Possible Palladian Villa« von George Hersey und Richard Freedman, 1980er-Jahre (links), von Thomas Seebohm adaptierte und ergänzte Zeichnung, um 1991 (rechts).

Ferner bezog Seebohm im Gegensatz zu vorherigen Studien auch die Seitenflügel der Villen sowie die sie umgebenden Gärten in seine Untersuchung mit ein, da er sie als wichtigen architektonischen und gestalterischen Kontext ansah, um die baulichen Entscheidungen des renaissancezeitlichen Architekten nachvollziehen zu können. Praktisch umgesetzt wurde Seebohms Initiative als Pilotprojekt an der School of Architecture an der University of Waterloo, um darauf aufbauend einen Kurs zu CAD für Studierende zu entwickeln. Unter Anleitung des Architekten arbeiteten drei Studenten an der 3D-Modellierung des Haupthauses, der Seitenflügel und der den Garten umgebenden Mauer, wofür sie die **Computer-Aided Design and Drafting (CADD) Software Graphics Design System (GDS)** der **McDonnell Douglas Corp.** verwendeten. Seebohm und ein weiterer Student erstellten den Garten mittels des Programms **TREE** der japanischen Firma **ARC Yamagiwa**.

Im Laufe des Projekts realisierten sie zahlreiche digitale 3D-Modelle basierend auf dem einen dafür ausgewählten Grundriss, in denen sie einzelne Elemente identifizieren konnten, die dazu beitrugen, die Entwurfsregeln des Architekten detaillierter zu bestimmen. Beispielsweise erschien im ersten realisierten 3D-Modell der Portikus als zu tief, die Säulen als zu eng nebeneinanderstehend, die Treppenbaluster als zu weit voneinander angeordnet [95].

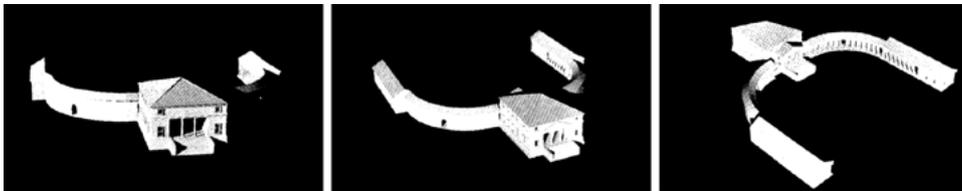


□ 95

3D-Modell einer »Possible Palladian Villa«: erste Version des Haupthauses (links), korrigierte Version (rechts), Thomas Seebohm und vier Studierende der University of Waterloo, um 1991.

Aufbauend auf diesen Beobachtungen überarbeiteten sie die erste Version. Gleiches galt für die Ausgestaltung der Seitenflügel, die sie nach der ersten Sichtung ebenso veränderten [96]. Seebohm hielt auch die zweite Version der Flügelbauten nicht für gänzlich überzeugend, jedoch konnte aus Zeitmangel kein weiterer Versuch unternommen werden.

Die Visualisierung des Gartens beruhte im Allgemeinen auf grundsätzlichen Gestaltungsmerkmalen renaissancezeitlicher Anlagen und im Speziellen auf dem Wissen über den Garten der Villa Giustinian (erbaut um 1510) in Roncade, die vor Palladios Bauten errichtet worden war [97].



□ 96
3D-Modell einer »Possible Padian Villa«: erste Version der Seitenflügel (links), korrigierte Version mit verlängerten Seitenflügeln mit Blick auf die Rückseite (Mitte) und Ansicht der Gartenseite (rechts), Thomas Seebohm und vier Studierende der University of Waterloo, um 1991.



□ 97
3D-Modelle mit hypothetischen Gartengestaltungen von »Possible Padian Villas«, Thomas Seebohm und vier Studierende der University of Waterloo, um 1991.

Aufgrund der Rechenleistung der Computer, die Seebohm für das Projekt zur Verfügung stand, konnte die 3D-Modellierung nicht allzu detailliert ausgeführt werden. Doch in der zu einem gewissen Teil abstrakt gehaltenen Visualisierung sah der Architekt mehr Überzeugungskraft, hypothetische Architektur darzustellen. Auch die kontrastreich angelegte Farbigkeit der 3D-Modellierung trägt hierzu bei. Zwar wirkt die Lichtstimmung sehr real, aber durch die unifarbene und dunkel gehaltene Gestaltung von Bepflanzung und wolkenlosem Himmel, erhält die sehr hell erscheinende Architektur die Anmutung einer **möglichen**, nicht aber einer **tatsächlichen** Bebauung.

Generell konnte die dreidimensionale Wiedergabe der Bauwerke entscheidend dazu beitragen Palladios Entwurfsregeln genauer zu identifizieren. Auch nach Seebohm untersuchten Wissenschaftler Palladios Villen, wie Lawrence Sass, Experte für Architekturgestaltung am MIT. In seiner im Jahr 2000 publizierten Dissertation **Reconstructing Palladio's Villas: An Analysis of Palladio's Villa Design and Construction Process** 3D-modellierte er mit CAD-Software zwei nur im Entwurf überlieferte Villen, um darauf aufbauend Konstruktions- und Proportionsregeln abzuleiten. 490

■ 490
Vgl. Sass 2000.

In den 1990er-Jahren standen noch weitere Architekten im Fokus der Forschung, wie anhand der folgenden zwei Projekte ersichtlich ist. So war beispielsweise die digitale Rekonstruktion nicht mehr existierender Gebäude und nie ausgeführter Architekturentwürfe von sowohl Architekten als auch Künstlern am Bauhaus sowie Vertretern der künstlerischen Avantgarde in Europa Thema des ersten großen Projekts, das der zuvor angesprochene

■ 491

Zur computertechnischen Umsetzung vgl. insbes.: Bernhardt 1994; Schoeller 1994. Eine kurze Projektbeschreibung findet sich in: Messemer 2019.

■ 492

Vgl. Technische Universität Darmstadt 1994.

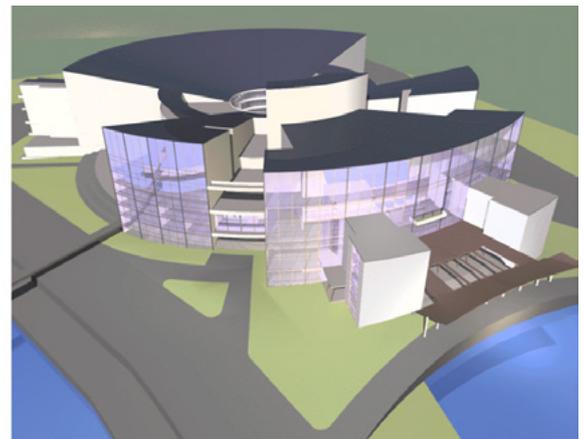
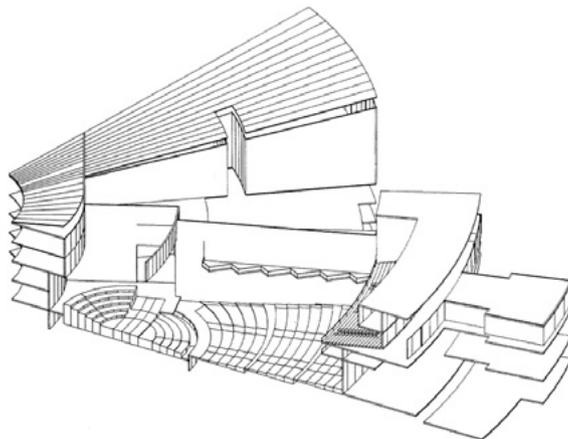
■ 493

Informationen zur Ausstellung sind zu finden in: Koob 1994 (Die Bauhaus-Ausstellung).

Manfred Koob an der TU Darmstadt vom Wintersemester 1992/1993 bis zum Sommersemester 1993 durchführte. 491 Zu den dabei entstandenen Arbeiten wurde auch eine reich bebilderte Buchpublikation veröffentlicht, die zudem Hintergrundinformationen zum Projekt allgemein und den einzelnen 3D-Rekonstruktionen im Speziellen liefert. 492 Ziel war, die nie realisierten Bauwerke am Computer zu rekonstruieren und analytisch zu untersuchen. Die Grundlage hierfür bildete die eingehende Beschäftigung der Studierenden mit den Ideen und Konzepten der Architekten, ihren schriftlichen Kommentaren zu den Bauten sowie den von ihnen angefertigten Plänen und Skizzen. Da die geplanten Bauwerke teils nicht umfassend dokumentiert sind, stellen die digital modellierten 3D-Modelle Interpretationen der historischen Entwürfe dar.

Die computertechnische Umsetzung erfolgte mit der Software speedikon und Rechnern von Hewlett-Packard. Die 3D-Modelle fügten die Studierenden aus einzelnen Bauteilen zu Volumen zusammen, von denen anschließend Perspektiven und Ansichten oder Grundrisse erstellt werden konnten. Um auch Lichtsimulationen durchzuführen sowie virtuelle Räume mit Himmel und Horizonten zu visualisieren, wurden die Studierenden durch Mitarbeiter von Koobs Firma asb baudat technisch und beratend unterstützt, denn sie verfügte zudem über Computer mit größerer Rechenleistung als die Universität.

Die Ergebnisse der studentischen Arbeiten wurden schließlich im Rahmen des 3. Internationalen Architekturforums 1994 in Magdeburg ausgestellt, was zu Beginn des Seminars keineswegs geplant gewesen war 98. 493 Mit unterschiedlichen Mitteln und Formaten wurden sie in dieser Ausstellung unter dem Thema Architektur und neue Medien präsentiert: Poster zeigten ausgedruckte Perspektiven der digitalen 3D-Modelle. Ein eigens aus Holz erbauter Tonnenraum von sechs Metern Durchmesser und über drei Meter Höhe diente als Projektionsraum. Dias der digitalen 3D-Modelle wurden hier projiziert, um den Besuchern einen Eindruck der rekonstruierten Bauwerke zu vermitteln. Auch ein Film mit insgesamt 60.000 Einzelbildern, zusammengesetzt aus den studentischen Gebäuderekonstruktionen, wurde in Form von jeweils ein- bis zweiminütigen Sequenzen präsentiert. Hintergrundinformationen zu den vorgestellten 3D-Modellen lieferten zudem Mappen mit Protokollen, die Aufschluss über die Analyse der Quellen und der computertechnischen Erstellung gaben.



□ 98

Digitale Rekonstruktion des von Walter Gropius entworfenen »Palast der Sowjets«, Schnitt am Computer gezeichnet (links) und Rendering des texturierten 3D-Modells (rechts), TU Darmstadt, 1993.

Dieses Seminar bot somit einen neuen Zugriff auf die architektonischen Entwürfe der künstlerischen Avantgarde des frühen 20. Jahrhunderts. Die Studierenden konnten sich mit innovativen Methoden den nie realisierten Projekten widmen und sie mittels computertechnischer 3D-Modellierung genauer untersuchen. Insofern ergänzte diese praktische Arbeit das Quellenstudium und konnte auch in visueller Hinsicht einen Beitrag zur Erforschung des Werks der Architekten leisten.

Ebenfalls um eine universitär angesiedelte Initiative handelte es sich bei dem Projekt **Giuseppe Terragni Architecture. A Formal Analysis using CAAD.** ⁴⁹⁴ Im Wintersemester 1992/1993 wurden an der ETH Zürich unter der Leitung des Architekten und Wissenschaftlers Antonio Saggio Bauten des Architekten Giuseppe Terragni digital rekonstruiert. Insgesamt wurden acht 3D-Modelle erstellt, die von ihm entworfene, aber nicht realisierte Gebäude im Stil des italienischen Rationalismus zeigen. Ziel des Seminars war es, hierarchische Strukturen in der Architektur anhand der Rekonstruktionsmethode des **Object Based Modelling (OBM)** zu untersuchen. Hierbei werden architektonische Elemente als einzelne Objekte definiert, die dreidimensionale Volumina darstellen und mit anderen kombiniert werden können.

Alle Objekte sind in eine hierarchische Struktur eingebunden und können einzeln oder im jeweiligen Kontext betrachtet werden. Dieses System ermöglicht es, komplexe 3D-Modelle sowie eine Vielzahl an Renderings zu erstellen, da die Dateigröße aufgrund der hierarchischen Struktur relativ klein gehalten werden kann. **OBM** bietet zudem die Möglichkeit verschiedene Hypothesen zu visualisieren. So können ausgewählten Objekten beispielsweise bei unklarer Quellenlage zu deren Materialeigenschaften Attribute wie Transparenz, Glanz oder Reflexion zugeordnet werden, um diese jeweils im 3D-Modell zu erproben. Technisch umgesetzt wird dies anhand **instantiation** (dt. Instanziierung), also der Zuordnung von Eigenschaften auf Objektebene. ⁴⁹⁵ Änderungen der Eigenschaften werden automatisch für alle betreffenden Objekte umgesetzt und sind somit in allen Bereichen des 3D-Modells sichtbar, in denen sich das Objekt befindet. Mit dieser dynamischen Art und Weise der Modellierung ist eine Untersuchung von Materialien in der digitalen Rekonstruktion leicht durchführbar. In dem Seminar wurden Bauwerke von Terragni exemplarisch mit dieser Methode untersucht.

Wie in dem zuvor beschriebenen Projekt zum Bauhaus handelt es sich auch hier um von Studierenden erstellte Interpretationen von Entwürfen. Beispielsweise wurde das von den Architekten Giuseppe Terragni und Pietro Lingeri entworfene, aber nie erbaute **Danteum** mittels **OBM** rekonstruiert ⁹⁹. Die unterschiedlichen Funktionen des Gebäudes lieferten das Konzept für den hierarchischen Aufbau des 3D-Modells, das aus mehr als 50 zusammengesetzten Objekten bestand und in vier Ebenen (»primitive Elemente, zusammengesetzte Elemente, funktionelle Teile, Gesamtmodell« ⁴⁹⁶) untergliedert war. Durch die intensive Beschäftigung mit Terragnis Werken erhielten die Studierenden einen neuen Zugang zum Schaffen des Architekten, der vor allem auch dazu beitrug, den strukturellen Aufbau der Bauwerke zu verstehen.

Diese drei Projekte zeigen, wie das Werk von Architekten gewinnbringend mit computertechnischen Methoden untersucht, analysiert und präsentiert werden kann. Hier bieten sich Anschlussmöglichkeiten für die Kunstgeschichte, die

■ 494

Hintergrundinformationen zum Projekt bieten: Schmitt 1993; Saggio 1992.

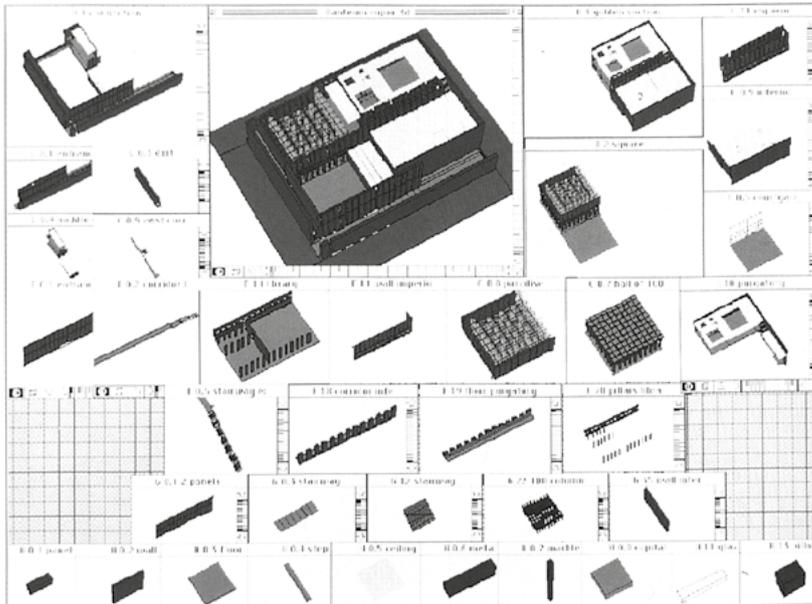
■ 495

Zur Erläuterung des Konzepts der »instantiation« vgl.: Saggio 1992, S. 53.

■ 496

Schmitt 1993, S. 129.

sich ebenso mit Architekten und deren Werken befasst. Insbesondere im Hinblick auf frühneuzeitliche Bauwerke ließen sich möglicherweise mit einer systematischen Analyse bestimmte Stile beteiligter Baumeister herausarbeiten und vor diesem Hintergrund ausgewählte Gebäude gezielt miteinander vergleichen.



□ 99
Darstellung der hierarchischen Struktur des von Giuseppe Terragni und Pietro Lingeri entworfenen und nie erbauten »Danteum«, Christoph Zimmermann/ETH Zürich, 1992.

Kunstgeschichte

In der Kunstgeschichte finden sich in den 1990er-Jahren verschiedene 3D-Projekte im Bereich der Architekturvisualisierung. Hier ist zunächst eine Arbeit der Kunsthistorikerin Marilyn Aronberg Lavin zu nennen, die sich ähnlich wie Forscher in den 1980er-Jahren mit der computertechnischen Untersuchung von Wandgemälden befasste. Auch bei ihr stand nicht die Rekonstruktion von Architektur im Vordergrund, vielmehr ging es darum in einem 3D-Modell die Bildwerke zu verorten und die Beziehungen zwischen ihnen zu untersuchen. Die Besonderheit ihrer Initiative war die Erforschung von Bildzyklen und das Zurverfügungstellen einer Echtzeit-Anwendung, um die Kunstwerke Besuchern zugänglich zu machen.

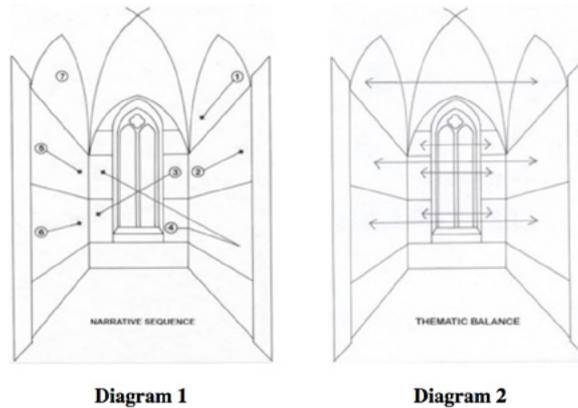
Als eine der ersten Kunsthistorikerinnen hat sich Marilyn Aronberg Lavin Anfang der 1990er-Jahre mit dem Potential der Computergrafik für die kunsthistorische Erforschung von Bildzyklen beschäftigt. ⁴⁹⁷ Das zum 500. Todesjahr von Piero della Francesca initiierte **The Piero Project** entwickelte sie an der Princeton University, New Jersey, USA, gemeinsam mit den Computergrafikern Kevin Perry und Kirk D. Alexander in interdisziplinärer Zusammenarbeit des Department of Art and Archaeology und des **Interactive Computer Graphics Laboratory**. ⁴⁹⁸ Ziel war, den Freskenzyklus **Die Legende vom wahren Kreuz**, den Piero della Francesca in der Capella Maggiore der Kirche San Francesco in Arezzo, Italien, zwischen 1452 und 1466 geschaffen hatte, in einem 3D-Modell zu visualisieren.

Die bisher gängigen Darstellungsmethoden wie Diagramme hielt Lavin nicht für ausreichend, um sich intensiv mit dem Schaffen des Künstlers in Arezzo zu beschäftigen. In einer diagrammatischen Darstellung können zwar inhaltliche Bezüge einfach dargestellt werden, jedoch fehlt die interaktive

■ 497
Vgl. Bentkowska-Kafel 2013, S. 40.

■ 498
Umfangreiche Hintergrundinformationen zu Zielen, Umsetzung und Präsentation von »The Piero Project« sind zu finden in: Infoblatt zu »The Piero Project«, das im Rahmen des »XXVIII. Internationaler Kongreß für Kunstgeschichte« in Berlin (15. bis 20. Juli 1992) verteilt wurde; Aronberg Lavin 1996; Aronberg Lavin et al. 2009; Webseite von »The Piero Project«: <http://projects.ias.edu/pierotruecross/>.

Komponente **100**. Daher setzte Lavin die damals neueste Computertechnologie in ihrer Forschung ein.



□ 100

Diagrammatische Darstellung der Leserichtung der Wandbilder in narrativer Reihenfolge (links) und entsprechend den thematischen Bezügen der einzelnen Szenen (rechts), Marilyn Aronberg Lavin.

■ 499

Zur Errichtung und Ausmalung der Capella Maggiore der Kirche San Francesco in Arezzo vgl.: Lightbown 1992.

■ 500

Zur Anordnung der Bildfelder und Bildthemen vgl.: Aronberg Lavin 1989, S. 483-486; Aronberg Lavin et al. 2009.

■ 501

Sämtliche inhaltliche bzw. formale Zusammenhänge und bildliche Entsprechungen sind aufgeführt in: Lightbown 1992, S. 121-122.

Die 1316/1317 begonnene Kirche San Francesco in Arezzo wurde im späten 14. Jahrhundert vollendet. **499** Piero della Francesca, der zu dieser Zeit bereits ein angesehener Künstler war, erhielt um 1452 den Auftrag die Kapelle von San Francesco mit Fresken zur Legende des Heiligen Kreuzes auszumalen. Allerdings ordnete er die einzelnen Bildfelder nicht stringent von links nach rechts an. **500** Vielmehr entspricht seine Verteilung der Bildthemen auf die Wandfelder einer symmetrischen Ordnung. Jeweils gegenüberliegende Fresken passen hinsichtlich der Bildinhalte und auch der Bildgestaltung zueinander. **501** Beispielsweise zeigen die Fresken an der Wand hinter dem Altar in der untersten Reihe auf der linken Seite die **Verkündigung Christi Geburt** und auf der rechten Seite den **Traum des Konstantin**, einer Szene in der Konstantin von einem Engel erfährt, die bevorstehende Schlacht zu gewinnen. Nicht nur inhaltlich zeigen sich in diesen beiden Bildfeldern Ähnlichkeiten, sondern auch auf formaler Ebene, denn in beiden sind Architekturen abgebildet: Sowohl der römische Tempel auf der linken Seite als auch das Zelt rechts werden je von einer Mittelachse in Form einer korinthischen Säule (links) und einem runden Pfeiler (rechts) bestimmt **101**.



□ 101

Fotografie der Wandgemälde in der Capella Maggiore der Kirche San Francesco in Arezzo, Miguel Hermoso Cuesta, 2014.

■ 502

Vgl. Infoblatt zu »The Piero Project«, das im Rahmen des »XXVIII. Internationaler Kongreß für Kunstgeschichte« in Berlin (15. bis 20. Juli 1992) verteilt wurde.

■ 503

Vgl. Aronberg Lavin 1996, S. 37.

■ 504

Vgl. ebd.; Aronberg Lavin et al. 2009.

■ 505

Vgl. Aronberg Lavin 1996, S. 37.

■ 506

Zur Präsentation des 3D-Modells zum Zeitpunkt seiner Veröffentlichung 1992 vgl.: Infoblatt zu »The Piero Project«, das im Rahmen des »XXVIII. Internationaler Kongreß für Kunstgeschichte« in Berlin (15. bis 20. Juli 1992) verteilt wurde.

■ 507

Zu den Audiokomentaren vgl.: Aronberg Lavin et al. 2009.

■ 508

Infoblatt zu »The Piero Project«, das im Rahmen des »XXVIII. Internationaler Kongreß für Kunstgeschichte« in Berlin (15. bis 20. Juli 1992) verteilt wurde.

■ 509

Vgl. Aronberg Lavin 1996, S. 37.

■ 510

Zum Einsatz der Visualisierung in Seminaren 1995 vgl.: Aronberg Lavin et al. 2009.

■ 511

Zur Weiterentwicklung des Projekts 1999 vgl.: ebd.

Im Jahr 1992 präsentierte Aronberg Lavin das Projekt gemeinsam mit Brad Gianulis auf dem XXVIII. Internationaler Kongreß für Kunstgeschichte in Berlin in ihrem Vortrag **Computergraphik zur Erforschung von Monumentalmalerei**. **502** Auf einer VGX IRIS Workstation von Silicon Graphics hatten sie ein 3D-Modell des Kapellenraums erstellt, wobei sie für das Gewölbe auf **AutoCAD** zurückgriffen. **503** Alle Fresken in Form von hochaufgelösten digitalen Bildern (2.000 dpi) wurden darin als Texturen platziert. **504** Die Software der Workstation ermöglichte es, eine allgemeine und punktuelle Beleuchtung zu simulieren sowie Diagramme auf den Bildern oder im Raum zu platzieren **102**. **505** Mit einem sogenannten **Space Ball**, einer Art dreidimensional navigierbarer Maus, war es einem Benutzer möglich, sich in dem auf einem Bildschirm angezeigten virtuellen Raum frei zu bewegen und so jede erdenkliche Perspektive darin einzunehmen. **506** In Kombination mit der im 3D-Modell eingeblendeten Markierung erhält der Betrachter einen räumlichen Eindruck der inhaltlichen Informationen. Audiokommentare für jedes einzelne Bild lieferten zudem Informationen zum kunsthistorischen Hintergrund sowie zu technischen Aspekten. **507**



□ 102

Bildschirmfoto der Computeranwendung zu »The Piero Project« mit eingeblendeten Markierungen im 3D-Modell, ausgeführt von Susanne Philippson Curic.

Die Bewegungen innerhalb des 3D-Modells konnten in Echtzeit angezeigt werden. Dass dies damals eine technische Innovation war, geht aus dem Text zur öffentlichen Präsentation des Projekts im Jahr 1992 hervor, der den Begriff **real-time**, also Echtzeit, dezidiert einführt: »Perspective adjustments accompany the movement at a natural rate, called »real-time«, and make it possible to view the scanned images from any angle and in their spatial context.« **508** Auf diese Weise waren die Fresken, die sich in der insgesamt 30 Meter hohen Kapelle befinden, nun überhaupt für den Betrachter zugänglich, denn selbst die unterste Bildreihe ist 2,5 Meter über dem Boden angeordnet. **509** Das Projekt konnte zu dieser Zeit nur über ein System angewendet werden, das auf einer **Silicon Graphics VGX IRIS Workstation** lief, die Anwendung über einen PC war noch in der Entwicklungsphase. In dieser Form kam das Projekt in kunsthistorischen Seminaren an der Princeton University bis 1995 zum Einsatz. **510** Danach war es möglich, auf das 3D-Modell via einer CD auch von einem handelsüblichen PC aus zuzugreifen, was die Arbeit mit der Anwendung im Rahmen von Seminaren stark vereinfachte.

1999 ließ das italienische Kultusministerium im Rahmen einer neu vereinbarten Zusammenarbeit mit Marilyn Aronberg Lavin aktuelle Fotografien der Fresken in Arezzo anfertigen. **511** Diese konnten dann als Texturen in das 3D-Modell integriert werden. In der Kirche San Francesco wurden anschließend zwei Workstations installiert, auf denen die digitale Visualisierung der Fresken für

Besucher zugänglich war. Da das Projekt so nur von einem eingeschränkten Publikum genutzt werden konnte, verfolgten Lavin und ihr Team von nun das Ziel, es für die allgemeine Öffentlichkeit verfügbar zu machen. Erst im Jahr 2008 wurde **The Piero Project** in Zusammenarbeit mit Franco Tecchia und Marcelle Carrozzino von der Scuola Superiore Sant' Anna in Pisa schließlich online veröffentlicht. ⁵¹²

■ 512

Vgl. ebd. Die Webseite zum Projekt wird vom Institute for Advanced Study, Princeton University, New Jersey, vorgehalten. Die sehr schlicht und im Stile der 1990er-Jahre gehaltene Webseite des Projekts ist zu finden unter: <http://projects.ias.edu/pierotruecross/>.

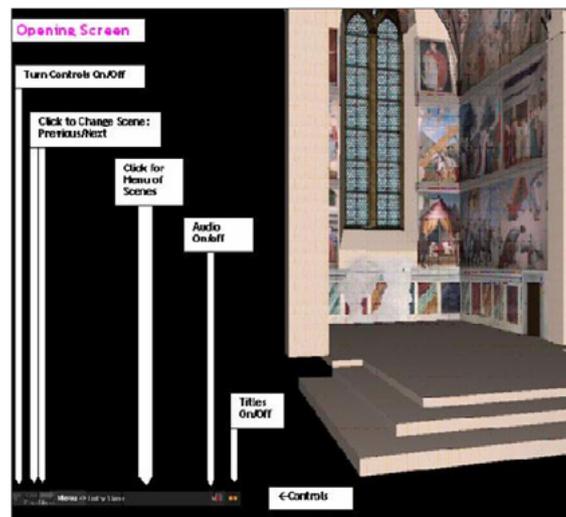
■ 513

Vgl. Aronberg Lavin et al. 2009. Auf »HMD« und »CAVE« wird in einem weiteren Abschnitt des vorliegenden Kapitels sowie in Kapitel 6.1 (→ 447) weiter eingegangen.

■ 514

Infoblatt zu »The Piero Project«, das im Rahmen des »XXVIII. Internationaler Kongreß für Kunstgeschichte« in Berlin (15. bis 20. Juli 1992) verteilt wurde.

Die unterschiedlichen Funktionen, die die online-Anwendung bietet, verdeutlicht ein Bildschirmfoto, das zur Information der Nutzer auf der Projektwebseite zu finden ist ¹⁰³. Der darauf dargebotene Blick in die 3D-modellierte Kapelle weckt aufgrund des aus der Mittelachse gerückten Standorts des virtuellen Betrachters Neugier, die Architektur zu erkunden.



□ 103

Bildschirmfoto der Online-Anwendung zu »The Piero Project«, um 2008.

Mit Hilfe eines **XVR ActiveX Plug-in** der Firma **VRMedia S.r.l.** war nun das 3D-Modell im Internet verfügbar. Aber auch immersive Anwendungen innerhalb einer **CAVE (Cave Automatic Virtual Environment)** oder über ein **Head-Mounted Display (HMD)** wurden durch diese Technik ermöglicht. ⁵¹³

Bereits 1992 prognostizierten die Entwickler von **The Piero Project** das revolutionäre Potential einer Echtzeit-Visualisierung am Computerbildschirm und damit die große Zukunftsfähigkeit dieser Technologie: »In the near future, the system and its intellectual rewards will replace the limitations of still color slides and carousel projectors.« ⁵¹⁴ Denn üblich war bislang die Präsentation von Animationen mit Hilfe eines speziellen Diaprojektors (**carousel**) mit rundem Magazin, der es ermöglichte Einzelbilder in Form von Dias in frei einstellbarer Frequenz nacheinander ablaufen zu lassen und damit die Illusion von sich bewegenden Bildern zu erzeugen.

The Piero Project ist ein frühes Beispiel für den Einsatz digitaler 3D-Modelle von historischer Architektur in der kunsthistorischen Forschung sowie in der Vermittlung im Kontext universitärer Lehre. Der computertechnisch visualisierte dreidimensionale Raum dient hier als Werkzeug, um die inhaltlichen Zusammenhänge der einzelnen Freskenbilder zu erschließen. Vor dem Original ist diese Arbeit aufgrund der Raumhöhe deutlich erschwert, sodass die digitale Anwendung einen eindeutigen Mehrwert besitzt, zumal sie auch ortsunabhängig genutzt werden kann. Bemerkenswert an **The Piero Project** ist auch die lange Laufzeit. Über eine Zeitspanne von mehr als 15 Jahren machte sich das Projekt-

■ 515

Werner Müller beschäftigte sich seit Ende der 1960er-Jahre mit der Geschichte der Stereometrie und machte sich im Bereich der Kunstgeschichte mit seinen Forschungen zu spätgotischen Gewölben einen Namen. Gemeinsam mit dem Mathematiker Norbert Quien vom Interdisziplinären Zentrum für wissenschaftliches Rechnen an der Rupprecht-Karls-Universität Heidelberg realisierte er zahlreiche Computergrafiken von spätgotischer Architektur. Vgl. dazu: Kurrer 2005.

■ 516

Vgl. Müller/Quien 1993, S. 272.

■ 517

Vgl. ebd., S. 276, S. 280 Abb. 3.1, 3.2 u. S. 281 Abb. 4.1.

■ 518

Vgl. ebd., S. 276.

■ 519

Vgl. Blade et al. 2014, S. 1327-1328. Das Konzept der »Augmented Reality« (AR) ist in den 1990er-Jahren bereits in Fachkreisen bekannt (»Boeing« nutzte es z. B. zur Fertigung von Flugzeugen), allerdings noch nicht in der breiten Öffentlichkeit, vgl. Bertol 1997, S. 72. Auf die erst in den 2000er-Jahren zunehmende Verwendung von AR im Bereich des Kulturellen Erbes wird in Kapitel 6.1 (→ 447) eingegangen.

■ 520

Vgl. Bertol 1997, S. 69. Die Firma meldete bereits im Jahr 1990 Konkurs an, vgl.: Blade et al. 2014, S. 1326.

■ 521

Kurze historische Übersichten zu Vorläufern und der Entwicklung von VR-Technologien sind beispielsweise zu finden in: Bertol 1997, S. 69-70; Blade et al. 2014. Zu Sutherlands »Sketchpad« vgl.: Sutherland 2003; Kapitel 2 (→ 051).

team die jeweils neueste Technologie zu eigen, um seine Arbeit einem immer größeren Publikum zur Verfügung zu stellen.

Wie in **Kapitel 3.1 (→ 065)** bereits kurz angesprochen, hatte eine weitere innovative Initiative in der kunsthistorischen Forschung um 1989 ihren Anfang und wurde schließlich in den 1990er-Jahren umgesetzt: Werner Müller und Norbert Quien erarbeiteten mit modernster Technik Rekonstruktionen spätgotischer Gewölbe. **515** Die Grundlage ihrer Arbeit waren Gewölbeentwürfe von nicht existierenden Bauten, wobei die beiden Wissenschaftler die jeweiligen Rippensysteme anhand des zugrundeliegenden Regelwerks am Computer mit Algorithmen nachbildeten. **516** Ein Beispiel hierfür ist die Rekonstruktion des Gewölbes für einen Chor, der im **Stromerschen Baumeisterbuch I** (Nürnberg, um 1590) in Form eines Grundrisses mit eingeschriebenem Gewölbegrundriss überliefert ist. **517**

Müller und Quien realisierten eine Simulation des Chorraumes, wobei sie die Möglichkeiten der damaligen Technik ausreizten und beispielsweise die Oberfläche der Rippen so realistisch wie möglich einer Steinoberfläche nachempfanden. **518** Auch eine aufwändige Lichtsimulation kam hier zum Einsatz. Da dieser Chor niemals tatsächlich erbaut wurde, vermittelt das 3D-Modell einen Eindruck davon, wie der planerische Entwurf ausgesehen haben könnte. Mit der computertechnischen Modellierung von gotischen Gewölben betraten die beiden damit Neuland in der kunsthistorischen Forschung. Um diese Initiative zur 3D-Rekonstruktion des Chors aus dem **Stromerschen Baumeisterbuch I** detailliert vorzustellen und zu analysieren, ist ihr **Kapitel 4.2 (→ 193)** gewidmet.

Virtuelle Realität

Wie in einigen der in diesem Kapitel vorgestellten Projekte deutlich wurde, spielte **Virtual Reality** (VR, dt. Virtuelle Realität) darin immer wieder eine wichtige Rolle. Insgesamt lässt sich VR in den 1990er-Jahren als innovatives Konzept identifizieren, zu dem intensiv geforscht wird und das in zahlreichen Projekten Anwendung findet. **519** Den Begriff prägte Jaron Lanier, der Mitte der 1980er-Jahre die auf Hard- und Software im Bereich VR spezialisierte Firma **VPL Research** gründete. **520** Die technologischen Wurzeln reichen je nach Definition beispielsweise bis zu Ivan Edward Sutherlands Sketchpad von 1963 zurück. **521** Eine grundlegende Definition von VR liefert die Architektin Daniela Bertol in ihrer 1997 herausgegebenen Buchpublikation **Designing Digital Space. An Architect's Guide to Virtual Reality**:

»Virtual Reality is a computer-generated world involving one or more senses and generated in real-time by the participant's actions. The real-time responsiveness of the computer to the participant's action distinguishes VR from other kinds of computer-generated simulations. The participant in a VR environment is perceiver and creator at the same time, in a world where the object of perception is created by actions. The other essential factor in a virtual environment is the sense of immersion: The user is surrounded by a three-

■ 522

Bertol 1997, S. 67.

■ 523

Zur Interaktion und Immersion von VR-Anwendungen vgl.: ebd. S. 67-68.

■ 524

Ebd., S. 67.

■ 525

Zu VR-Technologien vgl. auch Martens 1995, S. 85-86.

■ 526

Zur Stereoskopie vgl.: ebd. S. 57-61; Bertol 1997, S. 68; Hemmerling/Tiggemann 2010, S. 201.

■ 527

Zum Einsatz von VR-Anwendungen in unterschiedlichen Kontexten vgl.: Bertol 1997, S. 70. Daniela Bertol stellte in ihrem 1997 herausgegebenen Buch »Designing Digital Space. An Architect's Guide to Virtual Reality« einige VR-Projekte im Bereich der Architektur ausführlich vor. Vgl. ebd., S. 143-284.

■ 528

Ein Anwendungsbeispiel für ein VR-Modell im Bereich der Architektur wird im Rahmen von [Kapitel 4.3](#) (→ 233) zum 3D-Projekt der Dresdner Frauenkirche detailliert vorgestellt. Ein Überblick zu VR-Projekten in den 1990er-Jahren im Bereich des kulturellen Erbes findet sich beispielsweise in: Stone/Hannigan 2014, S. 932-935.

dimensional environment. [...] An immersive VR environment acts as a surrogate for the actual physical environment.« **522**

Demnach sind insbesondere zwei Elemente ausschlaggebend für eine VR-Anwendung: Zum einen die Interaktion des **Benutzers** oder **Teilnehmers** mit dem VR-System, die dieses sogleich von einem 3D-Modell abgrenzt, das durch die Passivität seines **Betrachters** gekennzeichnet ist. **523** Zum anderen ist Immersion, also das Eintauchen in eine – in diesem Fall – virtuelle Welt ein wichtiger Faktor, der anhand verschiedener Geräte erzeugt werden kann, wie Daniela Bertol in ihrer Zusammenfassung des technologischen State of the Art Ende der 1990er-Jahre aufzeigt:

»Several different types of computer simulations are labeled as virtual reality (VR). The sensors and head-mounted display, which are so often identified with VR systems by the layman, are not always present: In some instances, the only display device is the computer screen and such interactive devices as the mouse or the keyboard. Hardware, software, interfaces, display systems, and sensorial devices vary widely, according to the type of application for which VR is used.« **524**

Hier deutet sich eine große Bandbreite in der technischen Ausrüstung an, die in Form der computergenerierten stereoskopischen Darstellung einen Höhepunkt erreichte. **525** Denn diese ermöglicht es beispielsweise über **Head-Mounted Displays (HMD)** anhand von jeweils für das linke und rechte Auge vorgesehene Ansichten einen räumlichen Eindruck beim Betrachter hervorzurufen. **526** Zwar ist dieses Prinzip schon lange bekannt, jedoch erhielt es durch die Computertechnik eine grundlegende Weiterentwicklung. Auf den gegenwärtigen Einsatz von **HMD**, VR-Brillen und **CAVE**, die stereoskopische Darstellungen unterstützen, wird in [Kapitel 6.1](#) (→ 447) eingegangen.

VR-Systeme kamen in den 1990er-Jahren in ganz unterschiedlichen thematischen Kontexten zum Einsatz, worauf hier nur kurz eingegangen werden soll: Zunächst wurden VR-Anwendungen vom Militär für Flugsimulatoren verwendet und weiterentwickelt. **527** Sodann fanden sie Eingang in wissenschaftliche Kontexte, insbesondere wenn ein visuelles Feedback und eine räumliche Struktur erwünscht waren, um Informationen anschaulich darzustellen und sie interaktiv zu erkunden. Dies bezog sich beispielsweise auf Architektur, Maschinenbau, Molekularbiologie oder Geometrie. **528**

Weitere technische Innovationen entstanden, als um 1992 das Internet weltweit öffentlich verfügbar wurde. Denn dies stellte eine neue Möglichkeit dar, um 3D-Modelle zu präsentieren und zugänglich zu machen, was wiederum neue technische Entwicklungen erforderte: So konnten nun beispielsweise mit der von **Apple** 1994 initiierten Technik **QuickTimeVR** Panoramabilder dargestellt und online zugänglich gemacht werden. Ein Beispiel für die Anwendung von **QuickTimeVR** in einem wissenschaftlichen 3D-Projekt wird in [Kapitel 5.4](#) (→ 403) analysiert. Dabei handelt es sich um die digitale Rekonstruktion von Synagogen in Wien, durchgeführt von der TU Wien 1998 bis 2009.

■ 529

Vgl. Grau 2000, Abschnitt zu »Metamorphosis«.

■ 530

Forte 1997, S. 13.

■ 531

Ebd.

■ 532

Hintergrundinformationen zum Projekt »VRGlasgow« sind zu finden in: Maver 2002, S. 95; Ennis/Maver 2003; Messemer 2016 (The Beginnings of Digital Visualization), S. 26–27.

Eine weitere technische Innovation war die Mitte der 1990er-Jahre entwickelte Auszeichnungssprache **VRML (Virtual Reality Mark-up Language, später: Virtual Reality Modelling Language)**. ⁵²⁹ Diese ermöglichte die Darstellung von 3D-Objekten im Internet, die auf eine interaktive Anwendung hin ausgelegt waren, wie es Maurizio Forte erläutert:

»Virtual Reality Mark-up Language (VRML) is a language that describes three-dimensional objects and allows the user to move from texts into three-dimensional spaces and vice versa. It is a completely new way of visualizing information in three-dimensional space via hypermedia links, allowing the information/objects to be rotated, moved and observed from any angle. This powerful graphic language opens up new and extraordinary possibilities for handling multimedia data in three-dimensional form.« ⁵³⁰

Diese Technik wurde im April 1995 auf der dritten internationalen Konferenz zum World Wide Web, Technology, Instruments and Applications, in Darmstadt vorgestellt. ⁵³¹ Als ein Beispiel für eine **VRML**-Anwendung wird ein 2007 realisiertes Teilprojekt von **Theatron** in **Kapitel 4.4 (→ 261)** genauer erläutert.

Die Innovation, die **VRML** im Bereich der digitalen Rekonstruktion in den 1990er-Jahren darstellte, verdeutlicht folgendes Beispiel: So ermöglichte deren Anwendung erstmals, ein 3D-Projekt, das in den 1980er-Jahren realisiert worden war über das Internet der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. ⁵³² Hierbei handelt es sich um **VRGlasgow**, ein digitales Stadtmodell von Glasgow, das von der Forschergruppe **ABACUS (Architecture and Building Aids Computer Units Strathclyde)** am Department of Architecture and Building Science an der University of Strathclyde, Großbritannien, realisiert worden war. Unter der Leitung von Mike Grant, dem Technical Director von **ABACUS** hatten hierfür Studierende einen Stadtplan digitalisiert. Ferner waren Luftaufnahmen sowie Höhenmaße von Gebäuden in eine Datenbank eingegeben worden, die die Grundlage für das topografische 3D-Modell bilden. Insgesamt war eine Fläche von etwa 25 Quadratkilometern und 10.000 Gebäuden visualisiert worden.

Erst mit Einführung des Internets und **VRML** war diese Arbeit nun öffentlich zugänglich ¹⁰⁴. Die Besucher von **VRGlasgow** konnten sich innerhalb des Stadtmodells frei bewegen, mussten keiner voreingestellten Route folgen.



□ 104

Bildschirmfoto des Benutzerinterface von »VRGlasgow« mit Stadtplan, 3D-Modell, Foto und zugehörigen Informationen, hier mit Ansicht des George Square und der City Chamber (Rathaus) in der Innenstadt (links); Bildschirmfoto des Multi-User Interface (rechts), »VRGlasgow«, um 1999.

So war es möglich Informationen zu den Bereichen Tourismus, Architektur, Adress- und Straßenverzeichnisse sowie externe Links nach individuellem Interesse abzurufen. Das Interface hatte eine kompakte Struktur und bot eine Vielzahl an Informationen auf einen Blick. So war es beispielsweise möglich zugleich ein aktuelles Foto eines Bauwerks, seine Entsprechung im digitalen 3D-Modell aus der Perspektive eines Fußgängers und den realen Standort auf einem interaktiven Stadtplan einzusehen.

Die Relevanz von VR verdeutlicht sich ferner in Fachzeitschriften sowie insbesondere anhand speziell auf das Thema ausgerichteter Konferenzen, wie die 1995 gegründete VSMM.⁵³³ Aber auch bereits etablierte Konferenzen stellten nun einzelne Veranstaltungen unter das Thema. Hierzu zählt SIGGRAPH, in deren Rahmen 1991 erstmals eine Session zur Anwendung von VR stattfand.⁵³⁴ Beispielsweise demonstrierte Steve Bryson vom NASA Ames Research Center die Analyse von Datensätzen mittels Datenhandschuhen. Einen Virtual Reality-Flug durch die damals geplante Raumstation Freedom führte Joe Hale vom NASA Marshall Space Flight Center vor. Aber auch eine in Stanford entwickelte, medizinische VR-Anwendung wurde gezeigt. Zudem wurden in einem Vorführraum im Rahmen der jährlichen Art and Design Show aktuelle Computergrafikprodukte von 250 Anbietern vorgestellt und prämiert¹⁰⁵. Der Gewinnerbeitrag war beispielsweise ein Rendering eines computertechnisch visualisierten Raums mit komplexer Lichtsimulation. Technisch besonders anspruchsvoll waren hier die zahlreichen Spiegelungen, Lichtreflexionen und Transparenzen. Diese Arbeit zeugt von dem damaligen State of the Art der Computergrafik. Insgesamt verzeichnete die Konferenz 23.100 Besucher, die damit das große Interesse an dem Thema der Virtual Reality widerspiegeln.

■ 533

Zu einschlägigen Fachzeitschriften zählen beispielsweise: »Presence: Teleoperators and Virtual Environments« (1992 von MIT Press gegründet), Virtual Reality (1995 erstmals von Springer Verlag herausgegeben), »International Journal of Virtual Reality« (»IJVR«, 1995 erstmals publiziert). Vgl.: Blade et al., S. 1333–1334. Neben den im Text genannten Konferenzen, die in den 1990er-Jahren auf VR ausgerichtet waren, werden weitere kurz vorgestellt in: Blade et al. 2014, S. 1327–1328 u. 1334–1335.

■ 534

Zur »SIGGRAPH« 1991 vgl.: Haggerty 1991.

■ 535

Informationen zur Präsentation von »IBM« auf der »SIGGRAPH« 1992 sind zu finden in: Henger 1993.



□ 105

Gewinnerbeitrag zur »Art and Design Show«: Rendering eines computertechnisch visualisierten Raums mit komplexer Lichtsimulation, zahlreichen Spiegelungen und Reflexionen, »Zero One«, 1991.

Auf der SIGGRAPH im darauffolgenden Jahr in Las Vegas stellte eine internationale Gruppe des IBM Thomas J. Watson Research Center in Yorktown Heights einen Prototyp für die Erzeugung einer virtuellen Welt in stereoskopischer Darstellung vor.⁵³⁵ Dieser ermöglichte es mehreren Benutzern gleichzeitig mit der virtuellen Welt zu interagieren. Ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber anderen VR-Anbietern war die freie Interaktion, denn sonst waren dem Benutzer immer ein bestimmter Weg und Handlungsoptionen (Knopf drücken oder Ähnliches) vorgegeben. Die Besonderheit an dem System lag zudem in seiner multisensoriellen Ausrichtung begründet, die nicht nur ein audiovisuelles Erlebnis ermöglichte, sondern auch Reaktionen auf Gestik sowie Spracherken-

nung umfasste. Um beispielsweise Gesten eines Benutzers technisch zu erfassen wurde ein **Dataglove** eingesetzt, ein Handschuh, der über Positions- und Bewegungssensoren die Bewegungen der Hand und Finger elektronisch aufnahm, um sie an das System weiterzuleiten [106]. In der hier gezeigten Abbildung sind die Datenhandschuhe deutlich zu erkennen sowie der körperliche Einsatz der beiden Nutzer, um mit den virtuellen Gegenständen zu interagieren. Die Szene lässt aus heutiger Sicht an in den letzten Jahren auf den Markt gekommene Spielekonsolen denken, die mit Controllern die Interaktion mit Gegenständen im virtuellen Raum ermöglichen.



□ 106

Einsatz des »Dataglove«: »IBM«-Wissenschaftler J. Bryan Lewis und Christopher Codella fassen einen simulierten Gegenstand in einem virtuellen Raum an, »IBM«, um 1993.

Mit sogenannten **Eyephones** war es möglich die Kopfbewegungen des Benutzers zu verfolgen und entsprechende Raumbilder auf den brillenartig ausgerichteten Flüssigkristall-Bildschirmen anzuzeigen. Verbunden war dies mit Mikrofonen und einer Hörvorrichtung, um auch Spracherkennung und Tonwiedergabe in das VR-Erlebnis zu integrieren. **IBM** verstand seine Prototyp-Entwicklung als eine Art Baukasten, der für individuelle Anwendungen eigens konfiguriert werden konnte und somit eine große Bandbreite an Einsatzmöglichkeiten bot.

Eine Anwendung im Bereich der Architekturdarstellung fand der Prototyp 1994: Im Rahmen der internationalen Computermesse **CeBIT** in Hannover präsentierte **IBM** in einem eigens dafür eingerichteten Raum ein VR-Modell der Dresdner Frauenkirche. [536] Hierfür wurde ein auf historischen Quellen beruhendes digitales 3D-Modell des Bauwerks technisch aufbereitet. Auf diese Arbeit wird in **Kapitel 4.3** (→ 233) genauer eingegangen, um die Hintergründe ihrer Erstellung und Präsentation zu erläutern.

Als weiteres Beispiel einer VR-Installation lässt sich das ebenso auf einer wichtigen internationalen Ausstellung gezeigte 3D-Modell des Doms von Siena anführen. Auf der **EXPO 2000** in Hannover wurde das Projekt **Der Dom von Siena** präsentiert, das 1999 am **Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD)** unter dem Abteilungsleiter Didier Stricker, seinem Stellvertreter Christian Knöpfle sowie Bernd Lutz realisiert wurde. [537] Unterstützt wurde es im Sonderforschungsprojekt **Neue Technologien in den Geisteswissenschaften** vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie durch die Opera della Metropolitana in Siena und die Messbildstelle Dresden. Ziel war es, VR-Technologien im Bereich der Wissensvermittlung für Kulturelles Erbe zu erforschen. Dies sollte mit einer immersiven virtuellen Umgebung umgesetzt werden, in der sich die Benutzer innerhalb des Doms frei bewegen und somit die Architektur erkunden kann.

■ 536

Vgl. Jalili et al. 1996. Ausführlich erläutert und kontextualisiert wird das VR-Modell in **Kapitel 4.3** (→ 233).

■ 537

Für ausführliche Informationen zu Zielen, Inhalt, technischer Umsetzung und Präsentation des Projekts »Der Dom von Siena« vgl.: Lutz 2001, S. 107-109; Stricker/Knöpfle/Lutz 2003.

Auf Basis von Plänen zum Dom, die das Kunsthistorische Institut in Florenz zur Verfügung gestellt hatte, wurde zunächst ein 3D-Modell erstellt, das sowohl den Dom als auch seine Umgebung zeigt. Hierin wurden Texturen in hoher Auflösung von insgesamt 400 MB integriert, die die komplexe Architektur und die große Anzahl an Skulpturen und Bildern in dem Bauwerk wiedergaben und aufgrund ihres Datenumfangs eine technische Herausforderung darstellten ¹⁰⁷. Bemerkenswert ist hier der Einsatz fotorealistischer Texturen auf sämtlichen Oberflächen, einen zeitgenössisch gekleideten Avatar eingeschlossen.



□ 107
Blick in das 3D-Modell des Doms von Siena mit Texturen in hoher Auflösung sowie einem Avatar, Rendering, »IGD«, 1999–2000.

Mit einem speziell entwickelten **Radiosity**-System konnte eine auf physikalischen Gesetzen beruhende Lichtsimulation erzeugt werden, die eine komplexe Beleuchtung und Erstellung von Schatten ermöglichte. Die Umsetzung der Bildberechnung erfolgte mittels des VR-Systems **Virtual Design 2** über einen Hochleistungsgrafikrechner mit dem Ziel eine Echtzeitanwendung zu realisieren.

Auf der **EXPO 2000** wurde für die Präsentation eine Großbildleinwand mit einer Höhe von 4 und einer Breite von 2,50 Metern installiert, die die immersive Wirkung der VR-Anwendung zusätzlich verstärkte. Über einen Touchscreen hatte der Besucher die Möglichkeit sich eigenständig durch den Dom zu navigieren sowie Informationen zu Architektur, Geschichte und Kunst abzurufen ¹⁰⁸. Die Benutzeroberfläche war optisch einem mittelalterlichen Buch nachempfunden, in dem der Benutzer blättern konnte. Ziel war es, die Bedienung möglichst intuitiv zu halten. Zudem wurde ein Avatar entwickelt, der im 3D-Modell platziert war und über eine Sprachausgabe zusätzliche Informationen geben konnte. Er war im Hinblick auf Mimik und Bewegungsabläufe so realistisch gestaltet, wie es technisch möglich war.

Die Installation auf der Weltausstellung diente dazu, die Ergebnisse des 3D-Projekts vorzustellen und damit ihre Einsatzmöglichkeiten im Bereich von Forschung und Lehre zu propagieren. Konkret bestanden diese laut Christian Knöpfle beispielsweise darin:

»[...] aktuelle Theorien der Entstehungsgeschichte im virtuellen Modell umzusetzen, zu präsentieren und zu diskutieren. Hier kann dann auch eine umfangreiche Datenbank mitgeführt werden, in der die verschiedenen Fragmente verzeich-

■ 538

Stricker/Knöpfle/Lutz 2003,
Abschnitt »Theorie/Forschung«.

net sind, aus der diese Theorien gewonnen wurden. Neben der reinen Präsentation der Daten bietet sich auch eine Erweiterung für den Einsatz in der Restauration an, um z. B. Farbgebungen vor der realen Ausführung zu begutachten.« **538**



□ 108

Fotografie der Projektion auf die
Großbildleinwand mit davor platziertem
Bedienpult mit und ohne Avatar, »IGD«,
1999–2000.

Er sah mit dieser Installation zudem die Möglichkeit für Museen, ähnliche Anwendungen in Ausstellungen anzubieten und sich damit zu profilieren, um neue Zielgruppen anzusprechen. Bis heute zählen allerdings VR-Systeme oder andere computertechnische Anwendungen in Museen nicht zur Standardausstattung, vor allem nicht in Kunstmuseen, obwohl darin ein großes Potential in der Vermittlungsarbeit liegen würde. Das im nächsten Kapitel thematisierte 3D-Projekt aus dem Jahr 1992 wurde hingegen vielfach in Ausstellungen in unterschiedlicher Weise medial präsentiert, worauf im Folgenden genauer eingegangen wird.

Publiziert in: Messemer, Heike, Digitale 3D-Modelle historischer Architektur. Entwicklung, Potentiale und Analyse eines neuen Bildmediums aus kunsthistorischer Perspektive. Heidelberg: arthistoricum.net ART-Books, 2020 (Computing in Art and Architecture, Band 3). DOI: <https://doi.org/10.11588/arthistoricum.516>

4.2 Spätgotischer Kirchenchor (IWR, Universität Heidelberg, 1992)

Ende der 1980er-Jahre begannen Werner Müller und Norbert Quien digitale Rekonstruktionen von gotischen Gewölben zu erstellen. Diese sind als Pionierarbeit hinsichtlich des Computereinsatzes in der kunsthistorischen Forschung anzusehen. Die von ihnen bis zum Tod von Werner Müller im Jahr 2005 erarbeiteten digitalen 3D-Modelle visualisieren gotische Gewölbe, die auf historischen Gewölbegrundrissen basieren, jedoch in Realität weitestgehend nicht gebaut wurden. Gotische Gewölbeentwürfe werden in diesem 3D-Projekt erstmals computertechnisch unter kunsthistorischen Fragestellungen erforscht.

Im Rahmen des DFG-Projekts **CAD spätgotischer Gewölbe** (1989–1993), das an der Universität Heidelberg unter der Leitung von Willi Jäger realisiert wurde, erstellten Müller und Quien 1992 eine digitale Rekonstruktion eines spätgotischen Kirchenchors, dessen zugrundeliegenden Pläne aus dem **Stromerschen Baumeisterbuch I** stammen. Dieses Teilprojekt steht im Fokus der nun folgenden Analyse.

■ 539

Sebastian Fitzner liefert in seiner 2015 erschienenen Dissertation einen Überblick über die an der Ausführung von Architekturzeichnungen beteiligten Berufsgruppen. Darunter sind neben »professionellen Bauzeichner[n]« und Bauschreibern auch Kunstdrechsler, Goldschmiede und Hoftrompeter anzutreffen. Vgl. Fitzner 2015, S. 65.

■ 540

Vgl. Müller/Quien 2005, S. 8.

■ 541

Vgl. Müller 1990 (Computersimulation spätgotischer Gewölbe), S. 149.

■ 542

Vgl. ebd. Teil der Meisterprüfungen für Steinmetze in der Reichsstadt Nürnberg ab 1507 war hingegen u. a. der »Aufriß eines Kreuzgewölbes in ›rechter Art‹ mit kurzen und langen Strebebögen auf einer rechteckigen Grundfläche, zusammengesetzt aus einer Reihung von sechs bis sieben Jochen«. Zit. aus: Fleischmann 1985, S. 198–199.

■ 543

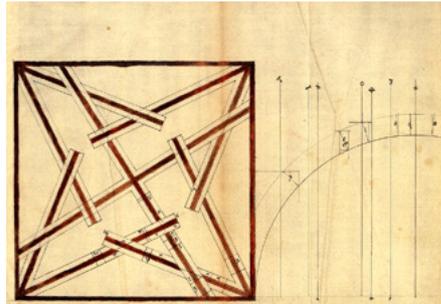
Eine Liste zu erhaltenen Textquellen ist zu finden in: Akahane-Bryen 2015, S. 9–10.

Gotische Gewölbegrundrisse – Kurzer historischer Überblick

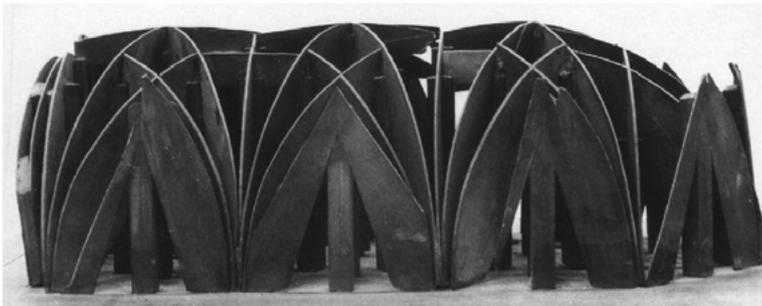
Gotische Gewölbegrundrisse sind Architekturzeichnungen, die in der Gotik in verschiedenen Kontexten zu finden sind und von Urhebern unterschiedlicher Profession angefertigt wurden. ⁵³⁹ In Form einer zweidimensionalen Linienzeichnung geben sie den Verlauf der Rippen eines Gewölbes in der Aufsicht wieder ¹⁰⁹. Für die Errichtung eines Gewölbes nach einem solchen abstrakt anmutenden Grundriss ist zudem eine sogenannte Bogenaustragung notwendig ¹⁰⁹. Anhand dieser Zeichnung konnte ein Steinmetz unter Anwendung bestimmter Regeln die Höhen der einzelnen Rippenkreuzungen bestimmen. ⁵⁴⁰ Allerdings benötigte er zur vorherigen Veranschaulichung des geplanten Baus ein Modell ¹¹⁰, ⁵⁴¹ denn das Anfertigen von Aufrissquerschnitten oder isometrischen Darstellungen war nicht Teil der Handwerksausbildung für Steinmetze. ⁵⁴² Ein solches Modell scheint gleichsam die physische Verräumlichung der Gewölberippen darzustellen und trägt damit entscheidend dazu bei, den abstrakten Gewölbegrundriss in seiner konstruktiven Anlage zu verstehen.

Die Menge an originalen Textquellen der Spätgotik, in denen sich auch Gewölbegrundrisse erhalten haben, ist jedoch relativ überschaubar: ⁵⁴³ Zu finden sind gotische Gewölbegrundrisse beispielsweise in Musterbüchern,

sogenannten Reißbüchern, Baumeisterbüchern oder auch als schriftlicher Teil von Steinmetzmeisterprüfungen wie im Folgenden gezeigt wird.



□ 109
Gewölbegrundriss (links) mit zugehöriger Bogenaustragung (rechts), »Cod. Min. 3«, fol. 15r, Österreichische Nationalbibliothek Wien.

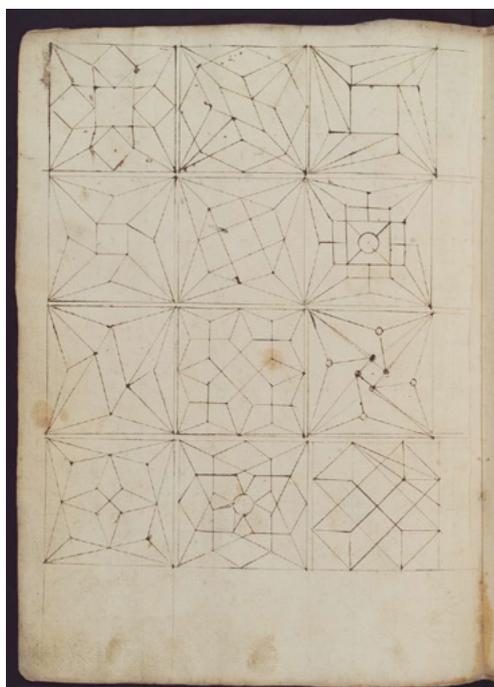


□ 110
Lehrbogenmodell eines Kirchenchors, Meisterstück von Hanns Heiß, Nürnberg, 1659, Architekturmuseum der TU München, Foto: Werner Müller.

■ 544
Vgl. Bucher 1968, S. 55–56. Eine deutsche Übersetzung dieser Terminologie ist zu finden in: Pause 1973, S. 77–79.

■ 545
Bucher 1968, S. 55–56.

François Bucher hat 1968 eine Terminologie für Architekturzeichnungen sowie Bauhüttenbücher aus der Zeit zwischen 1350 und 1572 verfasst. ⁵⁴⁴ In seiner Systematik, die er in sieben Kategorien unterteilt, liefert er zugleich eine Kontextualisierung von Architekturzeichnungen in diesem Zeitraum: »I. Theoretical Designs [...], II. Educational Plans [...], III. Working Plans [...], IV. Special Plans [...], V. Sketch and Lodge-books [...], VI. Elements involved in Planning [...], VII. Architectural Models.« ⁵⁴⁵ Diese Kategorien fächert er wiederum in eigene Unterpunkte auf. So finden sich beispielsweise unter Punkt V ganz allgemein Musterbücher und unter Punkt III im Speziellen Muster von Gewölben ¹¹¹.



□ 111
Musterbuch des Hans Hammer, fol. 23v., Süddeutschland, 15./16. Jahrhundert, Herzog August Bibliothek, Wolfenbüttel.

■ 546

Vgl. Fitzner 2015, insbes. S. 4, S. 7, S. 20, S. 254–255.

■ 547

Vgl. Müller/Quien 2005, S. 9.

■ 548

Vgl. Bucher 1968, S. 56.

■ 549

Vgl. Müller/Quien 2005 S. 9. Auch Ulrich Coenen hält in seiner umfassenden Untersuchung zu *Werkmeisterbüchern der Spätgotik* fest, dass Originalentwurfpläne von Kirchen dieser Zeit nicht mehr erhalten sind. Vgl. Coenen 1990, S. 138.

■ 550

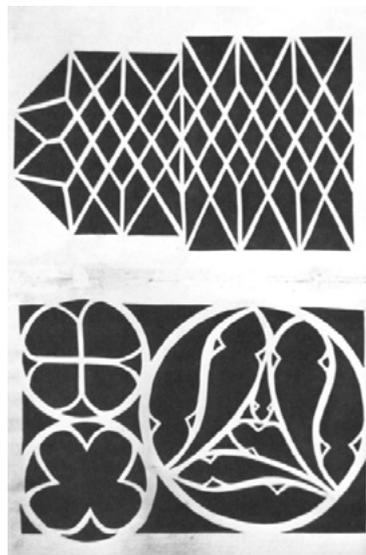
Vgl. Fleischmann 1985, S. 197.

■ 551

Vgl. ebd., S. 198.

Einen umfassenden Überblick über Architekturzeichnungen zwischen 1500 und 1650 im deutschsprachigen Raum liefert die 2015 erschienene Dissertation des Kunsthistorikers Sebastian Fitzner. ⁵⁴⁶ Damit erschließt er ein bis dahin offen gebliebenes Desiderat der Kunstgeschichte. In seiner Arbeit verfolgt er das Ziel, Architekturzeichnungen aus dem nordalpinen Raum zunächst einmal zu kartieren, um sie dann in einem nächsten Schritt einer Untersuchung hinsichtlich ihrer Funktion zu unterziehen. Zeichnungen zu sakralen Bauten klammert er jedoch aus. So ist die einzige von ihm exemplarisch herausgegriffene und abgebildete Zeichnung einer Gewölbekonstruktion aus dem 1622 entstandenen *Reißbuch* von Georg Jacob Wolff für einen Profanbau bestimmt. Es handelt sich dabei um eine auf einem Blatt ausgeführte Zeichnung einer Bogenaustragung und zugehörigem Gewölbegrundriss, der sich unmittelbar darunter befindet. Nach Fitzners Schlussfolgerung wird in Wolffs *Reißbuch* mit der Darstellung von Konstruktionszeichnungen von Gewölben gezeigt, dass diese einerseits durchaus visualisiert werden können und andererseits insbesondere im Bereich des Gewölbebaus verortet werden.

Bei den in Mustersammlungen vorhandenen Zeichnungen gotischer Rippengewölbe handelt es sich um sogenannte Lehrstücke, also Entwürfe, die nicht in einen konkreten Bau umgesetzt wurden. ⁵⁴⁷ Solche Musterbücher dienten beispielsweise Bauherren als Anregung ¹¹². ⁵⁴⁸ Darin befindliche Schnittmuster weisen aus heutiger Sicht aufgrund der abstrakt anmutenden Darstellungsweise auch eine hohe ästhetische Qualität auf. Aus der Zeit der Spätgotik haben sich laut Werner Müller keine Originalentwürfe von gebauten Rippengewölben erhalten. ⁵⁴⁹



□ 112

Historische Schnittmuster für Gewölbe und Maßwerkfenster, Albertina, Wien.

Auch im Kontext von Prüfungen tauchen am Übergang von Mittelalter und Früher Neuzeit Zeichnungen von Gewölbegrundrissen auf: 1507 erfolgte im Steinmetzhandwerk in Nürnberg die Einführung von Meisterstücken. ⁵⁵⁰ So bestand die Meisterprüfung aus vier Teilen und umfasste neben mündlich zu beantwortenden Fragen die Erstellung von bestimmten Plänen und auch kleinen Modellen. ⁵⁵¹ Ganz konkret war gemäß Peter Fleischmann das Wissen um die Errichtung eines gotischen Chors Gegenstand der Prüfung:

»Der zukünftige Steinmetz-Meister mußte als erste Aufgabe die richtigen Proportionen eines gotischen Chorraumes mit Setzung der Bogen und Pfeiler angeben können, das heißt Grundriß, Höhe und Stärke der Wände sollten aus Quadratur, Triangulatur und Zirkelschlag abgeleitet werden.« ⁵⁵²

■ 552

Ebd.

■ 553

Vgl. Müller 1978, S. 109. Leider gibt Müller hier keinen Verweis auf entsprechende historische Quellen oder weiterführende Literatur.

■ 554

Vgl. Fitzner 2015, S. 89. Während Baumeisterbücher Idealpläne und -ansichten enthalten, versammeln Werkmeisterbücher Anleitungen zum Errichten von Gebäuden, die vornehmlich in Textform ausgeführt sind.

■ 555

Vgl. Kaiser 2007, Bd. 1, S. 97.

■ 556

Vgl. Müller/Quien 1993, S. 272.

■ 557

Auf die im 19. Jahrhundert erfolgten Betrachtungen gotischer Gewölbekonstruktionen wird hier nicht näher eingegangen. Zu dieser Thematik vgl. Ausführungen von Müller u. Quien 1993: ebd., S. 273–274.

■ 558

Vgl. ebd., S. 273; Bucher 1972 (The Dresden Sketchbook of Vault Projection). Der Kongress fand bereits 1969 statt. Ein 1933 publizierter Artikel von Carl Anton Meckel, der sich umfassend mit der Konstruktion spätgotischer Gewölbe beschäftigte, hatte kaum Beachtung in der kunsthistorischen Forschung gefunden. Meckel beschreibt darin anhand zahlreicher Beispiele gotische Gewölbekonstruktionen in sakralen Bauwerken und erläutert, wie die den Gebäuden zugrundeliegenden Zeichnungen von den am Bau beteiligten Steinmetzen, Zimmerern und Maurern umgesetzt wurden. Vgl. dazu: Meckel 1933. Vgl. auch Kommentar zu Meckels Publikation: Müller/Quien 1993, S. 273.

■ 559

Für Informationen zu Buchers Beitrag vgl.: Bucher 1972 (Medieval Architectural Design Methods), S. 40 u. S. 45.

Laut Werner Müller dienten diese Gewölbegrundrisse mit zugehöriger Bogenaustragung zur Erstellung von spätgotischen oder nachgotischen Gewölbemodellen, einem weiteren Prüfungsteil. ⁵⁵³

Baumeisterbücher wurden von städtischen Baumeistern angelegt und dienten zur Sammlung von Architekturzeichnungen bestimmter Bauten und auch von Vermessungen. ⁵⁵⁴ Überliefert sind beispielsweise die Baumeisterbücher eines gewissen Wolf Jacob Stromer, der um 1600 als Ratsbaumeister in Nürnberg tätig war. ⁵⁵⁵ Auf dieses Werk wird in einem folgenden Abschnitt des vorliegenden Kapitels genauer eingegangen.

Heute sind Gewölbegrundrisse in der gotischen Tradition für einen Betrachter relativ unbekannt. Darstellungsweisen zur Visualisierung von Architektur. Aufrisse, Gebäudegrundrisse oder perspektivische Ansichten stellen hingegen weit geläufigere architektonische Visualisierungen dar. Umso wichtiger ist es, historische Gewölbegrundrisse dieser Baukultur lesen zu lernen, um zu verstehen, wie zur Zeit ihrer Entstehung Rippengewölbe konstruiert wurden. Im Folgenden werden verschiedene Methoden zur Darstellung von Gewölbegrundrissen vorgestellt, insbesondere computertechnisch erstellte 3D-Modelle von spätgotischen Gewölben, die nie erbaut wurden.

Wissenschaftshistorischer Vorlauf – Erforschung spätgotischer Gewölbegrundrisse

Als Grundlage für den Bau gotischer Rippengewölbe dienten die zu Anfang beschriebenen Gewölbegrundrisse mit zugehöriger Bogenaustragung. Mit Kenntnis der spätgotischen Konstruktionsregeln kann daraus ein Gewölbe errichtet werden. ⁵⁵⁶ Die Beschäftigung mit spätgotischen Gewölben und ihrer Konstruktion reicht in der Kunstgeschichte weit zurück. ⁵⁵⁷ Die Methoden in der Erforschung eben dieses Bereichs haben sich in den letzten Jahrzehnten jedoch sehr gewandelt. So können neben der klassischen Forschung auch Ansätze mit computertechnischer Unterstützung verfolgt werden.

Spätgotische Konstruktionsregeln rief François Bucher der Forschung 1969 auf dem Internationalen Kunsthistorikerkongress in seinem Vortrag zum sogenannten **Dresdner Skizzenbuch** wieder in Erinnerung. ⁵⁵⁸ Bucher stellte in seinem Beitrag fest, dass die Grundrisse und Bogenaustragungen, die im **Dresdner Skizzenbuch** zu finden sind, zwar schon in Modellen teilweise umgesetzt wurden, jedoch konnte die Theorie dahinter noch nicht erklärt werden. ⁵⁵⁹ Bucher wies in seinem Beitrag insbesondere darauf hin, dass in Hoch- und Spätgotik die Konstruktionsregeln insbesondere von den führenden Architekten immer mehr als Richtlinien verstanden wurden, denn als unumstößliches Regelwerk. Dennoch bildeten die Vorgaben für Konstruktionen einen Rahmen, innerhalb dessen die Architekten eigene Ideen einbringen konnten.

■ 560

Auf den Blättern 13 und 14 sind jedoch Destillierröfen in je einer kolorierten Zeichnung plastisch dargestellt. Vgl. Digitalisat der Handschrift, online abrufbar unter: <http://data.onb.ac.at/rec/AL00108665>. Alle Seiten mit Grund- und Aufrissen von Gewölben und Konsolen sind in großformatigen Abbildungen in Farbe abgedruckt in: Müller/Quien 2005, S. 99–121.

■ 561

Vgl. Informationen zum »Cod. Min. 3« auf der Webseite der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien: <http://data.onb.ac.at/rec/AL00108665> sowie Müller/Quien 2005, S. 7.

■ 562

Informationen zu Buchers Forschung zum »Cod. Min. 3« sowie zum Projekt von Müller und Quien sind zu finden in: Müller/Quien 2005, S. 7–9.

■ 563

Vgl. Informationen zum »Cod. Min. 3« auf der Webseite der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien: <http://data.onb.ac.at/rec/AL00108665>.

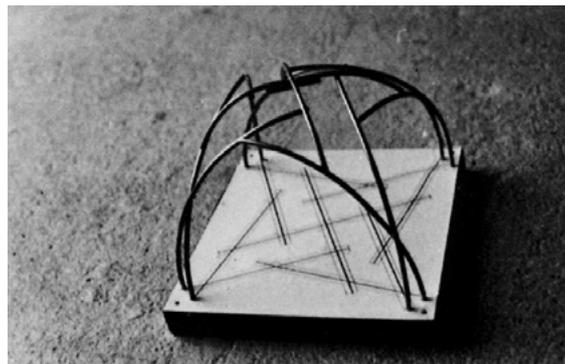
■ 564

Vgl. Bucher 1972 (Medieval Architectural Design Methods), S. 47.

Ein bedeutendes Beispiel hierfür ist der **Codex Miniatus 3 (Cod. Min. 3)**, eine aus 15 Blättern bestehende gebundene Sammlung, die spätgotische Konstruktionszeichnungen von Gewölben und Konsolen in Grund- und Aufrissen umfasst. ⁵⁶⁰ Verwahrt wird sie in der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien. Die Handschrift, deren Urheber nicht bekannt ist, stammt aus dem 16. Jahrhundert und wurde laut François Bucher zwischen 1560 und 1570 erschaffen. ⁵⁶¹ Diese Datierung leitet er von den Wasserzeichen des Papiers ab und deren Ähnlichkeit mit vergleichbaren Markierungen aus Dresden und Leipzig um 1544 und 1567. ⁵⁶² Jedoch kann dies nur als eine zeitliche und räumliche Annäherung gesehen werden, schließlich wurde Papier als Ware gehandelt. Alle Blätter des **Cod. Min. 3** weisen eine Größe von etwa 375 auf 250 Millimeter auf, nur das letzte Blatt hat mit rund 370 auf 490 Millimeter ein anderes Format. ⁵⁶³

Bucher, der sich als einer der ersten mit der Sammlung beschäftigte, bezeichnete sie als **The Dresden Sketchbook of Vault Projection** in seinem 1972 publizierten Aufsatz **Medieval Architectural Design Methods, 800–1560**. ⁵⁶⁴ Darin erläutert er an einem Beispiel, fol. 10 v., anhand des darauf befindlichen Grund- und Aufrisses die für die Konstruktion eines Rippengewölbes nötigen Schritte. Er weist darauf hin, dass in diesen Zeichnungen gleich drei Elemente vereint seien: ein Plan, die Krümmung aller Rippen sowie deren jeweilige Längen.

Um seine Ausführungen zu veranschaulichen, zeigt Bucher eine Abbildung von einem plastischen Modell, das eben diesen Gewölbegrundriss dreidimensional darstellt: Auf einem quadratischen Sockel ist die Zeichnung des historischen Gewölbegrundrisses von fol. 10 v. abgebildet ¹¹³. Darüber erheben sich metallene, bogenförmige, dünne Stäbe. Je zwei von ihnen streben von jeder Ecke ausgehend nach oben und biegen sich dann über die Fläche. So stellen sie die Krümmung der im Grundriss als gerade Linien dargestellten Rippen dar. Wäre senkrecht über dem Modell eine Lichtquelle, würden die Schatten der Metallbogen direkt auf die Zeichnung darunter fallen. Dieses Modell ist eine anschauliche Visualisierung, die eine ansonsten abstrakte und für einen heutigen Betrachter nur schwer lesbare Zeichnung in eine räumliche Darstellungsweise übersetzt und damit erst erfahrbar macht.

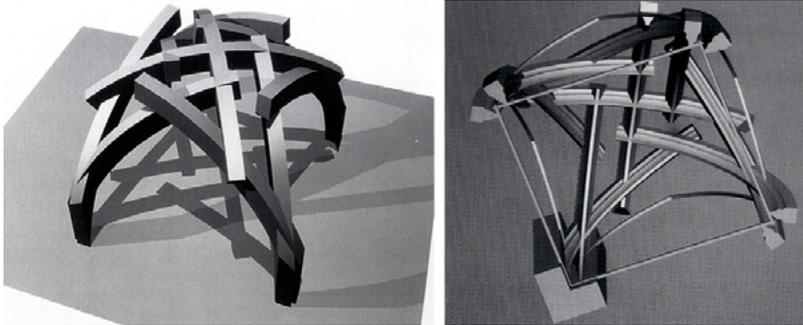


□ 113

Modell eines Gewölbes, basierend auf »Cod. Min. 3«, fol. 10 v., François Bucher, ca. 1972.

Eben jenen Gewölbegrundriss haben auch Werner Müller und Norbert Quien gut zwei Jahrzehnte später aufgegriffen, um ihn mit Hilfe des Computers räumlich zu visualisieren. Auch in ihren Augen ist die historische Zeichnung aus dem **Cod. Min. 3** in einer solchen Weise abstrakt, dass die darin eingeschriebene Konstruktion eines Rippengewölbes heute kaum noch nachvollziehbar ist.

Darum bedienten sie sich der damals neuesten Technik, des CAD ¹¹⁴. Damit gehen sie einen wesentlichen Schritt über das statische Modell bei Bucher hinaus, denn in einem computergenerierten 3D-Modell kann ein virtueller Betrachter jede erdenkliche Position einnehmen. So kann der Raum um das Rippengewölbe, das auf dem historischen Gewölbegrundriss beruht, erstmals tatsächlich betreten werden und aus einer einem echten Betrachter entsprechenden Perspektive in Augenschein genommen werden. Zudem stellen sie die Rippen mit einem spezifischen Rippenquerschnitt dar, so dass das Gewölbe eine realistischer anmutende Visualisierung erhält als das Modell bei Bucher.



□ 114

Computergrafik, basierend auf »Cod. Min. 3«, fol. 10, in schematischer Darstellung (links) und in detaillierter Darstellung mit Rippenprofilen (rechts), Norbert Quien, Anfang 1990er-Jahre.

■ 565

Geplant war, alle Visualisierungen 1993 in einem Buch mit dem Titel »Ziergewölbe der Dürerzeit« zu publizieren. Vgl. Müller/Quien 1993, S. 273. Aber es kam nie zu dieser Veröffentlichung. Für das Zurverfügungstellen des Manuskripts möchte ich mich bei Norbert Quien sehr herzlich bedanken. Bei dem letzten gemeinsamen Buch handelt es sich um folgendes: Müller/Quien 2005.

■ 566

Vgl. Literaturliste in [Appendix 1.3](#) (→ 617), Spätgotischer Kirchenchor (1992).

■ 567

In seiner Monografie »Grundlagen gotischer Bautechnik. Ars sine scientia nihil« verweist Müller auf einen Aufsatz aus dem Jahr 1976, in dem »[d]ie ersten Computerzeichnungen für das zugehörige Gewölbe« zu finden seien, zit. aus: Müller 1990 (Grundlagen gotischer Bautechnik), S. 183, Anm. 235. Müller bezieht sich auf folgende Publikation: Müller/Hänisch 1976. Zur Biografie Werner Müllers vgl.: Kurrer 2005 u. [Appendix 2.3](#) (→ 657), Interview mit Norbert Quien, [Frage 1](#).

■ 568

Informationen zur Zusammenarbeit von Werner Müller und Norbert Quien sind zu finden in: [Appendix 2.3](#) (→ 657), Interview mit Norbert Quien, [Frage 1](#) u. [Frage 2](#).

Müller und Quien visualisierten im Laufe der Zeit alle im **Cod. Min. 3** dargestellten Gewölbegrundrisse in 3D-Modellen. Abbildungen dieser Computerrekonstruktionen mit zugehörigen Grundrissen, in die sie hilfreiche Beschriftungen einfügten, sowie kurzen Erläuterungen zu Rippenhinterschneidungen und weiteren Besonderheiten bestimmter Gewölbebeispiele veröffentlichten sie 2005 in ihrem letzten gemeinsamen Buch **Virtuelle Steinmetzkunst der österreichischen und böhmisch-sächsischen Spätgotik. Die Gewölbeentwürfe des Codex Miniatus 3** der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien. ⁵⁶⁵

Entstehungskontext zur digitalen Rekonstruktion eines spätgotischen Kirchenchors

Werner Müllers Beschäftigung mit diesem Thema reicht dabei einige Jahrzehnte zurück, wie seine zahlreichen Veröffentlichungen dazu zeigen. ⁵⁶⁶ Nachdem er 1976 gemeinsam mit Klaus Hänisch erstmals computergenerierte Zeichnungen von gotischen Gewölben, die auf historischen Architekturzeichnungen beruhen, publizierte, kam Ende der 1980er-Jahre schließlich die Zusammenarbeit mit dem Mathematiker Dr. Norbert Quien zustande, der am **Interdisziplinären Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (IWR)** der Universität Heidelberg tätig war. ⁵⁶⁷ Hier trafen zwei verschiedene Welten aufeinander: die Geisteswissenschaft in Gestalt der Kunstgeschichte einerseits und die Naturwissenschaft in Gestalt der Mathematik andererseits. ⁵⁶⁸ Jedoch ergänzten sich beide Wissenschaftler aus den unterschiedlichen Bereichen sehr gut und so dauerte ihre produktive Zusammenarbeit bis zum Tod von Werner Müller im Jahr 2005 an.

Müller kontaktierte Ende der 1980er-Jahre Willi Jäger, den damaligen Institutsdirektor und Gründer des **IWR**, um jemanden zu finden, der gotische Gewölbe computertechnisch räumlich visualisieren könnte. So ergab sich schließlich der Kontakt zwischen Müller und Quien, in dessen Folge die beiden Computergrafiken erstellten, die den Entwurfsvorgang zu spätgotischen Ziergewölben

■ 569

Informationen hierzu von Norbert Quien, E-Mail vom 22.12.2014. Ein kurzer Bericht über das DFG-Projekt ist zu finden in: Jäger/Müller/Quien 2004. Zur Laufzeit des Projekts vgl.: Müller/Quien 1999 (Hammer, Meißel und Computer), S. 2.

■ 570

Vgl. Jäger/Müller/Quien 2004, S. 48–49 u. Zwischenbericht zum DFG-Projekt »Veranschaulichung von Formbildungsprozessen spätgotischer Gewölbe mit Hilfe der Datenverarbeitung«, S. 1. Für das zur Verfügung stellen des DFG-Zwischenberichts bedanke ich mich sehr herzlich bei Herrn Norbert Quien.

■ 571

Vgl. Appendix 2.3 (→ 657), Interview mit Norbert Quien, Frage 3.

■ 572

Vgl. Müller/Quien 1993, S. 272.

■ 573

Vgl. Quien 1992, S. 23.

■ 574

Müller/Quien 1993, S. 276.

■ 575

Ausführliche Informationen zur Arbeit von Müller und Quien sind zu finden in: Müller/Quien 2005, S. 11–23. Auch in ihren Visualisierungen von Gewölbegrundrissen aus dem Ms W* 276 des Historischen Archivs der Stadt Köln haben Müller und Quien Mauerstücke an den Verbindungsstellen von Rippenanfänger und Wand dargestellt. Vgl. ebd. S. 28ff.

■ 576

Ebd., S. 11.

■ 577

Müller/Quien 1997, S. 85.

visualisieren. Gefördert wurde ihre Forschungsarbeit mit dem DFG-Projekt **CAD spätgotischer Gewölbe** von 1989 bis 1993 unter dem Projektleiter Willi Jäger. 569 Als Grundlage für die räumliche Darstellung spätgotischer Gewölbe am Computer dienten Müller und Quien überlieferte historische Gewölbegrundrisse aus dem **Cod. Min. 3**, dem Manuskript W*276 (Ms W*276), das im Historischen Archiv der Stadt Köln verwahrt wird, und dem **Stromerschen Baumeisterbuch I**, das sich im Staatsarchiv in Nürnberg befindet. 570 Die Auswahl der einzelnen historischen Vorlagen nahm hierbei Müller vor. 571 Auf Basis des strengen Regelwerks in der gotischen Baukunst übersetzten sie mit Hilfe von Algorithmen die abstrakten Zeichnungen in lesbare, dreidimensional visualisierte Rippengewölbe. 572 Auf diese Weise konstruierten sie etwa 50 Gewölbe, darunter einige nie erbaute, die bislang nur als zeichnerische Entwürfe vorlagen und auch einige, die zwar erbaut worden waren, aber nicht mehr existierten. 573

Auffällig an den Rekonstruktionen von Müller und Quien ist, dass meist nur das reine Rippensystem visualisiert ist. Wand- und Deckenflächen fehlen fast immer. Diese Leerstellen erklären Müller und Quien folgendermaßen:

»Es ging uns vor allem darum, zu zeigen, wie die spätgotischen Meister ihre komplizierten Ziergewölbe erdacht haben, also darum, den Entwurfsvorgang zu veranschaulichen. Deshalb stellen wir das Ergebnis dieses Entwurfsvorgangs noch einmal so vor, wie es tatsächlich erdacht worden ist, nämlich als nacktes Rippensystem.« 574

In den Visualisierungen der Gewölbegrundrisse aus dem **Cod. Min. 3** ist zumindest jeweils ein Mauerstück, an dem sich ein Rippenanfänger befindet, plastisch dargestellt, um diese komplexen Verbindungsstellen zwischen Rippe und Wand zu zeigen 114. 575 Dadurch ist immer noch eine gewisse »Durchsichtigkeit der abgebildeten Rippensysteme« 576 gewährleistet, die sie erzielen möchten.

In diesen Computerrekonstruktionen haben Müller und Quien aus unterschiedlichen Gründen Vereinfachungen in der Darstellungsweise vorgenommen. Beispielsweise stellen die teils vorhandenen feinen Spalten in Rippenbögen keine Fugen dar, sondern sind durch Computergrafik bedingt. Für die Wandstelle, an der die Grate von Rippen oder auch Schildbögen zusammenlaufen, wurde der Einfachheit halber vorausgesetzt, dass sich alle diese Elemente in einem Punkt treffen. Mit diesen Eingriffen in die dreidimensionale Verbildlichung von gotischen Gewölbegrundrissen beschreiten Müller und Quien eine Art Mittelweg, zwischen Neuinterpretation und exakter Wiedergabe:

»Architekturinterpretation mit Hilfe der Computergraphik heißt, einen Zusammenhang zwischen dem konstruktiven Gedanken, der dem Kunstwerk zugrunde liegt, und seiner bildlichen Erscheinung herzustellen. Darüber hinaus lassen sich mit Hilfe des Computers die Folgen von Veränderungen des konstruktiven Gedankens veranschaulichen.« 577

■ 578

Vgl. dazu späteren Abschnitt zur medialen Präsenz im vorliegenden Kapitel und Informationen in Appendix 1.3 (→ 617), Spätgotischer Kirchenchor (1992).

■ 579

Müller/Quien 1997, S. 86.

■ 580

Zu den Theorien von Müller und Quien vgl.: Müller/Quien 1997.

■ 581

Ebd. S. 16.

■ 582

Vgl. Quien/Müller 1991, insbes. S. 120 u. S. 124–125.

■ 583

Vgl. Quien 1992, S. 23 und die frühe Kurzbiografie zu Wolf Jakob Stromer aus dem 19. Jahrhundert: Schäfer 1897. Einen Überblick zur Tätigkeit von Wolf Jakob Stromer liefert die Dissertation von Christiane Kaiser aus dem Jahr 2005: Kaiser 2007, Bd. 1, S. 97–98. Die »Baumeisterbücher I und II«, die sich im Besitz von Wolf Jacob Stromer befanden, gelangten in das Archiv seiner Familie, die Patrizier Stromer von Reichenbach, die die Dokumente dem Staatsarchiv in Nürnberg als Depotgabe überreichten, wo sie noch heute zu finden sind. Vgl. dazu: Kaiser 2007, Bd. 1, S. 26. Ein Überblick über den Inhalt aller zwölf »Stromerschen Baumeisterbücher« ist zu finden in: Stromer 1984, S. 85–86 u. S. 111–115.

■ 584

Vgl. Kaiser 2007, Bd. 1, S. 97.

■ 585

Vgl. Schäfer 1897, S. 125; Quien/Müller 1991, S. 120.

■ 586

Vgl. Schäfer 1897, S. 125.

Die Ergebnisse ihrer langen Zusammenarbeit veröffentlichten Müller und Quien nicht nur in mehreren Ausstellungen und Vorträgen, sondern vor allem in zahlreichen Aufsätzen und Monografien. **578** Das Ziel ihrer Arbeit in der Erforschung spätgotischer Gewölbe zieht sich durch alle ihre Publikationen: »die Gedanken des entwerfenden Baumeisters nachzuvollziehen.« **579** Dieses wird beispielsweise in ihrer Publikation **Von deutscher Sondergotik** aus dem Jahr 1997 deutlich, in der sie ihre Argumente sowohl mit Architektur Fotografien als auch Computergrafiken untermauern. **580** Diese beiden Abbildungsmethoden betrachten Müller und Quien als sich ergänzend und definieren sie folgendermaßen:

»Bei den Architekturphotos gilt es, Formzusammenhänge eines vorgegebenen Objektes gedanklich zu analysieren. Bei den Computergraphiken geht es darum, einen geometrisch-abstrakt vorgegebenen Formgedanken auf synthetischem Wege bildhaft zu konkretisieren.« **581**

Sie weisen darauf hin, dass insbesondere Fotografien dokumentarischen Charakters der kunsthistorischen Interpretation von Bauwerken dienen. Jedoch existieren auch Aufnahmen von Architektur, die Stimmungen wiedergeben oder insofern subjektiven Charakter haben, als sie gewisse Merkmale des Baus überhöht darstellen. Auf diese Aspekte wird in einem späteren Abschnitt des vorliegenden Kapitels im Rahmen einer vergleichenden Analyse eingegangen, die zum Ziel hat die anhand eines 3D-Modells erstellten Ansichten spätgotischer Gewölbe fotografischen, zeichnerischen und haptisch-modellierten Darstellungen von gotischen Gewölben gegenüber zu stellen.

Ein Teilprojekt, das Müller und Quien im Rahmen des DFG-Projekts realisierten, wird im Folgenden detailliert analysiert: die digitale Rekonstruktion eines spätgotischen Kirchenchors **115**. Diese Arbeit ist insofern bemerkenswert, als sie im Gegensatz zu den zuvor erläuterten Arbeiten der beiden nicht nur die Rekonstruktion eines Gewölbes beinhaltet, sondern dieses auch in einem eigens 3D-modellierten Raum verortet. Zudem wurde zu dieser 3D-Rekonstruktion auch ein Video erstellt, das eine große Medienpräsenz erhielt.

Die Grundlage der Rekonstruktion bildeten mehrere Zeichnungen aus dem **Stromerschen Baumeisterbuch I**. **582** Dieses Werk stammt wie elf weitere Baumeisterbücher aus dem Nachlass eines gewissen Wolf Jacob Stromer, der 1589 in den Inneren Rat der Stadt Nürnberg aufgenommen und im selben Jahr zum Baumeister ernannt wurde. **583** Als solcher war er bis zu seinem Tod unter anderem für die Sanierung mehrerer Brücken zuständig sowie an der Planung für einen Neubau des Rathauses beteiligt. **584** Es ist mehr als fraglich, ob er all jene Zeichnungen selbst anfertigte, die in diesem Buch zu finden sind, zumal er nie eine Lehre bei einem Baumeister absolvierte. **585** Karl Schäfer nimmt an, dass er dieses Konvolut an Zeichnungen gesammelt hat, denn dem Rat wurden zu Stromers Zeit beispielsweise von Steinmetzen Vorschläge für Bauten in Form von Skizzen vorgelegt. **586** In Baumeisterbüchern wurden laut Sebastian Fitzner ebensolche Zeichnungen, die Gebäude darstellten, sowie Vermessungen von diesen gesammelt und blieben teilweise auch im privaten Besitz, wie im Fall von

■ 587

Vgl. Fitzner 2015, S. 89.

■ 588

Vgl. Kaiser 2007, Bd. 1, S. 98.

■ 589

Vgl. ebd., Bd. 2, S. 9.

■ 590

Stromer 1984, S. 87. Ausführliche Informationen zur Publikation von Wolfgang von Stromer sind zu finden in ebd., insbes. S. 87–91, S. 96–99, S. 102, S. 104.

■ 591

Eine Auflistung zum Inhalt der Abbildungen im »Stromerschen Baumeisterbuch I« hat Wolfgang Freiherr von Stromer, Nachfahre von Wolf Jacob Stromer, erstellt. Diese Liste hat Christiane Kaiser in ihrer Dissertation 2007 weitgehend übernommen, wobei ihre Zahlenangaben teils davon abweichen. Vgl. ebd., S. 86–87 u. Kaiser 2007, Bd. 2, S. 9, Tab. 1. Zu den Maßen und der Seitenanzahl des »Baumeisterbuch I« vgl.: Stromer 1984, S. 111.

■ 592

Stromer 1984, S. 91.

■ 593

Ebd., S. 99.

■ 594

Ebd., S. 96.

■ 595

Ebd.

■ 596

Mit den Architekturzeichnungen im »Stromerschen Baumeisterbuch I« hat sich Werner Müller bereits 1975 in einem Aufsatz intensiv auseinandergesetzt und einzelne Elemente der Zeichnungen erläutert. Vgl. Müller 1975, S. 47ff.

Stromer. ⁵⁸⁷ Christiane Kaiser spricht Stromer hingegen sogar zu, er habe all diese Dokumente anfertigen lassen. ⁵⁸⁸

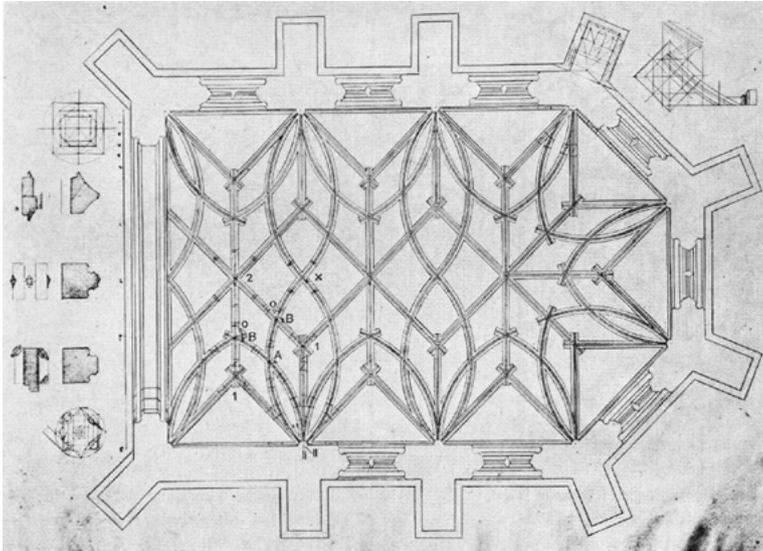
Die Entstehung des **Baumeisterbuch I** fällt zwischen die Jahre 1595 und 1603, wobei noch 1614 Nachträge hinzukamen. ⁵⁸⁹ In diesem Band finden sich auf den 254 Blättern mit den Maßen von 67 × 50,5 Zentimetern insgesamt 302 von Hand gefertigte Zeichnungen zu unterschiedlichen Themen wie Ansichten und Pläne der Stadt Nürnberg und anderer Städte, Brunnen, Profanbauten, Kirchen, Denkmäler, Maschinen verschiedener Art sowie »stereometrisch-perspektivische Gebilde« ⁵⁹⁰ (beispielsweise abstrakt dargestellte, spiralförmige Wendeltreppen) und Kuriositäten wie die Zeichnung einer Giraffe. ⁵⁹¹ Wolfgang Freiherr von Stromer erkennt in der Zusammenstellung dieser Werke eine zweiteilige Struktur: So finden sich im ersten Teil (bis fol. 121) Stadtansichten und Pläne von Nürnberg und anderen Städten, der ihm zufolge damit ein »eindeutig urbanistisches Konzept« ⁵⁹² aufzeigt und als »ein ganz neues Ideal-Konzept der Stadt« ⁵⁹³ zu interpretieren sei. Im zweiten Teil bilden »Musterbeispiele profaner und sakraler Baukunst, gewerblicher Bauten und Maschinen, von Bautechnik und Konstruktionszeichnungen für Großbauten« ⁵⁹⁴ das Hauptthema. Darin finden sich Zeichnungen zu einem spätgotischen Kirchenchor, die von Stromer als Musterbeispiele für die »theoretischen Aufgaben eines Architekten« ⁵⁹⁵ ausweist.

Zentraler Ausgangspunkt für die computertechnische Rekonstruktion ¹¹⁵ von Müller und Quien war der auf fol. 235 befindliche Grundriss eines Kirchenchors, in den ein Gewölbegrundriss eingeschrieben ist ¹¹⁶. ⁵⁹⁶ Zudem sind am Rande der Zeichnung mehrere Beispiele für Rippenquerschnitte angeordnet.



□ 115

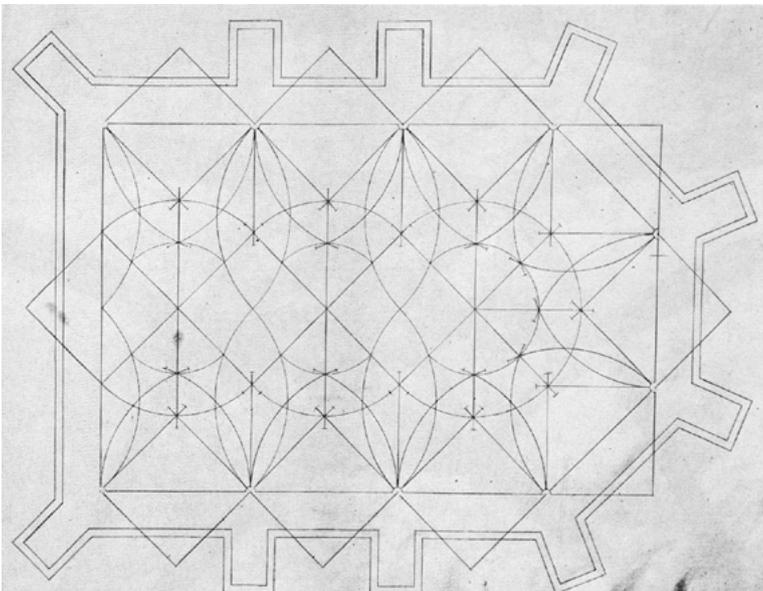
Blick in den Innenraum des digital visualisierten, spätgotischen Kirchenchors, Rendering, Norbert Quien, um 1992.



□ 116
Grundriss eines spätgotischen Kirchenchors mit eingeschriebenem Gewölbegrundriss und am linken Rand gezeichneten Beispielen für Rippenquerschnitte, »Stromersches Baumeisterbuch I«, fol. 235, zwischen 1595 und 1603, Staatsarchiv in Nürnberg.

Zu dieser Zeichnung gehören noch weitere Arbeiten, die auf den Blättern unmittelbar vor und nach fol. 235 zu finden sind. Müller und Quien bezeichneten diese Folge als »schulmäßige Konstruktion im Stromerschen Baumeisterbuch«. **597** Denn auf fol. 234 ist eine Art Anleitung zur Konstruktion des Gewölbes zu sehen **117**.

■ 597
Vgl.: Müller/Quien 2000 (Erdachte Formen, errechnete Bilder), S. 30–33.



□ 117
Konstruktionslinien für Gewölbegrundriss eingezeichnet im Grundriss zu einem spätgotischen Kirchenchor, »Stromersches Baumeisterbuch I«, fol. 234, zwischen 1595 und 1603, Staatsarchiv in Nürnberg.

Darin festgehalten ist einer der Schritte, die dem endgültigen Gewölbegrundriss vorangehen: Der Grundriss des Kirchenchors ist in abstrakter und vereinfachter Form wiedergegeben – ohne die Einzeichnung von Fensterprofilen oder dem Bogen zum Kirchenraum. Jedoch sind die für das Gewölbe nötigen Konstruktionslinien eingezeichnet.

■ 598
Die folgende Beschreibung des fol. 236 folgt den Angaben in den Kommentaren zur Abbildung in verschiedenen Publikationen von Müller und Quien, die im wesentlichen identisch sind: vgl. Quien/Müller 1991, S. 123, Abb.4; Müller 1975, S. 49; Müller/Quien 2000 (Erdachte Formen, errechnete Bilder), S. 30–31.

Das dem Gewölbegrundriss folgende Blatt, fol. 236, zeigt ergänzende Details zu architektonischen Elementen des Chors sowie Konstruktionsanleitungen in Form von Bogenausragungen **118**: **598** Links befindet sich ein Strebepfeiler sowohl in Vorder- als auch in Seitenansicht, an den sich direkt ein Schnitt durch die Umfassungsmauer anschließt. Auf Höhe des am Strebepfeiler einge-

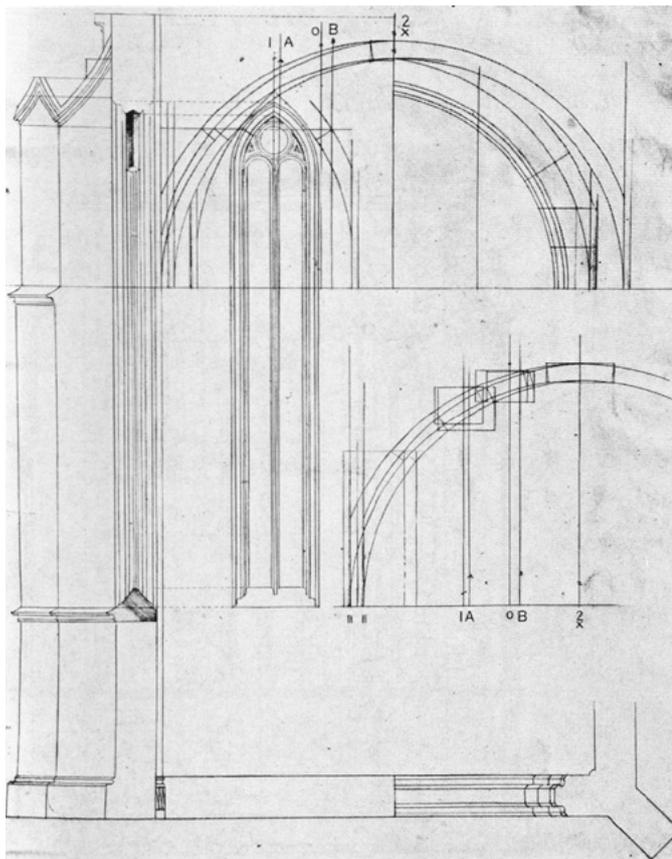
■ 599

Ausführliche Beschreibung der computertechnischen Rekonstruktion siehe: Quien/Müller 1991, S. 120–133.

■ 600

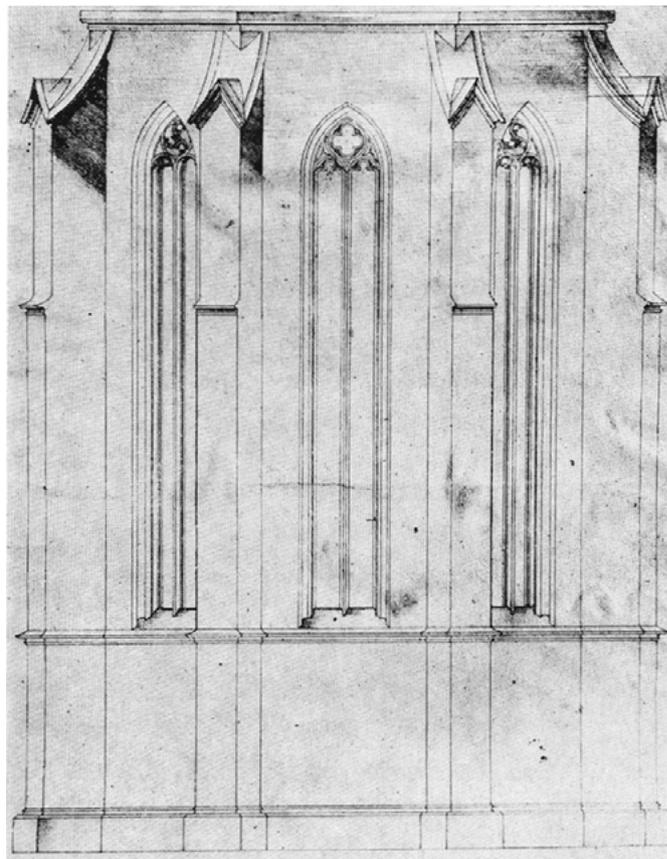
Eine Beschreibung der auf fol. 237 befindlichen Zeichnung sowie Überlegungen zu deren nicht ausgeschöpftem Potential für eine Computerrekonstruktion sind in einem späteren Abschnitt des vorliegenden Kapitels zu finden.

gezeichneten Kaffgesims liegt die Unterkante des in Vorderansicht wiedergegebenen Maßwerkfensters. Die unteren Partien des Gewändes und des Stegs des Fensters sind die einzigen Elemente auf dem Blatt, die in Parallelprojektion dargestellt sind. Den oberen Teil des Fensters umrahmt eine Bogenaustragung. Eine weitere findet sich auf der rechten Seite des Blatts. Schließlich ist noch der Bogen, der sich zwischen Chor und Hauptschiff befindet, in zwei verschiedenen Modi dargestellt. Ein Aufriss liegt im oberen Bereich des Blatts auf Höhe des Kämpfers, seine Entsprechung im Grundriss gliedert sich am unteren Rand an die Sockelzone des Strebepfeilers an. All diese Details haben Müller und Quien als Grundlage für die computertechnische Rekonstruktion dieses bis dahin nur im Plan visualisierten Kirchenchors verwendet. **599** Einzig das noch zu dieser Folge gehörende Blatt fol. 237, das eine Ansicht der Außenfassade des konstruierten Kirchenchors zeigt, wurde in der computertechnischen Rekonstruktion nicht verwendet **119**. **600** Hierfür hätte sich diese Abbildung jedoch sehr gut geeignet, denn sie gibt die architektonische Gestaltung der Fassade und der Maßwerkfenster sehr detailliert wieder, worauf in einem späteren Abschnitt des vorliegenden Kapitels ausführlicher eingegangen wird.



□ 118

Detailzeichnungen von Strebepfeiler, Maßwerkfenster und Triumphbogen sowie Bogenaustragungen, »Stromersches Baumeisterbuch I«, fol. 236, zwischen 1595 und 1603, Staatsarchiv in Nürnberg.



□ 119

Außenansicht eines spätgotischen Kirchenchors, »Stromersches Baumeisterbuch I«, fol. 237, zwischen 1595 und 1603, Staatsarchiv in Nürnberg.

Beschreibung des Rekonstruktionsvorgangs

Bei dem am Computer durchgeführten Rekonstruktionsvorgang spätgotischer Gewölbe sehen Norbert Quien und Werner Müller Parallelen zum Arbeitsablauf auf der realen gotischen Baustelle. In ihrem auf diese These abzielenden Aufsatz **Der virtuelle Steinmetz** erläutern sie ihre Ideen dazu. ⁶⁰¹ Am Anfang steht hierbei die Arbeitsteilung, die einst von Baumeister und Steinmetz vollzogen wurde und heute vergleichbar ist mit der von Kunsthistoriker und Computerspezialist: Ersterer gibt die Informationen für die Konstruktion vor, die Zweiterer dann umsetzt. Der Baumeister zeichnet in einen Gewölbegrundriss den Verlauf der Rippen eines Gewölbes ein. ⁶⁰² Aus dieser zweidimensionalen Zeichnung können für die Computerrekonstruktion die x- und y-Koordinaten abgelesen werden. Um auch die Wölbungsradien sowie die z-Koordinaten der Kreuzungspunkte der Rippen zu ermitteln, werden die in der Zeit der Spätgotik üblichen Konstruktionsregeln herangezogen. Für die Arbeit am Computer bedeutet dies: Die x-, y- und z-Koordinaten definieren einzelne Objekte, in diesem Fall die Rippen, die dann mit Hilfe von mathematischen Transformationen auch räumlich verortet werden. Diese Verschiebungen im Raum beruhen wiederum auf den historischen Konstruktionsregeln.

In der sogenannten Triangulierung entsteht anschließend eine Oberfläche, die aus einer Vielzahl kleiner, mit Koordinaten versehener Dreiecke besteht. Wie dann der Maurer auf der Baustelle die Kappen verputzt, so müssen im Computer die zuvor konstruierten Wölbungen mit kleinen Dreiecken ausgefüllt werden. Hierfür muss die Gewölbehöhe an jeder einzelnen Stelle bestimmt werden. Mit Hilfe der **Scattered Data Interpolation** (Interpolation aus verstreuten Daten) können mathematische Funktionen berechnet werden, die genau dies ausdrücken. In allen Dreiecken sind zudem weitere Informationen zu der sie beschreibenden Fläche gespeichert: »Farbe, Lichtdurchlässigkeit, Reflexivität und Textur der jeweiligen Oberfläche sowie als globale Informationen die Perspektive des Betrachters, die Positionen und Eigenschaften der Lichtquellen sowie weitere Szenenparameter.« ⁶⁰³ Die Datei **Szenen-File** beinhaltet am Ende des Arbeitsprozesses alle zuvor eingegebenen beziehungsweise berechneten Informationen. In einem nächsten Schritt muss aus diesen Daten ein Bild generiert werden. Quien und Müller verwendeten hierfür **Raytracing**, ein sogenanntes Strahlverfolgungsverfahren:

»Man verfolgt nicht etwa von den Lichtquellen ausgehende Strahlen, wie der Name vielleicht suggeriert (dies wären bei weitem zu viele), sondern macht sich die physikalische Tatsache zunutze, daß Lichtwege umkehrbar sind: Man schickt in Gedanken Sehstrahlen vom Beobachter aus in die Szene und verfolgt deren Verlauf. Durch jeden Bildschirm-punkt geht ein solcher Strahl und trifft auf Objekte, wo er reflektiert und möglicherweise gebrochen wird; jeder dieser Strahlen wird weiterverfolgt, bis er an einer punktförmigen oder flächigen Lichtquelle im Dunkeln endet [...].« ⁶⁰⁴

■ 601

Für Informationen zur technischen Rekonstruktion von gotischen Gewölben vgl.: Quien/Müller 1991, S. 128–133. Der komplette Artikel »Der Virtuelle Steinmetz« ist mit identischem Text auch zu finden in folgender Buchpublikation: Müller/Quien 2000 (Böhmens Barockgotik), S. 81–85. Allerdings fehlt darin der Verweis auf die Ziele des Projekts von Quien und Müller sowie der Hinweis auf ein damals in der Planung befindliches Projekt zu einem Tempel aus römischer Zeit in Beth-Shean, Israel. Vgl. Quien/Müller 1991, S. 133.

■ 602

Die Umsetzung am Computer erläutern Müller und Quien ausführlich in: Quien/Müller 1990 (Raytracing on transputers), S. 1.

■ 603

Quien/Müller 1991, S. 128.

■ 604

Ebd., S. 129.

■ 605

Das Prinzip des Strahlungsverfahrens, »Radiosity«, erläutern Quien und Müller folgendermaßen: »Strahlungsverfahren basieren auf dem Prinzip, physikalisch exakt das Strahlungsgleichgewicht an jedem Punkt der Szene zu berücksichtigen. Dafür sind große Gleichungssysteme zu lösen, was aber erlaubt, Streulicht und Schatten sehr realistisch darzustellen. Dagegen können Spiegelungen nicht in einfacher Form berücksichtigt werden.« Zit. aus: ebd.

■ 606

Zum »Anti-Aliasing-Verfahren« vgl.: [Appendix 2.1](#) (→ 641), Interview mit Andy Walter, [Frage 2](#).

■ 607

Zur Definition eines Transputers vgl. die Erklärung von Quien und Müller: »Ein Transputer (das Kunstwort ist eine Zusammenziehung aus »transmit« und »computer«, etwa: kommunizieren und rechnen) ist ein Prozessor mit hoher Rechnerleistung, der wegen seiner sehr schnellen Kommunikations-Hardware speziell für den Einsatz in Multiprozessorsystemen geeignet ist [...]«. Zit. aus: Quien/Müller 1991, S. 131.

■ 608

Vgl. ebd.; Quien/Müller 1990 (Gotische Rippengewölbe), S. 22.

■ 609

[Appendix 2.3](#) (→ 657), Interview mit Norbert Quien, [Frage 5](#).

■ 610

Vgl. Quien/Müller 1991, S. 133. Die Abbildungen in dem Artikel »Der virtuelle Steinmetz« sind allerdings mit einer noch höheren Auflösung erstellt worden (ca. 4.000 × 3.000 Pixel), vgl. ebd.

■ 611

Informationen zu Bilderstellung und -berechnung sowie verwendeter Software gibt Norbert Quien im Interview, vgl. [Appendix 2.3](#) (→ 657), Interview mit Norbert Quien, [Frage 5](#) und [Frage 6](#).

Dieses Verfahren eignet sich insbesondere für die Visualisierung von gläsernen Objekten oder spiegelnden Flächen. Allerdings erzeugt es auch harte Schattenlinien, was bei anderen bildgebenden Verfahren, wie **Radiosity**, einem sogenannten Strahlungsverfahren, nicht passiert. ⁶⁰⁵

Nun muss der Computer jeden einzelnen Schnittpunkt eines Strahls mit einem Dreieck berechnen. Aufgrund der mit den Dreiecken verknüpften Daten zur Beschaffenheit ihrer jeweiligen Oberfläche, werden dann entsprechend die Ablenkung, das Brechen oder die Farbe eines Strahls bestimmt und ggf. weitere Schnittpunkte mit anderen Dreiecken im Anschluss berechnet. Zur Beschleunigung der Rechenzeit für diesen langwierigen Prozess wird ein sogenannter **Octree** (Achterbaum) eingesetzt. Die gesamte Szene wird als ein großer, räumlicher, quaderartiger Kasten behandelt, der in acht Kästen aufgeteilt wird, die wiederum jeweils aus acht kleineren Kästen bestehen, die auch wieder in acht Kästchen unterteilt werden und so weiter. So werden mithilfe eines Algorithmus auf schnelle Art und Weise nur die Kästchen betrachtet, in denen die Dreiecke liegen, die von einem Strahl getroffen wurden.

Um die Szene möglichst realistisch wirken zu lassen, sind verschiedene Anpassungen nötig, beispielsweise bei der Art und Weise der Beleuchtung. Diese wird insbesondere dann wirklichkeitsgetreu, wenn die Intensität des Lichts mit der Entfernung der jeweiligen Lichtquelle in Einklang steht. Auch die Zuordnung von Texturen, also simulierten Materialien, auf die Oberflächen der Szene, lassen diese realistischer wirken. Durch das **Anti-Aliasing**-Verfahren kann schließlich noch die Ausfransung schräger Kanten geglättet werden. ⁶⁰⁶

Für das Projekt konnten Quien und Müller einen der damals größten Parallelrechner Deutschlands verwenden, den Zentralrechner des IWR an der Universität Heidelberg, einen Transputer-Supercluster der Firma **Parsytec**. ⁶⁰⁷ In diesem Parallelrechner waren 128 Mikroprozessoren (Transputer) zusammengeschaltet, die – wie der Name andeutet – parallel zueinander rechneten. ⁶⁰⁸ Die Entscheidung für die Verwendung dieses Transputers fiel laut Norbert Quien aus Gründen der Zeitersparnis:

»Wir hatten die Idee, die Visualisierungssoftware, also das Raytracing, auf einem Parallelrechner laufen zu lassen, weil dann die Software – so unsere Hoffnung – vielleicht auch 128-mal schneller läuft als auf einem normalen Rechner. Das haben wir nicht ganz geschafft, weil es immer einen gewissen Overhead von Kommunikation zwischen den Knoten gibt, das heißt wir sind nicht 128-mal schneller, sondern 50-mal schneller als auf einem normalen Desktop-Rechner.« ⁶⁰⁹

So dauerte die Berechnung eines Bildes mit Bildschirmauflösung nur eine Viertelstunde. ⁶¹⁰ Um die auf diese Weise erstellten Bilder als Film oder Fotos wieder ausgeben zu können, wurde bestimmte Hardware benötigt. ⁶¹¹ So kaufte das Team eine sogenannte **Realtime-Disk**, eine damals sehr leistungsfähige Festplatte. Diese konnte 25 Bilder pro Sekunde so abspielen, dass der Eindruck eines Films entstand.

Für die Erzeugung von Fotos war eine etwas aufwendigere Konstruktion nötig: Ein Belichter projizierte die computergenerierten Bilder, die dann eine Spiegelreflexkamera aufnehmen konnte ¹²⁰.



□ 120

Fotografie des Arbeitsplatzes für die digitale Rekonstruktion: ein Color Graphic Recorder mit davor montierter Spiegelreflexkamera (rechts unten), um 1992.

■ 612

Bei den für das gesamte Projekt verwendeten Geräten handelte es sich um: »Abekas A60«, »Apple Macintosh«, »IBM«-Personal Computer, »Parsytec Transputer-SuperCluster 128«, »SiliconGraphics Workstations«, »Sony CVR Video-Disc« und »SUN Workstations«. Diese Informationen nannte Norbert Quien am Rande des Interviews am 21.05.2016.

Die im gesamten Projekt – von der digitalen Rekonstruktion bis zur Erstellung des Videos – verwendete Software entwickelte Norbert Quien in Zusammenarbeit mit seiner Arbeitsgruppe für Computergrafik am IWR. Dies hatte den großen Vorteil, dass sie leicht in die Bedienung sämtlicher Geräte und in den zugrundeliegenden Code eingreifen konnten. ⁶¹²

Die fertiggestellte Visualisierung – Formaler Aufbau des Videos

Die Computeranimationen des spätgotischen Kirchenchors erhielten Einzug in das Video *Play Gothics ...*, das Müller und Quien 1992 erstellten. Darin zeigen sie auch in einem Überblick die Grundlagen ihrer Arbeit an den computertechnischen Rekonstruktionen gotischer Gewölbe. Erstmals präsentierten sie das Video im Rahmen ihres Vortrags *Computergraphik und Video nach Algorithmen spätgotischer Steinmetzkunst* auf dem Kunsthistorikertag 1992 in Berlin. ⁶¹³ Später war es in der Ausstellung *New Realities – Neue Wirklichkeiten II. Architektur Animationen Installationen* im Museum für Gestaltung in Zürich vom 27. Januar bis 4. April 1993 zu sehen. ⁶¹⁴

Das Video *Play Gothics ...* hat in der deutschen Sprachversion eine Länge von 11:44 Minuten und kann in drei Abschnitte unterteilt werden, denen ein Vorspann (Min. 0:00 – 1:03) vorangestellt ist: ⁶¹⁵ Dieser beginnt mit einer kurzen Computeranimation des Logos des IWR, woran sich drei Standbilder mit Informationen in Textform mit weißer Schrift auf blauem Grund anschließen. Zuerst erfolgt eine Danksagung an die DFG für ihre finanzielle Förderung sowie an die Initiatoren des Projekts, Willi Jäger und Werner Müller für ihre Unterstützung. Anschließend werden die an der konkreten Umsetzung beteiligten Personen genannt. Das darauffolgende Standbild hält Informationen zur technischen Ausstattung für die Realisierung des Projekts bereit. Abschließend werden mit weißer Schrift auf grauem Grund der Titel der Arbeit sowie das Copyright eingeblendet.

- Vorspann (Min. 0:00 – 1:03)
- Erläuterung der Arbeit von Werner Müller und Norbert Quien allgemein (Min. 1:04 – 6:05)
- Ausführliche Darstellung des Rekonstruktionsvorgangs des spätgotischen Kirchenchors mit mehreren Animationen (Min. 6:06 – 8:05)
- Vollständige Animation des finalen 3D-Modells des spätgotischen Kirchenchors (Min. 8:06 – 11:44)

■ 613

Vgl. Müller/Quien 1999 (Spätgotik virtuell), S. 17. Ihr Beitrag zum Kunsthistorikertag ist im zugehörigen Tagungsband zu finden: Müller/Quien 1993.

■ 614

Vgl. Online-Archiv der Zürcher Hochschule der Künste, Zürich: <https://www.emuseum.ch/objects/102275/architektur-animationen--new-realities--neue-wirklichkeiten>. Weitere Informationen zum Video in der Online-Datenbank der Sammlungen Archive Zürich sind zu finden unter: <https://www.emuseum.ch/objects/148722/play-gothics>.

■ 615

Die englische Sprachversion des Videos hat eine Länge von 12:05 Min., da noch ein Abspann hinzugefügt wurde. Hintergrundinformationen zu Aufbau und Inhalt vgl. »Video Play Gothics ...«. Für alle im Vorspann des Videos gezeigten Textpassagen vgl.: Appendix 1.3 (→ 617), Spätgotischer Kirchenchor (1992).

Danach beginnt das eigentliche Video, das in drei Teile unterteilt werden kann, die wiederum aus einzelnen kürzeren Sequenzen bestehen. Der erste Teil (Min. 1:04 – 6:05) beschäftigt sich mit den Grundlagen der Arbeit von Werner Müller und Norbert Quien. In einzelnen Sequenzen werden die Prinzipalbogenkonstruktion, das Prinzip der Bogenaustragung, die Rekonstruktion einer Rippe und die auf einem Gewölbegrundriss beruhende Rekonstruktion eines Gewölbes erläutert sowie Beispiele unterschiedlicher bereits rekonstruierter Gewölbe gezeigt. Im zweiten Teil (Min. 6:06 – 8:05) wird schließlich das zuvor erläuterte Grundwissen auf ein umfassendes Beispiel angewendet. Hier wird die schrittweise Rekonstruktion des spätgotischen Kirchenchors erläutert, die mit zahlreichen farbigen Visualisierungen und Animationen präsentiert wird. Der dritte Teil (Min. 8:06 – 11:44) zeigt abschließend die komplette Animation mit virtuellem Flug durch den digital rekonstruierten spätgotischen Kirchenchor.

Virtueller Rundgang – Die visuelle Präsentation des 3D-Modells im Video

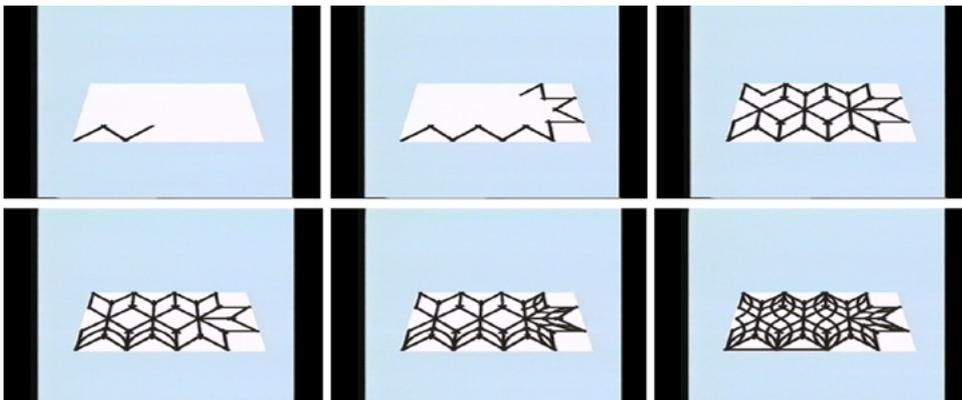
Im Folgenden werden Teil zwei und drei von *Play Gothics ...* eingehend beschrieben, wobei der Fokus auf der Präsentation der digitalen Rekonstruktion des spätgotischen Kirchenchors liegt. 616

Zu Anfang des zweiten Teils ist die Ansicht des historischen Grundrisses des Kirchenchors mit eingezeichnetem Gewölbegrundriss und Zeichnungen zu Rippenprofilen zu sehen, wie er im *Stromerschen Baumeisterbuch I* dargestellt ist.

Nach einer Überblendung wird auf einen hellblauen Hintergrund ein weißes Rechteck mit der Längsseite parallel zur unteren Kante des Bildschirms eingeblendet. Darauf erscheinen sogleich schwarze Linien, die den kompletten Gewölbegrundriss Strich für Strich nachzeichnen 121. Die einzelnen Segmente bestehen jeweils aus winzigen Dreiecken. Es handelt sich hierbei um eine computergenerierte Nachbildung des zuvor gezeigten historischen Grundrisses. Der Sprecher weist sodann auf die technischen Hintergründe der Rekonstruktion der Rippen hin: »Die Regeln nach denen ein Gewölbe mit dreidimensional gekrümmten Rippen aufgebaut wird, lassen sich analog zu den Regeln für gerade Rippen im Computer simulieren. Mathematisch bedeutet dies, die Berechnung von Zylinder-Abwicklungen.« Hierauf setzt Musik mit Streichinstrumenten ein.

■ 616

Für das Zurverfügungstellen einer originalen VHS-Kassette mit dem »Video *Play Gothics ...*« möchte ich mich ganz herzlich bei Norbert Quien bedanken.

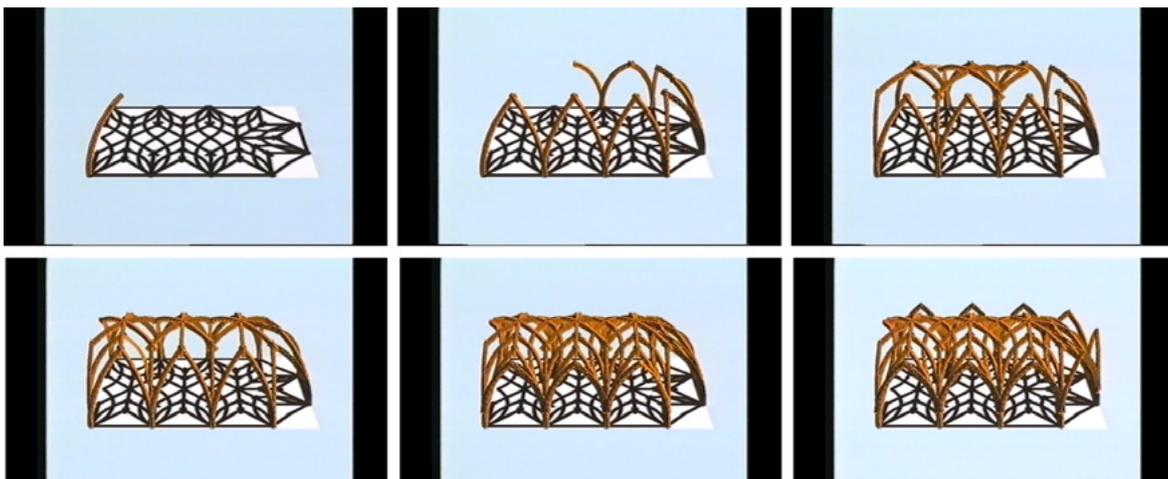


□ 121

Schrittweise schematische Rekonstruktion des Gewölbegrundrisses aus dem »Stromersches Baumeisterbuch«, Stills aus dem Video »*Play Gothics ...*«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.

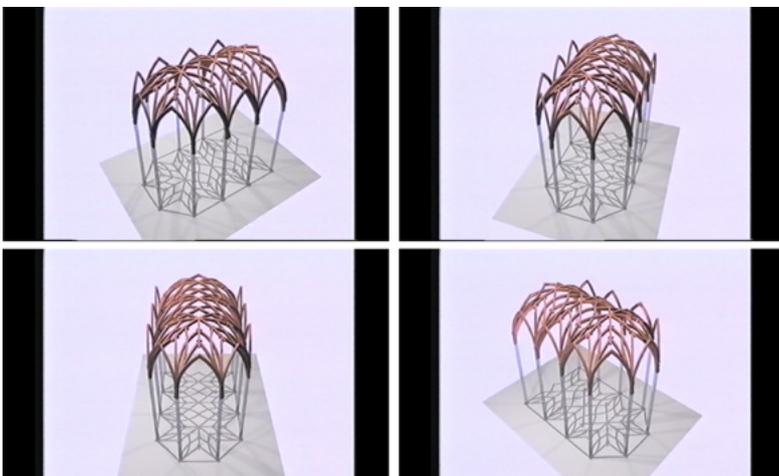
Nachdem der Grundriss komplett gezeichnet ist, werden in der gleichen Reihenfolge nun die in den dreidimensionalen Raum übertragenen Rippen als räumliche Objekte eingeblendet 122. Auch ihre Struktur beruht auf winzigen

Dreiecken. Diese Visualisierung mutet etwas grob und schwerfällig in ihrer Form an. Dies fällt insbesondere im Vergleich zu der nach einem Schnitt eingeblendeten Visualisierung des gleichen Gewölbegrundrisses auf. Hier wird die schräg im Bild positionierte Rekonstruktion des Chorgewölbes aus einer leicht abgewandelten Perspektive von schräg oben gezeigt [123]. Diese Darstellung weist einen wesentlichen Unterschied zur vorhergehenden auf: Hier sind auch Dienste visualisiert, sodass sich ein realistisch anmutender Eindruck des rekonstruierten Chors ergibt, da nun der Raum als solcher sichtbar wird. Zudem sind die Rippen feingliedrig modelliert. Auch die Farbwahl gestaltet sich gänzlich anders: Den Untergrund für die dreidimensionale Rekonstruktion bildet ein hellgraues Rechteck vor einem hellrosa Hintergrund. Die Rippen sind in Rot gefasst und ruhen auf den in grauer Farbe dargestellten Diensten. Sie erheben sich über dem auf dem Boden in dunkelgrau gezeichneten Gewölbegrundriss, der sich auf einem hellgrauen Rechteck befindetet. Ein leichter Schattenwurf aufgrund einer nicht sichtbaren Lichtquelle von links verstärkt hier den räumlichen Eindruck zusätzlich. Diese Wirkung wird auch von einer sogleich einsetzenden, gegen den Uhrzeigersinn gerichteten halben Drehung des gesamten Objekts unterstützt.



□ 122

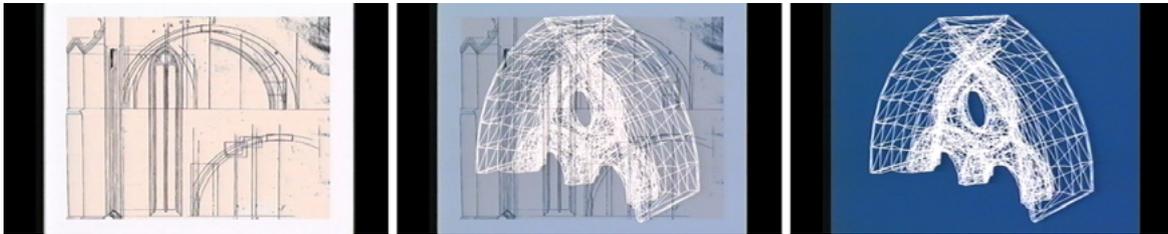
Schrittweise schematische Rekonstruktion der Gewölberippen auf Basis des Gewölbegrundrisses aus dem »Stromersches Baumeisterbuch I«, Stills aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.



□ 123

Sich drehende 3D-Rekonstruktion des Gewölbegrundrisses aus dem »Stromersches Baumeisterbuch I«, Stills aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.

Nach Stillstand des rekonstruierten Chors erfolgt ein Schnitt auf die historische Vorlage von fol. 236 aus dem **Stromerschen Baumeisterbuch I**, mit Zeichnungen unter anderem eines Maßwerkfensters und eines Strebepfeilers [118](#). Nun verstummt die Musik und der Sprecher weist darauf hin, dass diese Zeichnung sowie weitere Details die Grundlage für die nun folgende virtuelle Rekonstruktion des Kirchenchors bilden. Darauf folgt die Überblendung auf ein in Weiß gehaltenes Gittermodell des oberen Bereichs des Fensters, das zuvor als Zeichnung zu sehen war [124](#). Es befindet sich auf einem leuchtend blauen Untergrund, sodass sich alle Linien des Drahtgittermodells deutlich davon abheben und der konstruktive Aufbau des Objekts im Fokus steht.



□ 124

Überblendung der 3D-Rekonstruktion des Maßwerkfensters mit zugrundeliegendem fol. 326 aus dem »Stromersches Baumeisterbuch I« (links), Stills aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.

Anschließend beginnt der dritte Teil des Videos nach einem Schnitt auf die Visualisierung des zuvor schrittweise rekonstruierten Gewölbes, das nun aus der Sicht eines Betrachters, der nach oben schaut, zu sehen ist. In rötlicher Farbe gehalten hebt es sich von einem weißen Untergrund ab. Nun erfolgt der Aufbau der kompletten Visualisierung des Kirchenchors in Einzelschritten, die jeweils vom Sprecher mit kurzen Kommentaren ergänzt werden. Mit der Einblendung der Dienste und des Triumphbogens setzt Orgelmusik ein, die den gesamten Ablauf untermalt.

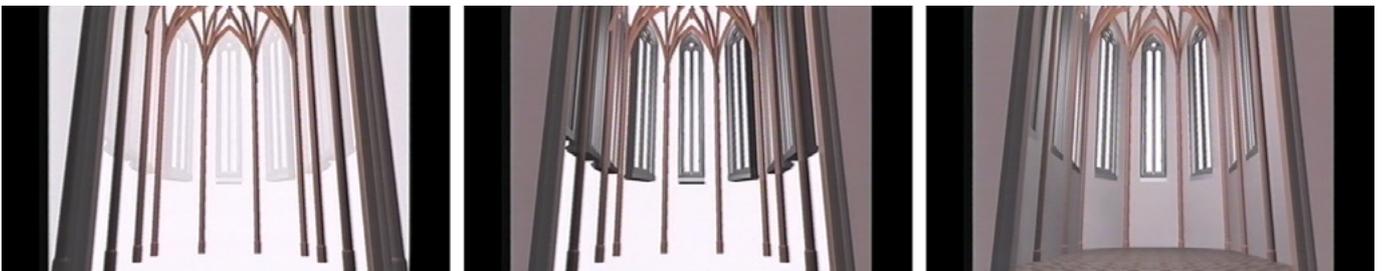
Der Blick der virtuellen Kamera gleitet nach unten, bis auch die Basen der Dienste im Bild sind [125](#). Nacheinander werden nun folgende Elemente eingeblendet: die Fensterprofile und daraufhin in einem Schritt der mit Fliesen ausgelegte Boden sowie die Wände und Flächen zwischen den Rippen im Gewölbe [126](#). Der Sprecher weist nun kurz auf die verwendete Technik hin: »Wir verwenden eine spezielle Technik der Computergrafik, das sogenannte Raytracing-Verfahren. Es erlaubt sehr realistische Darstellungen, wie zum Beispiel Glasflächen mit Spiegelung und Lichtbrechung.« Sodann werden Fenster mit farbigen Glasscheiben langsam eingeblendet, so dass ihre Farbflächen in Rot, Gelb und Blau schrittweise kräftiger leuchten [127](#).

Danach folgt die Inneneinrichtung: Ein mittig am Ende des Chors positionierter Altar sowie Reihen von Holzbänken links und rechts eines Mittelgangs werden gleichzeitig eingefügt [128](#). Abschließend wird Sonnenlicht simuliert: Der Chorraum erhellt sich, da von einer Lichtquelle hinter den auf der linken Seite gelegenen Fenstern Tageslicht einströmt. Auf den rechts unter den Fenstern befindlichen Wandflächen erscheinen Lichtfelder sowie Schattwürfe der gegenüberliegenden Fensterstege [129](#).



□ 125

Vertikaler Schwenk der virtuellen Kamera entlang des 3D-Modells des spätgotischen Kirchenchors, Stills aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.



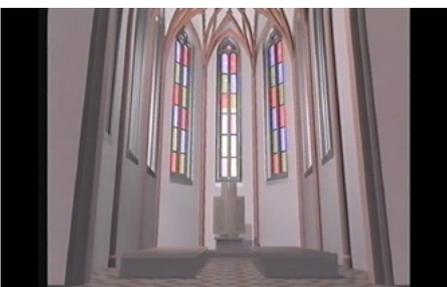
□ 126

Schrittweiser Aufbau des 3D-Modells des spätgotischen Kirchenchors mit Einblendung der Fensterprofile, Wandflächen und Fußboden, Stills aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.



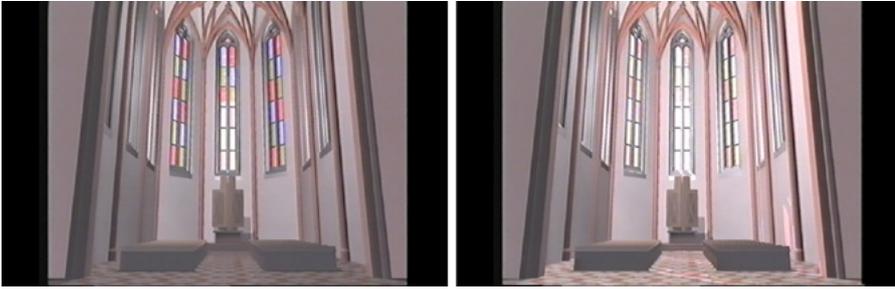
□ 127

Sich graduell verstärkende Leuchtkraft der bunten Fensterscheiben im 3D-Modell des spätgotischen Kirchenchors, Stills aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.



□ 128

Einblendung der Inneneinrichtung in Form von Altar und Bänken, Still aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.



□ 129

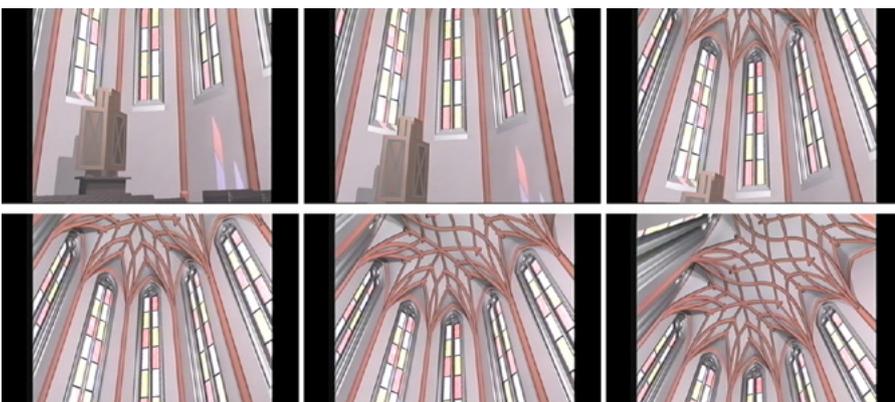
Simulation von einströmendem Tageslicht und damit einhergehendem Schattenwurf, Stills aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.

Nachdem alle Elemente zur Visualisierung des Kirchenchors eingefügt sind, kündigt der Sprecher das Betreten des rekonstruierten Chorraums an. Sogleich bewegt sich die virtuelle Kamera einem Besucher gleich über den Mittelgang zum Altar hin, woran sich eine Überblendung auf ein Bild des nun geöffneten dreiflügeligen Altars anschließt [130]. Bei den auf die Innenseite platzierten Gemälden handelt es sich um ein Passions-Triptychon aus dem Elsass des 15. Jahrhunderts, das sich heute im Wilhelm-Hack-Museum in Ludwigshafen befindet, wie der Sprecher erklärt. Nachdem er verstummt, wird die Musik wieder lauter und der Blick der virtuellen Kamera führt über die Wand- und Fensterpartie der rechten Seite des Kirchenchors nach oben in das Gewölbe [131]. Auf der Wand sind nun die Lichtbrechungen deutlich anhand bunter Farbflächen zu erkennen.



□ 130

Virtuelle Kamerafahrt entlang des Mittelgangs zum Altar mit Fototextur eines elsässischen Passions-Triptychons vom Ende des 15. Jahrhunderts im Wilhelm-Hack-Museum in Ludwigshafen, Stills aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.



□ 131

Virtueller Kameraschwenk über den Altar hinweg in das Gewölbe, Stills aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.

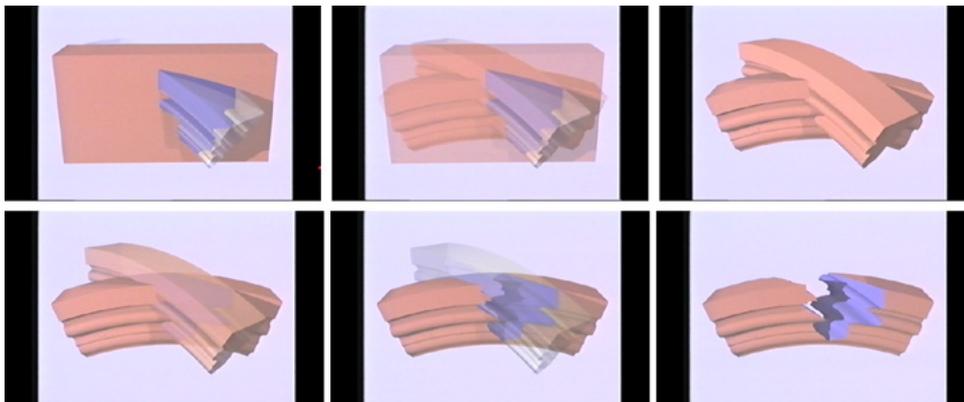
Darauf folgt eine Überblendung auf ein Standbild, das den oberen Bereich eines Fensters am Gewölbeansatz zeigt ^[132]. Hier weist der Sprecher explizit darauf hin, dass die Dienste und Rippen mit einer Textur versehen sind, die eine raue Steinoberfläche simuliert. Zudem sind nun auch die komplizierten Schnittformen an den Rippenkreuzungen in Nahansicht zu sehen.



□ 132

Überblendung auf ein Standbild eines Maßwerkfensters, Stills aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.

Sodann wird in eine computergenerierte Simulation überblendet, die schrittweise die Erstellung einer Rippenkreuzung visualisiert ^[133]. Zunächst ist ein rötlicher, länglicher Kubus im Bild, aus dem schräg eine lila gefärbte Rippe herausragt. Während sich der Kubus scheinbar auflöst, erläutert der Sprecher, wie die Steinmetze aus diesem Steinblock die Rippen anhand von Schablonen erarbeitet haben. Im 3D-Modell werden einzelne Teile dieser Rippenkreuzung durchsichtig, um den Blick auf die komplizierten Schnittflächen freizugeben. Die Berechnung dieser Schnittflächen und deren Darstellung ermöglichte das Raytracing-Verfahren wie der Sprecher kommentiert.



□ 133

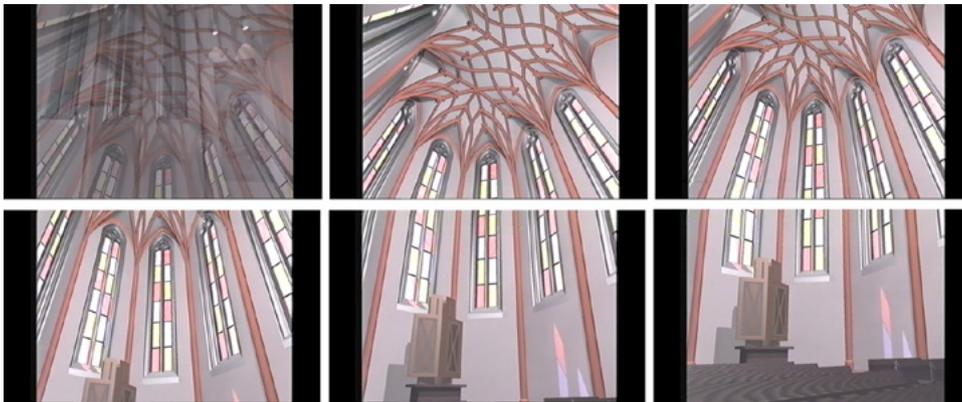
Schematische Darstellung zur Erarbeitung einer Rippenkreuzung aus Steinblöcken, Stills aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.

Nach einem Schnitt ist die Ansicht einer Seite des Chors mit einem kahlen Wandfeld zwischen den Diensten im Bild. Auf der freien Fläche erscheint langsam – dem Erzähltempo des Sprechers entsprechend – »eine rekonstruierte Wandzeichnung«, über der zwei Lampen herabhängen ^[134]. Das simulierte Tageslicht nimmt ab, sodass der Chor nur mehr durch den Lichtschein der beiden Lampen erleuchtet wird. Der Sprecher kommentiert die Simulation dieser Nachtzene bis schließlich Orgelmusik einsetzt. Nun erfolgt eine Überblendung mit einer Ansicht des taghellen Rippengewölbes. Die virtuelle Kamera schwenkt schräg hinab in den Chor über den Altar und die Bänke hinweg ^[135]. Daran schließt sich eine Überblendung auf ein Standbild vom Eingang des Chors in Zentralperspektive an, das den rekonstruierten Gebäudeteil mitsamt des Triumphbogens zeigt ^[136]. Wiederum setzt nun eine simulierte Dämmerung ein. Die bunten Fenster erstrahlen in kräftigen Farben, als würden sie von außen

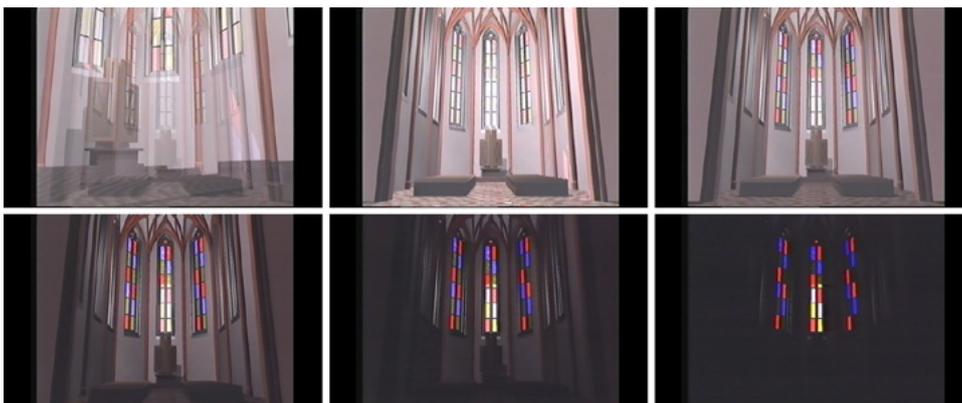
beleuchtet werden. Der Kirchenraum wird dunkel, bis das ganze Bild nachtschwarz ist. Es verlauten die Schlussworte des Sprechers und das Musikstück klingt aus: »Damit ist der computersimulierte Exkurs in die spätgotische Baukunst beendet.«



□ 134
Einblendung eines Wandbilds und Simulation einer Nachtstimmung, Stills aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.



□ 135
Überblendung auf Ansicht des Gewölbes und virtueller Kameraschwenk zum Altar, Stills aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.



□ 136
Blick in den Kirchenchor mit simulierter Nachtszene, Stills aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.

■ 617

Es war geplant, das von Werner Müller und Norbert Quien verfasste Buch mit dem Titel »Ziergewölbe der Dürerzeit« zu publizieren, vgl. Müller/Quien 1993, S. 273.

■ 618

Diese Tatsache erläuterte Norbert Quien am Rande des mit ihm am 21. Mai 2016 geführten Interviews.

In der englischen Sprachversion des Videos wird abschließend ein Standbild gezeigt: Ein in Weiß gehaltener Informationstext wird auf blauem Grund eingeblendet, der auf die damals geplante Publikation **Ziergewölbe der Dürerzeit** von Müller und Quien hinweist. ⁶¹⁷ Darin sollten die meisten Bilder, die im Video gezeigt wurden, abgebildet werden. Jedoch wurde dieses Buch nie veröffentlicht. ⁶¹⁸

Nach der hier erfolgten Beschreibung der fertiggestellten Visualisierung im Video erfolgt nun deren detaillierte Analyse. Hierfür werden Aspekte wie die Verwendung von Farben und Texturen, Detailgenauigkeit im Hinblick auf verwen-

dete Quellen, Einsatz von Licht und Schatten sowie Plastizität und Raumeindruck untersucht. Im Fokus steht dabei die finale Animation mit virtuellem Flug durch den Kirchenchor aus dem dritten Teil des Videos.

Analyse der fertiggestellten Visualisierung – Verwendung von Farben und Texturen

Zunächst werden die in der digitalen Rekonstruktion verwendeten Farben und Texturen genauer untersucht. Die rötlich gefärbten Rippen und Dienste heben sich deutlich von den weißen Wänden ab und dominieren gemeinsam mit weiteren in Rot gehaltenen Details wie Fußbodenfliesen und Fensterscheiben die farbliche Gesamtstimmung des visualisierten Chors. Durch mehrere Schwenks ist das komplex gestaltete Gewölbe, dessen raue Steinoberfläche von einer bestimmten Textur simuliert wird, immer wieder im Bild. In einer Nahansicht des Gewölbeansatzes ist dies deutlich zu erkennen ^[132].

Anfang der 1990er-Jahre, als Müller und Quien an der digitalen Rekonstruktion des Kirchenchors arbeiteten, gab es zwar schon CAD-Programme, jedoch genügten diese nicht den Anforderungen, die die beiden an sie stellten. ⁶¹⁹ Sämtliche Texturen, die in das 3D-Modell eingefügt wurden, erstellten Quien und seine Arbeitsgruppe selbst. ⁶²⁰ Um eine Holzmaserung für die Kirchenbänke zu erzeugen, hatte der Mathematiker beispielsweise eine statistische Zufallsfunktion entwickelt, die in das Raytracing-Programm integriert wurde. ⁶²¹ Das so erzeugte Muster erschien dann als Textur auf den Kirchenbänken. Für einen Betrachter ist zwar erkennbar, dass es sich um Holzbänke handeln soll, jedoch wirkt aus heutiger Sicht deren Oberfläche zu glatt und gleichmäßig, um wirklich realistisch zu erscheinen ^[137].

■ 619

Vgl. [Appendix 2.3](#) (→ 657), Interview mit Norbert Quien, [Frage 5](#).

■ 620

Vgl. ebd.

■ 621

Im Interview erläuterte Norbert Quien die Erstellung von Holzmaserungstexturen: [Appendix 2.3](#) (→ 657), Interview mit Norbert Quien, [Frage 8](#).

■ 622

Für Informationen zur Erzeugung der Farbgebung von Wänden vgl.: [Appendix 2.3](#) (→ 657), Interview mit Norbert Quien, [Frage 7](#).



□ 137

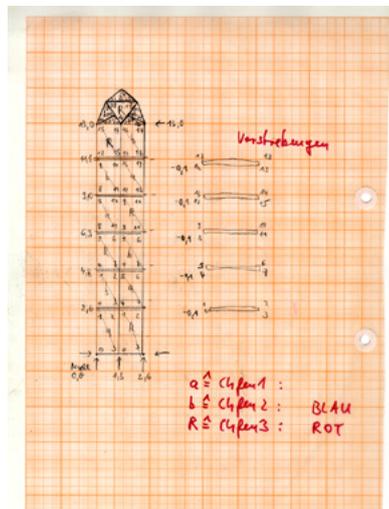
Kirchenbänke mit Holzmaserung, Still aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.

Auch um eine realitätsgetreue Farbigkeit der Wände zu erzeugen, entwickelte Quien eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für dunklere Stellen auf dem Mauerwerk. ⁶²² Ziel war, die Wände nicht strahlend weiß darzustellen, sondern ihnen eine gewisse Abnutzungsoptik einzuschreiben. Dieses Ziel wurde insofern erreicht, als die Wände nicht in weiß erstrahlen. Jedoch erwecken die Mauern den Anschein durchgehend grau gefärbt zu sein. Dieser Effekt ist auf die dem damaligen Stand der Technik geschuldete Bildqualität des Videos zurückzuführen, denn in einem hochauflösenden Rendering ist der gewünschte Effekt erkennbar ^[138].



□ 138
Hochaufgelöstes Rendering des digital rekonstruierten spätgotischen Kirchenchors, Norbert Quien, um 1992.

Müller und Quien legten die farbige Gestaltung der Glasscheiben in ihrer Rekonstruktion selber fest, da es hierfür keine Angaben in der Original-Zeichnung gab. Jeder einzelnen Glasfläche wiesen sie einen der drei Farbtöne Rot, Gelb oder Blau zu. Die Anordnung der Farben war für alle Fenster gleich 139.



□ 139
Vorzeichnung der Chorfenster auf Millimeterpapier mit Einteilung der Farbflächen, Norbert Quien, um 1992.

In das 3D-Modell wurden auch Scans von Bildern als Texturen eingesetzt. So wurde beispielsweise auf die Innenseite des dreiflügeligen Altars ein Foto projiziert, das das zuvor erwähnte Triptychon aus dem 15. Jahrhundert zeigt 130. 623 Auch die Wandzeichnung, die im Video von zwei Lampen bei Nacht bestrahlt wird, beruht auf einem Scan. 624 Werner Müller hatte hierfür Norbert Quien eine Vorlage zur Verfügung gestellt: eine Abbildung eines spätgotischen Altarrisses aus dem Stadtarchiv in Ulm, der eine Anna-Selbdritt-Gruppe zeigt 140. 625 Das für die Textur verwendete Bild stellt nur einen Ausschnitt aus der Vorlage dar und wurde damit seines eigentlichen Kontexts enthoben. Dies wird umso deutlicher als auf dem Bild noch ein Teil der Altarbekrönung zu sehen ist. Im 3D-Modell wird außer der farblichen Anpassung keine gestalterische Verbindung zum Chorraum hergestellt, sodass das Bild für sich steht.

■ 623

Vgl. Webseite des Wilhelm-Hack-Museums in Ludwigshafen: <https://www.wilhelmhack.museum/de/sammlung/ueber-die-sammlung/mittelalter/>.

■ 624

Vgl. [Appendix 2.3](#) (→ 657), Interview mit Norbert Quien, [Frage 7](#).

■ 625

Vgl. ebd. u. Müller/Quien 1993, S. 276.



□ 140

Vorlage für ein Wandbild in Form einer Schwarz-Weiß-Kopie, die einen spätgotischen Altariss aus dem Stadtarchiv Ulm zeigt (links) und Umsetzung im 3D-Modell (rechts), Still aus dem Video »Play Gothics ...«, Werner Müller und Norbert Quien, 1992.

Analyse der fertiggestellten Visualisierung – Einsatz von Licht und Schatten

Für die Visualisierung des rekonstruierten spätgotischen Kirchenchors wurden die damals modernsten Techniken zur Darstellung von Licht, Schatten sowie Lichtbrechung eingesetzt. Mit Hilfe des **Raytracing**-Verfahrens konnten verschiedene Lichtverhältnisse simuliert werden, die im Video zu sehen sind. Zum einen erscheint der Innenraum des Chors im Tageslicht, das durch die Fenster scheinbar von außen eindringen kann [129]. Die Lichtquelle ist wohl links der Kirche positioniert, denn die Wandflächen unterhalb der Fenster sind auf der linken Seite des Chors einheitlich grau, auf der gegenüberliegenden Seite ist die Mauer heller und weist einen leicht rötlichen Grauton auf. Auch befinden sich dort Lichtflecken sowie Schatten, die die Umrisse eines Fensterkreuzes darstellen. Allerdings sind die Schatten in dieser Szene verhältnismäßig blass, lediglich der Schlagschatten des Altars auf die dahinter befindliche Wand und die der Kirchenbänke auf den Boden sind dunkel dargestellt und dadurch deutlich erkennbar.

Zum anderen ist auch die Simulation von Dämmerung und Nachtstimmung in die Visualisierung miteinbezogen. So beginnt die Sequenz zum Wandbild taghell, wobei in deren Verlauf das Licht graduell erlischt [134]. Mit allmählich versiegender Lichtquelle verblassen die Farben der Glasscheiben, bis sie schließlich einheitlich grau und opak erscheinen. Auch die Farbe der Wände verdunkelt sich. Sodann folgt eine weitere Art der simulierten Lichtgebung: punktuelle Beleuchtung [134]. Das Wandgemälde wird von zwei darüber hängenden Lampen erhellt, die offenbar jede eine Glühbirne besitzen. [626] Die Darstellung der beiden Lichtkegel und ihrer Überschneidung mit unterschiedlich hellen Partien unterlag Anfang der 1990er-Jahre einer aufwendigen Berechnung.

Am Ende der letzten Szene des Videos scheint die Lichtquelle außerhalb des Gebäudes langsam zu erlöschen, sodass es im Inneren komplett dunkel wird und keine Einrichtungsgegenstände mehr erkennbar sind [136]. Allerdings leuchten die bunten Glasfenster sehr stark auf, als ob eine dahinterliegende

■ 626

Im Abschnitt zur Detailgenauigkeit der Darstellung wird im vorliegenden Kapitel auf diese anachronistische Darstellung eingegangen.

Lichtquelle ihre Farben zum Strahlen bringen würde. Diese Visualisierung von nicht der Realität entsprechenden Lichtverhältnissen ist nicht als fehlerhaft zu bewerten. Vielmehr wird hier schlichtweg gezeigt, welche technischen Möglichkeiten in der Darstellungsweise möglich sind.

Das Gewölbe wird allerdings nicht anhand einer bestimmten Lichtsimulation besonders in Szene gesetzt. Es ist nur in den Sequenzen zu sehen, in denen Tageslicht im Chorraum herrscht. Hier hätte die Möglichkeit bestanden noch komplexe Schattenwürfe wiederzugeben. Dennoch zeigen all diese unterschiedlichen Darstellungen von Beleuchtungsarten sehr deutlich, dass hier innovative Techniken präsentiert werden sollten, um zu demonstrieren, was technisch umsetzbar ist. Das Video kann in dieser Hinsicht als State of the Art des damaligen Stands der virtuellen Lichtsimulation gelten.

Analyse der fertiggestellten Visualisierung – Plastizität und Raumeindruck

Nun folgt eine kurze Betrachtung der Plastizität der digital rekonstruierten Architektur, um ihre räumliche Wirkung auf den Betrachter zu untersuchen. Festzuhalten ist hier, dass nur der Innenraum des Kirchenchors gezeigt wird. Eine Ansicht von außen oder durch ein Fenster in das Innere hinein ist nie realisiert worden. Zudem ist der Raumeindruck relativ eingeschränkt, da sich die Perspektiven, die die virtuelle Kamera bei ihren Flügen einnimmt, teils wiederholen ^[131] ^[135]. Die Blickwinkel, aus denen der Chorraum zu sehen ist, sind nicht sehr abwechslungsreich gewählt ^[127] ^[128] ^[136]. Ausnahmen hiervon bilden Schwenks in das Gewölbe oder vom Gewölbe in den Raum ^[131] ^[135]. Auf diese Weise wird die Raumhöhe sehr anschaulich demonstriert. Denn die Schwenks beginnen jeweils auf Augenhöhe eines potentiellen Besuchers des Chors und ahmen insofern dessen Kopfbewegung nach.

Das gesamte Mobiliar sowie sämtliche Details (Fensterstege, Dienste, Rippen) sind dreidimensional modelliert und wirken plastisch. Ihre räumliche Wirkung hätte noch gesteigert werden können, indem die Kamera beispielsweise die Kirchenbänke umrundet.

Insgesamt erweckt der Chorraum den Eindruck, aus einer Raumhülle (Mauern, Fenster, Rippengewölbe) zu bestehen, die punktuell mit einzelnen Ausstattungsstücken (Kirchenbänke, Altar, Wandbild) versehen ist. Es scheint somit kein gewachsenes Ganzes zu sein, sondern vielmehr ein Konglomerat aus Einzelobjekten. Sie alle beruhen auf unterschiedlichen historischen Bildquellen, wie in der folgenden Analyse genauer erläutert wird. Im Fokus steht dabei die Detailgenauigkeit der Übertragung von historischen Vorlagen in die 3D-Visualisierung.

Analyse der fertiggestellten Visualisierung – Detailgenauigkeit

Die Grundlegende Quelle für die Rekonstruktion ist der zuvor erwähnte Gewölbegrundriss aus dem **Stromerschen Baumeisterbuch** | ^[116]. Da im Video **Play Gothics ...** zunächst diese Vorlage eingeblendet und daran anschließend das Gewölbe schrittweise dreidimensional aufgebaut wird, kann der Betrachter sehr gut nachvollziehen, dass jegliche Elemente der Zeichnung im später zu sehenden texturierten 3D-Modell wiedergegeben werden. So entsprechen auch die Proportionen von Fenster- und Mauerflächen den historischen Vorgaben. In der Originalzeichnung sind am linken Rand mehrere Rippenquerschnitte abge-

bildet, wovon der unterste als Vorlage für die Computerrekonstruktion ausgewählt wurde. Allerdings finden sich in der digitalen Version des Kirchenchors auch Details, die von Müller und Quien ergänzt wurden. Die Höhe der Mauern beispielsweise geht nicht aus der Quelle hervor.

Die beiden Wissenschaftler haben noch weitere, wesentlich tiefergehende Eingriffe in die Gestaltung des rekonstruierten Kirchenchors vorgenommen: So sind in den vom Kirchenchor erhaltenen Plänen weder Bänke noch ein Altar oder Wandzeichnungen vermerkt. Dennoch wurden diese Elemente in die digitale Rekonstruktion des Kirchenchors eingefügt. Die Gründe hierfür sind vielfältig und beruhen teils auch auf einem praktischen Nutzen. Norbert Quien wollte beispielsweise die Grenzen der Software ausloten und schlug daher Müller vor, eine Wandzeichnung in das 3D-Modell zu projizieren und diese dann mit zwei Lampen virtuell zu beleuchten. ⁶²⁷ Den Arbeitsablauf schildert Quien folgendermaßen:

»Die Vorlage habe ich eingescannt und dann mittels Software auf die Wand neben einem Maßwerkfenster unter zwei Lampen projiziert. Ich habe versucht einen möglichst realistischen Eindruck zu erzeugen, so als würde das Bild bei Nacht durch die Lampen beleuchtet werden. Das war sozusagen eine Kombination von wissenschaftlichem Anspruch – also wie so etwas ausgesehen haben könnte – und von technischem Anspruch von meiner Seite, um herauszufinden wie weit man mit der Software gehen kann.« ⁶²⁸

Der Sprecher weist im Video explizit daraufhin, dass das Wandbild eine hypothetische Darstellung ist. Dabei handelt es sich um einen wichtigen Hinweis für den Betrachter, da er Aufschluss über die Hintergründe der digitalen Rekonstruktion gibt. Diese Vorgehensweise ist keineswegs üblich, wie die Analysen anderer 3D-Modelle in der vorliegenden Arbeit ergeben haben. ⁶²⁹

Auch das Muster des Fußbodens wurde einem historischen Vorbild nachempfunden: Überresten des nicht mehr existierenden Zisterzienserklosters von Hradischt nahe Münchgrätz, Tschechien. ⁶³⁰ Werner Müller hatte bei der Recherche zu Vorlagen für die digitale Nachbildung eines gotischen Fußbodens einige Seiten aus einem Buch von Max Hasak von 1927 kopiert. ⁶³¹ Norbert Quien wählte hieraus eine Abbildung aus, die ein nicht allzu komplex gestaltetes Muster zeigte. ⁶³² Er verwendete die in Schwarz-Weiß vorliegende Abbildung nicht als Textur, sondern baute das Muster am Computer nach. Hierfür fertigte er eine Zeichnung mit Bleistift auf Millimeterpapier an und übertrug die darin eingetragenen Koordinaten in das Computermodell ^[141]. Die kleinen Elemente innerhalb der achteckigen Platten sind im historischen Fußboden rund. In der Rekonstruktion hingegen sind sie quadratisch gestaltet und ihre Kanten verlaufen parallel zu den kreuzförmig vom Achteck angeordneten Platten. Auch die kleinen Quadrate, die im Original auf die Spitze gestellt sind, hat Quien mit den Kanten parallel zu den vier hellroten Platten ausgerichtet. Diese Entscheidungen können möglicherweise auf die Arbeitserleichterung dieses geometrisch

■ 627

Die Integration des Wandbilds in das 3D-Modell erklärt Norbert Quien im Interview: [Appendix 2.3](#) (→ 657), Interview mit Norbert Quien, [Frage 7](#).

■ 628

Ebd.

■ 629

In zahlreichen Computeranimationen von wissenschaftlich erstellten 3D-Modellen werden kaum Hinweise auf zugrundeliegende Quellen und Entscheidungen für bestimmte Darstellungsweisen gegeben, vgl. [Kapitel 3.2](#) (→ 091) zu Old Minster, [Kapitel 3.3](#) (→ 125) zu Cluny III, [Kapitel 4.3](#) (→ 233) zur Dresdner Frauenkirche, [Kapitel 4.4](#) (→ 261) zum Festspielhaus Hellerau, [Kapitel 5.3](#) (→ 367) zur Synagoge in der Glockengasse. Allerdings wird auch im Video zum spätgotischen Kirchenchor nicht jedes Detail erläutert, beispielsweise das hypothetische Altarbild, wie im Folgenden noch erläutert wird.

■ 630

Vgl. Müller/Quien 1993, S. 276.

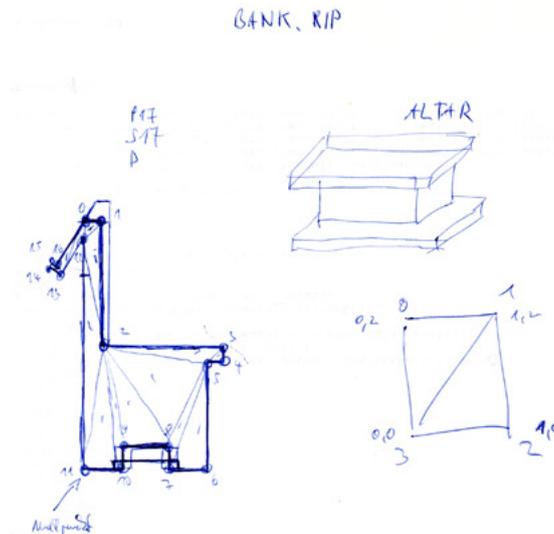
■ 631

Vgl. dazu [Appendix 2.3](#) (→ 657), Interview mit Norbert Quien, [Frage 7](#); Hasak 1927, S. 258, Abb. 405.

■ 632

Vgl. dazu [Appendix 2.3](#) (→ 657), Interview mit Norbert Quien, [Frage 7](#).

lich an, dass an dieser Stelle üblicherweise ein Gemälde angebracht war. Im Video wird dies jedoch weder visuell angedeutet, noch vom Sprecher erklärt. Auch die Kirchenbänke wurden als geometrische Objekte konstruiert und basieren auf von Quien mit Kugelschreiber angefertigten Zeichnungen, die er mit Koordinatenpunkten ausstattete ¹⁴³.



□ 143

Zeichnung des Querschnitts einer Kirchenbank mit Koordinatenpunkten für die digitale Konstruktion, Norbert Quien, um 1992.

Die Auswahl, Gestaltung und Platzierung der genannten Gegenstände ist also vielfach auf sehr subjektiv geprägte Entscheidungen zurückzuführen, die teils auch aus rein praktischen Gründen getroffen wurden. Dies zeigt deutlich, dass es sich bei der vorliegenden digitalen Rekonstruktion des Kirchenchors um ein »mögliches« Erscheinungsbild handelt und keineswegs eine definitive Aussage über Aussehen und Ausstattung des Chorraums liefert. Müller und Quien bezeichnen die Visualisierungen ihrer Rekonstruktion als »Bilder aus dem Experimentierstadium unserer Arbeit.« ⁶³⁶ Ihre eigenständigen Eingriffe in die Gestaltung und Ausstattung des rekonstruierten Kirchenchors tragen dazu bei, dass die Funktion und Nutzung des Raums für den Betrachter eindeutig erkennbar werden. Die Abweichungen von historischen Vorlagen sind laut Müller und Quien auf ihr Ausreizen der verfügbaren technischen Möglichkeiten zurückzuführen und ganz bewusst eingesetzt worden. ⁶³⁷ Allerdings betonen Müller und Quien die Verlässlichkeit ihrer Arbeit im Kern:

»Der nach den Regeln des spätgotischen Steinmetzhandwerks erzeugte Datenblock bleibt in seiner Struktur von allen nachfolgenden Manipulationen unberührt, so daß die auf seiner Grundlage erstellten Computergraphiken historische Authentizität beanspruchen können.« ⁶³⁸

Diesem Grundsatz widerspricht allerdings die Darstellung von zwei nach unten gerichteten Lampen über dem Wandbild ¹³⁴. Im Mittelalter hätten hier allenfalls Kerzenleuchter platziert sein können, deren Lichtkegel nach oben weisen würden. Insofern handelt es sich hier um einen Anachronismus, der die ansonsten weitgehend stringente Wiedergabe der gotischen Ausstattung des Chorraums unterbricht.

■ 636
Müller/Quien 1993, S. 276.

■ 637
Vgl. ebd.

■ 638
Ebd.

Zwischenfazit der Analyse und Ausblick

Die hier analysierte Rekonstruktion des spätgotischen Kirchenchors geht über die bis dahin unternommenen Visualisierungen Werner Müllers hinaus. Denn darin ist nicht nur das bloße Rippensystem dargestellt, sondern auch der zugehörige Raum mitsamt Möblierung und komplexer Lichtsimulation. Um einen möglichst realistischen Raumeindruck zu erzeugen, verwendeten sie sowohl Fototexturen als auch eigens erstellte Texturen, die bestimmte Materialien darstellen. Aus heutiger Perspektive betrachtet, erscheinen sie nicht als fotorealistisch, jedoch entsprach dies in den 1990er-Jahren dem Stand der Technik.

Auch die Lichtsimulation beruht auf damals innovativer Technologie, die nicht extern eingebracht, sondern von Quien selbst erarbeitet wurde. Einzig die räumliche Wirkung des 3D-modellierten Kirchenchors ist nicht sehr stark ausgeprägt, da wohl der Fokus der Gestaltung auf einzelnen Ausstattungsobjekten und der Ausarbeitung der Lichtführung lag. Zudem könnte dieser mangelnde räumliche Eindruck auch darauf zurückzuführen sein, dass das Projekt nur die Innenansicht des Baus umfasst und keinen Blick auf dessen Äußeres bietet. Jedoch wäre es in diesem Fall möglich gewesen, auch eine Außenansicht des nie gebauten Kirchenchors computertechnisch zu visualisieren. Denn im **Stromerschen Baumeisterbuch I** folgt unmittelbar auf fol. 236 – das Details zu Fenster, Strebepfeiler und Bogenausragungen zeigt – ein Blatt mit einer Außenansicht des Chors ^[119]. Es zeigt eine Zeichnung der Apsis in frontaler Ansicht, deren obere Hälfte plastisch und die untere flächig dargestellt ist. Zu sehen sind drei Maßwerkfenster sowie Strebepfeiler und eine Sockelzone. Das mittlere Fenster ist frontal und die beiden seitlichen sind jeweils in leichter Verkürzung wiedergegeben. Eine Bedachung des Anbaus findet sich nicht. Die Quellenlage hätte also durchaus eine Rekonstruktion der Außenansicht des Chors ermöglicht, was im Hinblick auf die Visualisierung des Innenraums eine durchaus konsequente Weiterführung der Visualisierung von Müller und Quien gewesen wäre. Schließlich haben sie ihre übliche Prämisse – das Zeigen des nackten Rippensystems ohne Gewölbe- oder Mauerflächen – bereits um etliche Ausstattungselemente erweitert. Im Zuge der hier erkennbaren Strategie das Gewölbe in seiner möglichst realistischen, zeitgenössisch eingerichteten Umgebung zu zeigen, wäre die Rekonstruktion der Außenansicht ein logischer Schritt gewesen, zumal eine aufschlussreiche Quelle dafür vorlag.

Ein virtueller Flug um das Äußere des Kirchenchors hätte zudem die Funktion einer kontextstiftenden Ergänzung innegehabt. Auch von technischer Seite wären für diese zusätzliche Visualisierung verschiedene Möglichkeiten zum Ausreizen der Grenzen der damaligen Technik denkbar gewesen. Hier hätte sich beispielsweise ein inszenierter Blick ins Innere durch die bunten Glasfenster angeboten. Auch mit der Beleuchtung – Sonnenschein und Schatten auf den Außenmauern sowie Erleuchtung des Inneren durch Lampen in einer Nachtsimulation – hätten neue Eindrücke des Kirchenchors evoziert und damit zusätzliche Effekte erprobt werden können.

Für die Erforschung spätgotischer Gewölbegrundrisse liefert das Projekt ein anschauliches Beispiel dafür, wie mit computertechnischen Methoden der überwölbte Raum zu einem bestimmten Gewölbegrundriss rekonstruiert werden kann. Zudem hält es einen Ansatz für die didaktische Vermittlung des digitalen Rekonstruktionsvorgangs anhand der Erläuterung sämtlicher Einzelschritte bereit.

Mediale Präsenz und Zugänglichkeit damals und heute

Heute sind Informationen zu den von Werner Müller und Norbert Quien realisierten Projekten zur digitalen Rekonstruktion von spätgotischen Gewölben nur mehr in ihren zahlreichen gemeinsamen Publikationen zu finden. Diese umfassen sowohl Aufsätze in Zeitschriften als auch Monografien, die allesamt meist mit vielen Abbildungen ausgestattet sind. ⁶³⁹ Insbesondere das letzte gemeinsam erarbeitete Buch **Virtuelle Steinmetzkunst der österreichischen und böhmisch-sächsischen Spätgotik: die Gewölbeentwürfe des Codex Miniatus 3 der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien** aus dem Jahr 2005 liefert einen umfassenden Überblick über die computertechnische Rekonstruktion gotischer Gewölbe, die auf den in der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien aufbewahrten Quellen beruhen. ⁶⁴⁰ So fassen sie darin auch die digitale Rekonstruktion des spätgotischen Kirchenchors kurz zusammen.

Die Videos, die Müller und Quien erstellt haben, sind weder auf CD-Roms beziehungsweise DVDs als Beilage in Printpublikationen erschienen, noch online auffindbar. Im Internet gibt es lediglich Hinweise auf ihre Existenz: Das Online-Archiv der Zürcher Hochschule der Künste listet das Video **Play Gothics ...** im Zusammenhang mit der 1993 im Museum für Gestaltung in Zürich präsentierten Ausstellung **New Realities – Neue Wirklichkeiten II. Architektur Animationen Installationen** auf. ⁶⁴¹ Allerdings finden sich hier keine Abbildungen zum 3D-Projekt und auch nicht das Video selbst. Lediglich einige technische Informationen wie Titel des Videos, Herausgeber, Medium, Dauer, Archivnummer oder auch Ausstellungstitel werden hier bereitgestellt.

In den 1990er-Jahren waren die zahlreichen Projekte von Müller und Quien medial sehr präsent, insbesondere die digitale Rekonstruktion des spätgotischen Kirchenchors: Die erste öffentliche Präsentation des Videos **Play Gothics ...** fand bereits 1992 auf dem Kunsthistorikertag in Berlin statt. ⁶⁴² Die beiden Autoren zeigten es dort im Rahmen ihres Vortrags. ⁶⁴³

Im selben Jahr kam auch das Fernsehen auf Müller und Quien zu. ⁶⁴⁴ Hans Jürgen von der Burchard, damaliger Redakteur des Südwestrundfunks, bot ihnen an, einen Beitrag über ihre Forschung zu machen. ⁶⁴⁵ So entstand ein etwa neunminütiger Beitrag, der 1992 in der Wissenschaftssendung **Sonde** im SWR ausgestrahlt wurde. ⁶⁴⁶ Die Grundlage hierfür lieferte das Video **Play Gothics ...**, das für den Beitrag jedoch gekürzt und neu geschnitten in veränderter Abfolge arrangiert wurde. In der Abmoderation dieses Beitrags kündigt der Moderator die damals noch in Planung befindliche Buchpublikation **Ziergewölbe der Dürerzeit** an, in der Müller und Quien das im Film behandelte Thema vertieft darstellen wollten. Zur Veröffentlichung kam es aber nie. ⁶⁴⁷

Gemeinsam realisierten Werner Müller und Norbert Quien zudem mehrere Ausstellungen innerhalb Deutschlands, in denen sie ihre Forschungsprojekte facettenreich vorstellten. ⁶⁴⁸ Hierfür kamen verschiedene Medien und Darstellungsmodi zum Einsatz. Neben Animationen in Form von Filmen zeigten sie beispielsweise auch »die Darstellung eines Teils einer Gewölberippe als Modell aus Pappe, verschiedene Materialien der Steinoberflächen, Skizzen, Bilder«. ⁶⁴⁹

Im Rahmen der Veranstaltungsreihe zum Thema **Kunst im Dialog** fand 1997 die von Werner Müller und Norbert Quien bestückte Ausstellung **Spätgotik virtuell** in der Galerie der **BASF Schwarzheide** im brandenburgischen Schwarz-

■ 639

Für eine Auswahl an Publikationen vgl.: **Appendix 1.3** (→ 617), **Spätgotischer Kirchenchor** (1992).

■ 640

Vgl. Müller/Quien 2005.

■ 641

Vgl. Webseite des Museum für Gestaltung Zürich: <https://www.emuseum.ch/objects/148722/play-gothics?ctx=-f6eee222-a3ec-49f6-b2ac-c28950ddf11c&idix=0>.

■ 642

Vgl. Müller/Quien 1999 (**Spätgotik virtuell**), S. 17.

■ 643

Vgl. ebd.

■ 644

Vgl. **Appendix 2.3** (→ 657), **Interview mit Norbert Quien, Frage 9**.

■ 645

Vgl. ebd.

■ 646

Kamera: Stefan Zaiser; Schnitt: Barbara Luniak-Weber u. Georg Philipkowski. Vgl. dazu **Videomitschnitt der Sendung »Sonde« des SWR, 1992**. Für das Zurverfügungstellen des Videomitschnitts bedanke ich mich sehr herzlich bei Norbert Quien.

■ 647

Diese Tatsache erläuterte Norbert Quien am Rande des am 21. Mai 2016 geführten Interviews.

■ 648

Eine Auswahl der Ausstellungen ist zusammengestellt in: **Appendix 1.3** (→ 617), **Spätgotischer Kirchenchor** (1992).

■ 649

Vgl. **Appendix 2.3** (→ 657), **Interview mit Norbert Quien, Frage 10**.

■ 650

Vgl. Müller/Quien 1999 (Spätgotik virtuell), S. 8 u. Anm. 66.

■ 651

Vgl. ebd., S. 8.

■ 652

Für Informationen zur Ausstellung im LTA vgl.: Müller/Quien 1999 (Hammer, Meißel und Computer), insbes. S. 2.

heide statt. ⁶⁵⁰ Aufbauend auf dieser Schau veröffentlichten Müller und Quien 1999 ihre Monografie Spätgotik virtuell. ⁶⁵¹

Im selben Jahr wurde ihre Einzelausstellung **Hammer, Meißel und Computer. Spätgotik im rechten Maß** im Landesmuseum für Technik und Arbeit (LTA) in Mannheim eröffnet. ⁶⁵² Sie stellte die Ergebnisse der jahrelangen Zusammenarbeit von Müller und Quien vor und fasste ihre Forschung zur digitalen Rekonstruktion gotischer Gewölbe in einer begleitenden Publikation zusammen. Gezeigt wurden unter anderem ausgedruckte Bilder der CAD-Modelle, deren Hintergrund und Entstehung in der zugehörigen Publikation detailliert erläutert wurden.

An diesem Überblick zeigt sich die große Bandbreite an Medien, die die Ergebnisse der jahrelangen Zusammenarbeit von Müller und Quien in den zuvor genannten Ausstellungen, Fernsehbeiträgen und Buchpublikationen dokumentieren. Im Folgenden werden die von ihnen erstellten Rekonstruktionen mit Visualisierungen gegenübergestellt, die vor ihnen im Rahmen der Erforschung gotischer Gewölbe entstanden. Ziel ist es, sie hinsichtlich eines möglichen visuellen und inhaltlichen Mehrwerts vergleichend zu untersuchen.

Vergleichende Analyse – Gotische Gewölbe im Bild

Wie zu Anfang des vorliegenden Kapitels angesprochen, wurden in der Spätgotik Gewölbegrundrisse in unterschiedlichen Kontexten und zu verschiedenen Zwecken angefertigt. Dementsprechend unterscheiden sich auch deren Darstellungsweisen und räumliche Ausführungen in unterschiedlichen Medien wie Bild, Zeichnung und haptischem Modell. Zudem entstehen im Laufe von deren Erforschung wiederum Abbildungen in verschiedenen Techniken und Medien in zwei- und dreidimensionaler Form. Dabei sind digitale 3D-Rekonstruktionen von gotischen Gewölben noch relativ neue Visualisierungsmöglichkeiten, die Müller und Quien in ihren Arbeiten konsequent eingesetzt haben, weshalb sie als Pioniere auf diesem Gebiet gesehen werden können. Daher ist ein vergleichender Blick auf die Erforschung gotischer Gewölbe vor ihnen lohnenswert.

In ihrem 1997 erschienenen Buch **Von deutscher Sondergotik** wiesen Müller und Quien darauf hin, dass Architekturfotos dokumentarischen Charakters, in denen die Geometrie der Architektur im Mittelpunkt steht, ihren Betrachtungen dienlich seien – im Gegensatz zu Bildern, die Stimmungen wiedergeben beziehungsweise bestimmte architektonische Charakteristika besonders stark in Szene setzen. ⁶⁵³ Sämtliche Ansichten computergestützter Visualisierungen spätgotischer Gewölbe, die Müller und Quien erstellt haben, entsprechen diesem Grundsatz. Dies wird besonders deutlich bei einem Vergleich eben jener Bilder mit Fotografien, die beispielsweise der Kunsthistoriker Kurt Gerstenberg in seiner 1913 veröffentlichten Dissertation beziehungsweise in der 1968 erschienenen zweiten Auflage seines Buchs zur Untermauerung seiner Thesen zur deutschen Sondergotik anführt. ⁶⁵⁴ Gerstenberg beschreibt die spezifischen Eigenschaften spätgotischer Hallenkirchen im Gegensatz zur Architektur der Gotik folgendermaßen:

»Im Sondergotischen Hallenraum dagegen herrscht völlige Richtungsfreiheit. [...] Ein einheitlicher Raum dehnt

■ 653

Vgl. Müller/Quien 1997, S. 15.

■ 654

Vgl. Gerstenberg 1969.

sich unter der den drei Schiffen gemeinsamen Decke. Im Geflecht der Netzgewölbe ergeben sich die quer über den Raum laufenden Linienzüge, die neue Blickbahnen ermöglichen. Statt der Einseitigkeit der im linearen Tiefendrang gegebenen Blickrichtung hat die Sondergotik die Vielfältigkeit des Blickbildes.«⁶⁵⁵

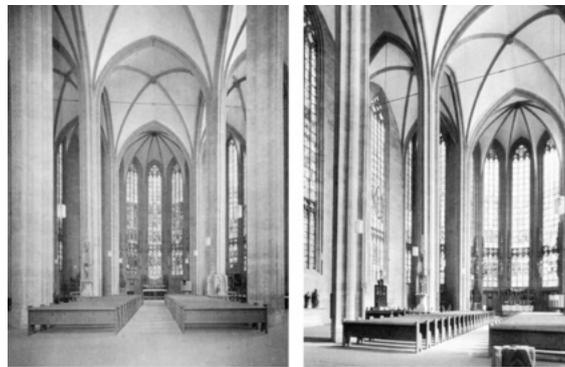
■ 655

Ebd., S. 114.

■ 656

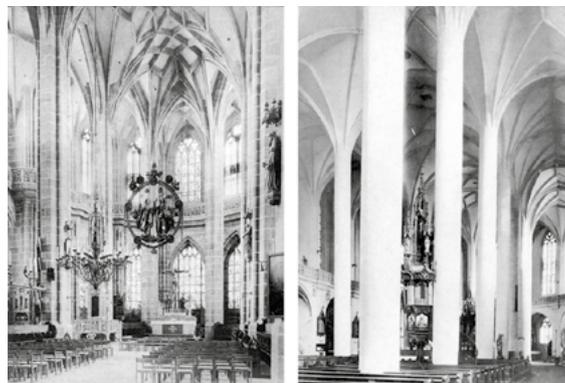
Müller/Quien 1997, S. 18.

In den Fotografien, die Gerstenberg in seiner Dissertation zeigt, befindet sich der Betrachterstandpunkt auffällig oft abseits der von Ost nach West verlaufenden Mittelachse des Kirchenraums. Somit ergeben sich Blickachsen, die den Raum diagonal durchkreuzen. Müller und Quien folgern daraus: »Der Betrachter steht dadurch nicht vor dem Raum, sondern sieht sich in ihn hineinversetzt [...]«⁶⁵⁶ Auf diese Weise verändert sich der Raumeindruck vollkommen, da die die Schiffe trennenden Pfeiler nun Blickachsen zulassen, die mit Aufnahmen von einem zentralen Standpunkt im Mittelschiff aus nicht in dieser Form möglich sind. Zudem ist die Position des Fotografen nicht mehr eindeutig zu verorten¹⁴⁴. Im Bewusstsein diesen Effekts, wird klar, dass die Fotografien in Gerstenbergs Buch dahingehend ausgewählt wurden, seine Thesen zur »Richtungsfreiheit« und »Vielfältigkeit des Blickbildes« eindrücklich zu untermauern¹⁴⁵.



□ 144

Innenansicht der Wiesenkirche in Soest aus verschiedenen Blickwinkeln aufgenommen: Blick von der Mittelachse zum Chor (links) und diagonaler Blick zum Chor in nordwestlicher Richtung (rechts).



□ 145

Blick in Richtung Nordosten in den Chor von St. Lorenz in Nürnberg (links); Blick in Richtung Nordosten in den Chor von St. Martin in Amberg (rechts).

Von dieser Art der Darstellung, der bewusst gelenkten Blickrichtung in Fotografien, setzen sich Müller und Quien in den von ihnen erstellten Ansichten der computergenerierten Visualisierung des spätgotischen Kirchenchors eindeutig ab. Die Bilder, die den gesamten Raum zeigen, wurden von dem Standpunkt eines virtuellen Fotografen aus aufgenommen, der sich mittig vor dem Eingang zum Chor befindet¹⁴⁶. Dies wird insbesondere daran deutlich,

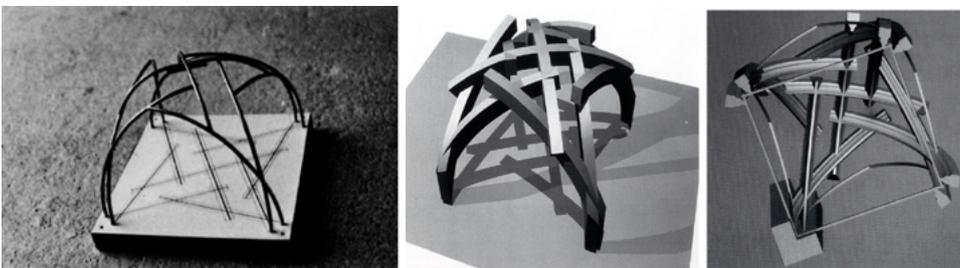
dass sogar der Triumphbogen zu sehen ist. Somit befindet sich – in den Worten von Müller und Quien – der Betrachter vor dem Raum. Er erhält dadurch einen distanzierten, objektiven Blick auf die Architektur. Das ist in diesem Fall besonders wichtig, als es sich hier nicht um ein in Realität jemals verwirklichtes Bauwerk handelt, sondern um eine digitale Visualisierung eines Entwurfs.



□ 146

Blick in den Innenraum des digital visualisierten spätgotischen Kirchenchors mit Möblierung (links) und ohne (rechts), Norbert Quien, um 1992.

Nicht nur ein Vergleich von Fotografien mit Ansichten des 3D-Modells ist lohnenswert, sondern auch eine Gegenüberstellung mit einem haptischen Modell, das François Bucher um 1968 auf Grundlage eines Gewölbegrundrisses aus dem **Cod. Min. 3** realisierte und das in einem vorangehenden Abschnitt bereits vorgestellt wurde ^[147]. Das Prinzip, den Gewölbegrundriss den materialisierten Rippen wortwörtlich zugrunde zu legen, griffen Müller und Quien in ihrer computertechnischen Visualisierung eben jenes Gewölbegrundrisses auf. Jedoch setzten sie dies in abgewandelter Form um, als sie nicht die originale Zeichnung unterhalb der dreidimensional modellierten Rippen abbildeten, sondern den Schatten darstellten, den eine senkrecht darüber positionierte Lichtquelle erzeugen würde. In dieser Ansicht ging es ihnen vor allem um eine schematische Darstellung des von Bucher vorgelegten Prinzips. Sie fertigten aber auch eine detaillierter ausgestaltete Visualisierung des dreidimensionalen Rippengefüges an. Dieses zeigen sie aus einer extremen Untersicht, als befände sich ein virtueller Betrachter unterhalb des Gewölbes, wobei Wände und Stützen fehlen, um einen abgeschlossenen Raum zu erzeugen. Eine solche Sichtweise war mit Buchers Modell nicht umsetzbar. Darin zeigt sich ein wichtiger Aspekt und Mehrwert von 3D-Modellen: sie ermöglichen eine Ansicht des dargestellten Gegenstands aus jeder beliebigen Perspektive.



□ 147

Darstellungen eines Gewölbes, basierend auf »Cod. Min. 3«, fol. 10 v.: haptisches Modell, François Bucher, ca. 1972 (links); digitales Modell in schematischer Darstellung (Mitte) und in detaillierter Darstellung mit Rippenprofilen (rechts), Norbert Quien, Anfang 1990er-Jahre.

Ein übereinstimmendes Merkmal von den hier gezeigten drei Modellen ist die Tatsache, dass keines mit Gewölbeflächen oder Mauerwerk ausgestattet ist. Ein jedes fokussiert sich auf die Darstellung der Rippen und wie sich ihre Position im Raum verhält. Das 3D-Modell von Müller und Quien weist hier zumindest in einem Fall immerhin noch Fragmente einer Mauerecke auf und auch ausgearbeitete Profile der Rippen. Insgesamt erscheinen die beiden digitalen Modelle wie eine Weiterentwicklung von Buchers Modell in einem neuen Medium mit entsprechend erweiterten Eigenschaften und größerer Präzision aufgrund der computertechnischen Umsetzung des Regelwerks der Bogenaustragung.

Generell ist festzustellen, dass die von Müller und Quien realisierten Computervisualisierungen zu spätgotischen Gewölbegrundrissen – mit einer Ausnahme – eine objektive Sicht auf den dargestellten Gegenstand gewährleisten. Indem sie sich jeglichem ausschmückendem Beiwerk entledigen, vermeiden sie es, Objekte zu ergänzen, die in den historischen Zeichnungen nicht enthalten sind und somit nur ihrer eigenen Phantasie entsprungen wären. Sie zeigen also eine verräumlichte Ansicht dessen, was in zweidimensionaler Form vorlag.

Diesem Konzept gegenüber steht die einzelne Ausnahme, die zuvor eingehend analysierte Visualisierung eines spätgotischen Kirchenchors. Denn hier wurden sehr wohl Objekte hinzugefügt, die in den zugrundeliegenden Zeichnungen nicht zu finden sind. Der Fokus in der Erstellung dieses 3D-Modells lag darauf zu zeigen, wie ein solcher sakraler Raum ausgesehen und zu bestimmten Tageszeiten gewirkt haben könnte. Dargestellt wird also eine Möglichkeit, die neue Fragen aufwerfen kann beispielsweise zur Höhe der Wände, farblichen Ausgestaltung, Möblierung und der Raumwirkung als solcher. Zudem bot dieses Projekt einen Rahmen, innerhalb dessen die Grenzen der damaligen Computertechnik im Hinblick auf realitätsnahe Visualisierung ausgelotet werden konnten, wie Norbert Quien im Interview 2016 darlegte. ⁶⁵⁷

Nachdem nun Projekte zur Erforschung spätgotischer Gewölbe, die vor Müller und Quiens Initiative entstanden, vorgestellt und miteinander verglichen wurden, schließt sich nun ein Blick auf nach ihnen realisierte Projekte in diesem Bereich an. Auf diese Weise wird ihre Arbeit in der Forschungslandschaft kontextualisiert und ihre Vorreiterrolle dahingehend untersucht.

Weitere Projekte zur digitalen Rekonstruktion von gotischen Gewölben

In den 1990er-Jahren handelt es sich bei dem von Müller und Quien durchgeführten Projekt im Bereich der computertechnischen Rekonstruktion und Visualisierung von gotischen Gewölben um eine einzigartige Initiative. Denn Arbeiten anderer Wissenschaftler, die sich explizit einer systematischen Untersuchung gotischer Gewölbegrundrisse widmeten, sind in dieser Zeit nicht zu finden. Erst in den 2010er-Jahren wurden Forschungsprojekte in diesem Bereich durchgeführt. Darunter finden sich auch zwei, die den von Müller und Quien verwendeten Gewölbegrundriss aus dem **Stromerschen Baumeisterbuch I** zur Grundlage hatten.

So beschäftigte sich Ross Anderson, Dozent der Architekturgeschichte an der University of Sydney, 2014 in seinem Forschungsprojekt **Figures of Mediation** mit spätgotischen Kirchen in Deutschland. ⁶⁵⁸ Insbesondere das

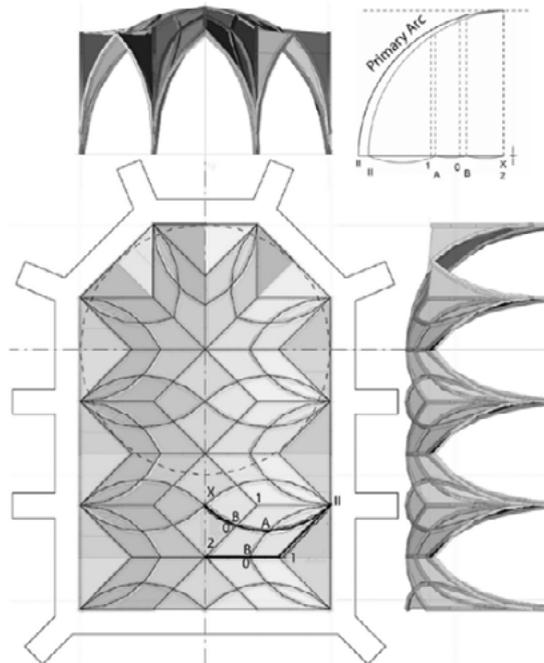
■ 657

Vgl. **Appendix 2.3** (→ 657), Interview mit Norbert Quien, **Frage 5** bis 7.

■ 658

Zum Forschungsprojekt »**Figures of Mediation**« von Ross Anderson vgl.: Anderson 2014.

Zusammenspiel von Theologie und Steinmetzpraxis im Entscheidungsprozess beim Bau stand dabei im Fokus. Als Ausgangspunkt dienten ihm die überlieferten Baumeisterbücher sowie Werkmeisterbücher. Auf Basis des zuvor genannten Grundrisses erstellte er 3D-Modelle unter Anwendung des Prinzipalbogenverfahrens [148]. In den Gewölbegrundriss zeichnete er Achsen ein und ergänzte Bezeichnungen einzelner Abschnitte, um den Zusammenhang zur Konstruktionszeichnung herzustellen. An den Seiten fügte er Ansichten der digitalen Rekonstruktion des Gewölbes ein. Diese entwickeln hier allerdings kaum eine räumliche Wirkung, da sie in der Draufsicht wiedergegeben sind.



□ 148
Digitale Rekonstruktion des Gewölbegrundrisses aus dem »Stromerschen Baumeisterbuch I«, fol. 235, (links unten), Bogenaustragung (rechts oben) sowie daraus resultierende räumliche Darstellung des Gewölbes (links oben u. rechts unten), Ross Anderson, 2014.

Den Nutzen der digitalen Visualisierung beschrieb Ross Anderson folgendermaßen: »It helps to reveal which aspects of the architecture come into focus, which become peripheral, and which remain ambiguous when the plan of the vault is extrapolated spatially.« [659] Anderson weist darauf hin, dass erst die Computervisualisierung des historischen Grundrisses die räumliche Wölbung der Rippen sichtbar macht [149]. Dies wird dadurch ermöglicht, dass er das Gewölbe in Untersicht und aus einem schrägen Blickwinkel heraus darstellt. Anderson beobachtet, wie die Krümmung der Rippen in ihrem Verlauf vom Anfänger bis in den Gewölbescheitel zunächst zunimmt und sich dann abflacht. Im eher flacheren Teil gleicht sich seiner These zufolge die Anordnung der Rippen derjenigen im Linienverlauf im Grundriss formal an. Während des Erstellungsprozesses der 3D-Modelle wurden immer auch die den Steinmetzen zur Verfügung stehenden Zeichenutensilien reflektiert. Dies bezeichnet Anderson als »fusion of horizons« [660]. Auf den ersten Blick lässt sich bei diesem Projekt kein eindeutiger Mehrwert gegenüber der Arbeit von Müller und Quien feststellen. Hier wäre eine tiefere Analyse der Ziele und Methoden von Anderson nötig, um diese Frage abschließend zu klären.

■ 659
Ebd., S. 421–422.

■ 660
Ebd., S. 422.



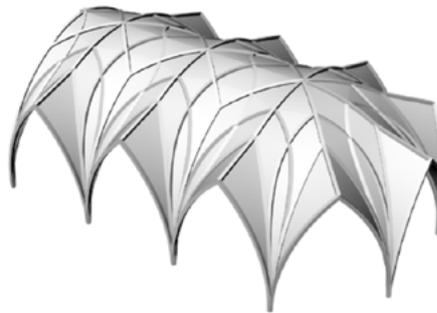
□ 149

Dreidimensionale, digitale Rekonstruktion des Gewölbegrundrisses aus dem »Stromerschen Baumeisterbuch I«, fol. 235, Ross Anderson, 2014.

■ 661

Für Informationen zum Forschungsprojekt von Sean Akahane-Bryen vgl.: Akahane-Bryen, 2015, insbes. S. 1 u. S. 18.

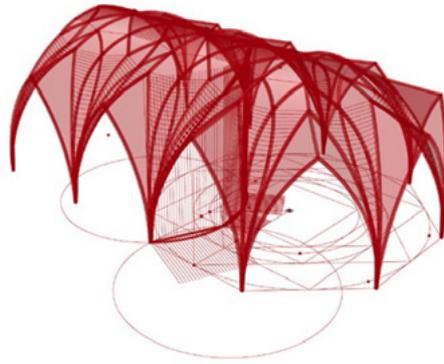
Ein weiteres Projekt, das den von Müller und Quien digital rekonstruierten Gewölbegrundriss aus dem **Stromerschen Baumeisterbuch I** zum Gegenstand hat ist **South German Late Gothic Design and Building Praxis**, das der Architekt Sean Akahane-Bryen 2015 durchführte. **661** Gegenstand seiner Analyse sind spätgotische Gewölbe aus den Regionen Bayern, Schwaben, Sachsen und Böhmen. Mittels Computertechnik untersuchte er unter anderem die Anwendung des Prinzipalbogens, indem er ein 3D-Modell auf Basis des oben genannten Gewölbegrundrisses erstellte **150**. Um die Prinzipien des Prinzipalbogens zu integrieren, verwendete er die Software **Grasshopper**. Mit seiner Visualisierung orientierte er sich an der zuvor beschriebenen Studie, die Anderson, sein universitärer Betreuer, 2014 durchführte.



□ 150

Auf- und Untersicht des 3D-modellierten Gewölbes auf Basis des Gewölbegrundrisses aus dem »Stromerschen Baumeisterbuch I«, fol. 235, zwischen 1595 und 1603, Sean Akahane-Bryen, 2015.

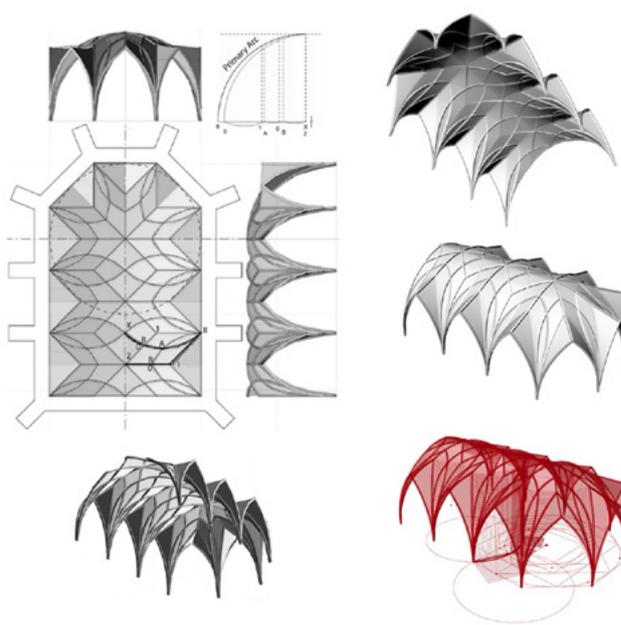
Die von Akahane-Bryen erstellte Rekonstruktion umfasst die Rippen bis zu den Anfängern und ist in Grautönen gehalten. Die Flächen zwischen den Rippen sind ausgefüllt, sodass die Rippen leicht erhaben daraus hervorragen. Seiner Visualisierung fügt er eine unsichtbare Lichtquelle von schräg vorn oben hinzu, sodass dem Licht abgewandte Partien im Schatten liegen. Er publizierte zudem eine Ansicht der Rekonstruktion in Form eines Gittermodells, zu der er die zugrundeliegenden geometrischen Formen hinzufügt, die sich aus einer gezeichneten Quadratur ergeben **151**. Diese Visualisierung verbindet auf anschauliche Weise die Konstruktionsgrundlage mit dem daraus resultierenden, dreidimensional dargestellten Ergebnis. Eine räumliche Verortung des digital rekonstruierten Gewölbes wäre als ein nächster Schritt denkbar und wünschenswert, um das noch relativ abstrakt wirkende Gebilde in einen sakralen Raum zu übersetzen.



□ 151

3D-Modell mit zugrundeliegender Konstruktionszeichnung auf Basis des Gewölbegrundrisses aus dem »Stromerschen Baumeisterbuch I«, fol. 235, zwischen 1595 und 1603, Sean Akahane-Bryen, 2015.

Vor diesem Hintergrund bleibt auch hier das von Müller und Quien realisierte Projekt einzigartig in seinem Umfang und Erkenntnisgewinn. Dies wird insbesondere bei einem direkten Vergleich der jeweils in den Forschungsarbeiten entstandenen Visualisierungen deutlich: Auffällig ist zunächst, dass die jüngeren Forschungsarbeiten nur das Gewölbe visualisieren und keinen zugehörigen Chorraum hinzufügen, wie es Müller und Quien getan haben [152]. Im Fokus dieser Projekte stand die computertechnische Umsetzung des Prinzipalbogenverfahrens. Betrachtet man also die jeweilige Umsetzung der Gewölberippen in den 3D-Modellen, so ist zu bemerken, dass Anderson und Akahane-Bryen auch die Gewölbeflächen darstellten. Auf diese Weise entsteht ein halb geschlossener Raum, der keine Durchblicke bietet, sofern die Oberflächen opak sind. Dadurch, dass diese dreidimensionalen Gewölbe aber ohne Stützen dargestellt sind, schweben sie gleichsam im luftleeren Raum. Ihre Dimensionen und räumlichen Bezüge werden nicht aufgezeigt. Dies gelingt jedoch in den Visualisierungen von Müller und Quien, die noch dazu mit der Projektion der Gewölberippen auf den Boden des virtuellen Kirchenchors zusätzlich einen Verweis auf die historische Vorlage bieten. Hinsichtlich dieser hier vorgebrachten Aspekte kann die Arbeit von Müller und Quien als nach wie vor gewinnbringend für die Erforschung des historischen Dokuments aus dem **Stromerschen Baumeisterbuch I** gelten.



□ 152

3D-Rekonstruktionen auf Basis des Gewölbegrundrisses aus dem »Stromerschen Baumeisterbuch I«, fol. 235, zwischen 1595 und 1603, erstellt in unterschiedlichen wissenschaftlichen Projekten: Werner Müller u. Norbert Quien, um 1992 (links); Ross Anderson, 2014 (Mitte); Sean Akahane-Bryen, 2015 (rechts).

■ 662

David Wendland leitete von 2009 bis 2013 das DFG-Projekt »Form, Konstruktions- und Entwurfsprinzipien von spätgotischen Zellengewölben – »reverse engineering« und experimentelle Archäologie«. Dies war das Vorläuferprojekt zu seinem ERC Starting Grant »Design Principles in Late-Gothic Vault Construction – A New Approach Based on Surveys, Reverse Geometric Engineering and Reinterpretation of the Sources«, der von 2012 bis Anfang 2017 von der EU finanziell unterstützt wurde. Vgl. Informationen zum DFG-Projekt auf der Webseite des Fachbereichs Kunstgeschichte der TU Dresden: <https://tu-dresden.de/gsw/phil/ikm/kuge/forschung/forschungsprojekte/abgeschlossene-projekte/dfg-projekt-form-konstruktions-und-entwurfsprinzipien-von-spaetgotischen-zellengewoelben-reverse-engineering-und-experimentelle-archaologie> u. vgl. Projektwebseite zu seinem ERC Starting Grant: <http://spaatgotische-gewoelbe.eu/>.

■ 663

Vgl. Wendland 2012, S. 128, S. 131.

■ 664

Das Symposium fand am 14. Juli 2016 statt. Vgl. zugehörige Webseite: <http://www.tracingthepast.org.uk/modelling-medieval-vaults-cfp/>.

■ 665

Die Informationen zu den im Folgenden erwähnten Projekt sind zu finden auf der Webseite zu dem Symposium: <http://www.tracingthepast.org.uk/modelling-medieval-vaults-abstracts/>.

■ 666

Vgl. Webseite des Projekts »Tracing the Past«: <http://www.tracingthepast.org.uk/about/> u. vgl. Webseite der »School of Architecture« der University of Liverpool: <https://www.liverpool.ac.uk/events/event/?eventid=82918>.

■ 667

Vgl. Webseite des Projekts »Tracing the Past«: <http://www.tracingthepast.org.uk/about/>.

■ 668

Müller/Quien 1993, S. 271.

Generell ist in den letzten Jahren ein starkes Interesse an der computertechnischen Erforschung gotischer Gewölbe festzustellen. Beispielsweise beschäftigt sich der Architekturstoriker David Wendland seit 2009 in umfangreichen Langzeitprojekten mit der Erforschung von Entwurfs- und Planungsprozessen spätgotischer Gewölbe. ⁶⁶² Hierfür ergänzt er unter anderem Methoden aus dem Bereich der experimentellen Archäologie mit dem Einsatz von 3D-Vermessung. ⁶⁶³

Die Aktualität und Vielfalt der Themen im Bereich der computertechnischen Erforschung von gotischen Gewölben verdeutlicht das Mitte Juli 2016 in London an der University of Liverpool veranstaltete internationale Symposium **Modelling Medieval Vaults**, das sich explizit der Untersuchung gotischer Gewölbe mit digitalen Methoden und Techniken widmete. ⁶⁶⁴ Themen der insgesamt dreizehn Vorträge waren beispielsweise: ⁶⁶⁵ Dokumentation des aktuellen Erhaltungszustands sowie Ergründung von Konstruktionsprinzipien und zugrundeliegender Geometrie von gotischen Rippengewölben in mexikanischen Kirchen mittels Laserscanning (Benjamin Ibarra-Sevilla, University of Texas, Austin, USA); Untersuchung des Wissenstransfer im Gewölbebau zur Zeit der Spätgotik basierend auf der Auswahl einer bestimmten Gewölbeform, die an verschiedenen Orten Europas auftaucht unter Verwendung von Photogrammetrie (Enrique Rabasa-Díaz, Ana López-Mozo, Miguel Ángel Alonso-Rodríguez, Rafael Martín-Talaverano, Universidad Politécnica de Madrid); Analyse und Rekonstruktion von als Zeichnung vorliegenden Gewölbezeichnungen von Leonardo da Vinci anhand digitaler Modellierung (Marco Carpiceci u. Fabio Colonnese, Università degli Studi di Roma »La Sapienza«). Initiiert wurde dieses Symposium von Beteiligten des Forschungsprojekts **Tracing the Past**, das an der **School of Architecture** der University of Liverpool, Vereinigtes Königreich, angesiedelt ist. ⁶⁶⁶ Es dient der Untersuchung von mittelalterlichen Gewölben auf den britischen Inseln mittels digitaler Technologien. ⁶⁶⁷

Die hier genannten Projekte dienen dazu, exemplarisch die Vielfalt der mit digitalen Methoden durchgeführten Erforschung gotischer Gewölbe darzustellen, wobei Müller und Quien an deren Anfang standen. Mit der rasanten Weiterentwicklung der Computertechnologien wird sich auch dieses Forschungsfeld rasch weiterentwickeln, wie hier andeutungsweise bereits deutlich wird.

Fazit – Bedeutung und Einordnung des Projekts

Bereits in **Kapitel 3.1** (→ **065**), das einen Überblick zu 3D-Projekten in den 1980er-Jahren bot, wurde die Skepsis, die Kunsthistoriker computertechnischen Methoden entgegenbrachten, dargestellt. Eben damit mussten sich auch Müller und Quien ganz konkret auseinandersetzen, wie sich an dem folgenden Zitat anschaulich ablesen lässt, es handelt sich dabei um den ersten Satz ihrer gemeinsamen Publikation **Computergraphik und Video nach Algorithmen spätgotischer Steinmetzkunst** im Tagungsband des Kunsthistorikertags 1992:

»Um Mißverständnissen vorzubeugen, müssen wir gleich zu Beginn darauf hinweisen, daß unsere Computergraphiken und Videosequenzen nicht als Computerkunst gelten sollen, es geht hier lediglich um ein Forschungsprojekt.« ⁶⁶⁸

Zu Anfang war es demnach für sie zunächst notwendig, sich für ihre Arbeit zu rechtfertigen und sie vor allem in den richtigen Kontext zu stellen, damit ihre Forschung nicht als künstlerische Spielerei abgetan werden konnte.

Auch war es wichtig, sich von anderen Projekten, die zeitgleich realisiert wurden, abzugrenzen beziehungsweise zu erläutern, inwiefern sie sich davon unterschieden. So stellten Müller und Quien im Rahmen ihres zuvor erwähnten Vortrags auch klar, dass ihr Vorgehen bei der Erstellung ihrer Visualisierungen für das Video **Play Gothics** ... ein gänzlich anderes und darüberhinaus auch ein technisch aufwendigeres war als im Vergleich dazu die Arbeit von **asb baudat** an dem Projekt zu Cluny III Ende der 1980er-Jahre:

»Beim Erscheinen des Kirchenchores in unserem Video hörten wir immer wieder: ›Das ist ja nicht anders gemacht als Cluny III.‹ Ein solches Urteil ist durchaus oberflächlich. Wir gingen nämlich nicht von Bauaufnahmen aus, also von den literaturbekannten Kombinationen vom Grundriß des Rippen-systems und einer zur Verräumlichung des Grundrisses dienenden Rechenvorschrift. Hier war die Form des Steines also nicht vorgegeben und von einer Datei abrufbar wie bei Cluny III, sondern die sehr komplizierte Form des Rippensystems und der Leibungsflächen mußte vom Rechner überhaupt erst erzeugt werden. Das ist weit mehr als die Lösung des ›Transportproblems‹ für das Zusammensetzen von als geometrischen Elementarformen vorgegebenen Bausteinen.« **669**

■ 669
Müller/Quien 1999 (Spätgotik virtuell),
S. 21.

Mit dieser Klarstellung verfolgen die beiden Autoren das Ziel, den technischen Aufwand ihrer Arbeit deutlich zu machen und damit ihre außerordentliche Leistung auf dem Gebiet der Visualisierung von Gewölbegrundrissen hervorzuheben. Sie möchten sich damit von dem Projekt zu Cluny III bewusst absetzen.

Norbert Quien stellt im Rückblick auf seine Arbeit Anfang der 1990er-Jahre fest, dass es durchaus eine gewisse Konkurrenz zwischen einzelnen Projekten in der computertechnischen Rekonstruktion von historischer Architektur gab:

»Also wir haben davon gelebt, Informationen von Herrn Müller zu erhalten und zu sehen, was in den öffentlichen Medien gezeigt wurde, beispielsweise in Fernsehberichten und Fernsehfilmen, wo auch Cluny zu sehen war – kurz vor uns. Das hat uns natürlich etwas gewurmt, dass uns andere etwas zuvor gekommen sind. Denn damals gab es schon ein leichtes Konkurrenzdenken. Der Kreis der Leute, die in dem 3D-Bereich gearbeitet haben, war relativ klein. Die meisten kannten sich. Manchmal gab es gewisse Rivalitäten und so

■ 670

Appendix 2.3 (→ 657), Interview mit Norbert Quien, Frage 4.

■ 671

Quien/Müller 1991, S. 133.

■ 672

Appendix 2.3 (→ 657), Interview mit Norbert Quien, Frage 5.

hat man sich bemüht, dass man möglichst schnell, möglichst weit vorne war.« **670**

An dem hier detailliert untersuchten Projekt ist sehr gut erkennbar, wie sich die Erforschung der Baukonstruktion spätgotischer Rippengewölbe mit der Entwicklung von Algorithmen zur digitalen Visualisierung ergänzen und gegenseitig bedingen. Diesen Mehrwert im Zusammenhang mit der Generierung neuer Erkenntnisse für die kunsthistorische Forschung bringen Müller und Quien bereits am Anfang ihrer Zusammenarbeit 1991 auf den Punkt:

»Mit Hilfe der Computergraphik vermochten wir also den Bauprozess zur Zeit der Spätgotik vom Zeichnen des Entwurfs bis zur Fertigstellung des Baus in bisher nicht gekannter Detailtreue nachzuvollziehen. Dies liefert uns im Rückschluß neue Einblicke in die Denkweise der damaligen Zeit, die mit gängigen Vorstellungen durchaus nicht übereinstimmen. Zudem ist dieses Projekt eine Anwendung von Techniken des CAD (computer aided design) auf ungewohntem Feld, für die auch an mehreren Stellen Weiterentwicklungen erforderlich waren.« **671**

Die computertechnische Visualisierung des spätgotischen Kirchenchors nimmt somit eine hervorgehobene Position innerhalb der Zusammenarbeit von Müller und Quien ein. Denn erstmals erarbeiteten sie nicht nur eine Darstellung eines Rippensystems, sondern konstruierten auch den zugehörigen Raum inklusive Wänden, Fenstern und Gewölbeflächen, statteten ihn mit sämtlichen Gegenständen aus wie Kirchenbänken, Altar, Wandmalereien und fügten zudem noch eine komplexe Lichtsimulation hinzu. Auch die Erstellung eines Videos, das einen virtuellen Rundgang durch dieses 3D-Modell ermöglichte stellt eine Besonderheit im Œuvre der beiden dar. Im Rückblick auf die Realisierung dieses Projekts zeigt Quien zwei Aspekte auf, mit denen sie damals in der Kunstgeschichte und auch in der Computertechnik Neuland betreten haben:

»Das war sozusagen eine Verbindung verschiedener Dinge an vorderster Front: einerseits eine komplett neue Software für die geometrische Darstellung dieser kunsthistorischen Probleme zu entwickeln und andererseits die auf diese Weise erzeugten Daten in das Raytracing-Programm zu setzen und dann das Raytracing-Programm auf dem modernsten Parallelrechner laufen zu lassen.« **672**

All diese unterschiedlichen, von Werner Müller und Norbert Quien angesprochenen Aspekte machen das von ihnen Anfang der 1990er-Jahre realisierte Projekt zu einer innovativen Arbeit, die in dieser Zeit ihresgleichen sucht.

Publiziert in: Messemer, Heike, Digitale 3D-Modelle historischer Architektur. Entwicklung, Potentiale und Analyse eines neuen Bildmediums aus kunsthistorischer Perspektive. Heidelberg: arthistoricum.net ART-Books, 2020 (Computing in Art and Architecture, Band 3). DOI: <https://doi.org/10.11588/arthistoricum.516>

4.3 Dresdner Frauenkirche (IBM u. a., 1993)

Die im Zweiten Weltkrieg zerstörte Dresdner Frauenkirche wurde Anfang der 1990er-Jahre digital rekonstruiert. Die Besonderheit dieses 3D-Projekts liegt darin begründet, dass es entscheidend zum realen Wiederaufbau des nicht mehr existierenden Bauwerks beitrug. Dies geschah in mehrfacher Hinsicht: Zum einen wurde ein 3D-Modell erstellt, das zur Verortung und Dokumentation der Trümmerstücke der Ruine diente und nur intern für diese Zwecke von den Architekten und Ingenieuren Verwendung fand. Zum anderen wurde ein weiteres 3D-Modell auf Grundlage von wissenschaftlich ausgewerteten, historischen Bildquellen in fotorealistischer Erscheinungsweise erarbeitet. Dieses diente zur öffentlichen Präsentation im Fernsehen, auf der internationalen IT-Messe **CeBIT** sowie auf Fachkonferenzen. Damit war es ein wesentlicher Teil der Spendenkampagne zur Finanzierung des Wiederaufbaus. In der nun anschließenden detaillierten Untersuchung steht eben jenes fotorealistische 3D-Modell im Fokus, da es wissenschaftlich erstellt und für die öffentliche Präsentation konzipiert wurde.

Bau, Zerstörung und Wiederaufbau der Dresdner Frauenkirche

Zunächst wird der architektonische Aufbau der Frauenkirche, wie er heute auch wieder sichtbar ist, kurz beschrieben. Darauf aufbauend folgt eine Zusammenfassung der Baugeschichte anhand ausgewählter historischer Bildwerke bis hin zum vollendeten Wiederaufbau im Jahr 2005.

Die am Dresdner Neumarkt im 18. Jahrhundert als Zentralbau errichtete Frauenkirche weist einen oktogonalen Grundriss auf, der nach Osten hin durch eine halbrunde Apsis erweitert ist. ⁶⁷³ An vier Ecken erheben sich jeweils Treppentürme, die die mittig emporrage Kuppel umschließen. Diese basiert auf einem runden Grundriss und hat als Bekrönung eine Laterne, die wiederum mit einem Kreuz abgeschlossen wird. Das komplette Mauerwerk sowie die Kuppel wurden damals wie heute mit Quadern aus Elbsandstein errichtet und steinsichtig belassen ^[153].

Den als Rotunde angelegten Innenraum rhythmisieren acht mit Gurtbögen verbundene Hauptpfeiler. Diese tragen ein Geschoss für Betstuben und vier sich darüber befindende Emporenstagen sowie die zweischalige Kuppel ^[154]. Der Innenraum ist nach Osten zum aufwendig geschmückten Altar hin ausgerichtet, über dem sich die Orgel befindet. Zwei symmetrisch angeordnete, geschwungene Treppen führen vom Hauptraum in den Chor, von dem drei Stufen zum etwas

■ 673

In der folgenden Baubeschreibung, die auf historischen Fotografien bzw. der wiederaufgebauten Frauenkirche beruht, kann nur auf die wesentlichen Aspekte eingegangen werden.

Zusätzliche Informationen zum Bau sowie zahlreiche Abbildungen historischer und zeitgenössischer Fotografien können u. a. folgenden Publikationen entnommen werden: Magirus 2005, insbes. S. 11–103 u. S. 216–303; Müller 1994, insbes. S. 24–52. Matthias Lugenheim liefert in seiner Dissertation zum Kuppelbau der Dresdner Frauenkirche zahlreiche Abbildungen vom Grundriss sowie Fotos des Inneren und Äußeren, die jeweils mit architektonischen Fachbegriffen versehen sind. Vgl. dazu: Lugenheim 2002, insbes. S. 12–28.

erhöht gelegenen Bereich des Altars führen. Den in Pastellfarben gehaltenen Innenraum bestimmen konkav und konvex geschwungene Formen, seien es die Emporen oder auch die Anordnung der Bestuhlung. Aufgrund der mehrgeschossigen Aufteilung der Emporenetagen ergibt sich ein komplexes Raumgefüge. Optischen Zusammenhalt geben diesem die in Stuck gearbeiteten Ornamentbänder an sämtlichen Emporenbrüstungen.



□ 154

Fotografische Ansicht des Innenraums der wiederaufgebauten Frauenkirche, Gunter Bähr.

□ 153

Fotografische Ansicht mit Blick über den Neumarkt auf die wiederaufgebaute Frauenkirche, Fotograf: Netopyr, 30. Januar 2010.

■ 674

Eine detaillierte Baugeschichte der Kirche ist zu finden bei: Magirus 2005, S. 105–119. Vgl. zur Baugeschichte auch: Müller 1994, S. 9–64.

■ 675

Vgl. dazu die kommentierten, reich bebilderten Kataloge der aus dem 18. Jahrhundert stammenden Baupläne und Kupferstiche in: Magirus 2005, S. 313–442.

■ 676

Vgl. ebd. S. 391, Nr. 62.

Anfang 1722 wurde damit begonnen, die alte Frauenkirche auf Schäden zu untersuchen. **674** George Bähr, dem später die Baudirektion des Neubaus unterlag, erstellte daraufhin erste Neubaupläne, die jedoch mit der mehrmaligen Verlegung des Bauplatzes immer wieder verändert werden mussten. So erfolgte die Grundsteinlegung des Sakralbaus erst im August des Jahres 1726 und zog den ab 1727 begonnenen Abbruch der baufälligen Vorgängerkirche nach sich, da vorgesehen war, die neue Kirche an deren Stelle zu errichten. All diese Vorgänge können anhand eines großen Plankonvoluts nachvollzogen werden, das sich in verschiedenen Archiven in Dresden erhalten hat und aus dem hier einige Pläne exemplarisch vorgestellt werden. **675** Beispielsweise dokumentiert ein von Bähr um 1733 mit Feder gezeichneter Grundriss das Erdgeschoss mit dem Chorbereich in dem dann ausgeführten Zustand **155**. **676** In dieser Zeichnung zeigt sich sehr deutlich die barocke Formensprache mit der vor- und zurückspringenden Fassade sowie den zahlreichen geschwungen angelegten Räumen. Mit dem Einzeichnen der Bankreihen findet sich darüber hinaus ein wesentlicher Hinweis auf die Innenraumgestaltung.

Nach Diskussionen über das Material zur Errichtung der Kuppel, wurde im gleichen Jahr beschlossen, auch deren oberen Teil in Stein, die Laterne aber in

Holz auszuführen. Der Kuppelaufbau ist in verschiedenen Plänen festgehalten, die unterschiedliche Planungsstufen wiedergeben. So zeigen Bährs Zeichnungen die Kuppel mit Laterne in halbem Vertikalschnitt, halber Ansicht, Viertelhorizontalschnitt sowie Viertelaufsicht, wobei im Unterschied zum ausgeführten Bau hier im Außenbereich die Blendbalustrade über der geschwungenen Unterbauzone fehlt [155]. [677] In der halben Ansicht ist die geplante Ausführung der Kuppel in Stein sehr gut zu erkennen, wie sie 1735 schließlich auch vollendet wurde. Die Diskussionen um das Baumaterial sind insofern interessant, als eine steinerne Kuppel zur damaligen Zeit eine Besonderheit darstellte. [678] Zudem war Bähr nie in Italien oder Frankreich, um aus eigener Anschauung Kirchen in dieser Bauart zu kennen. [679]

■ 677

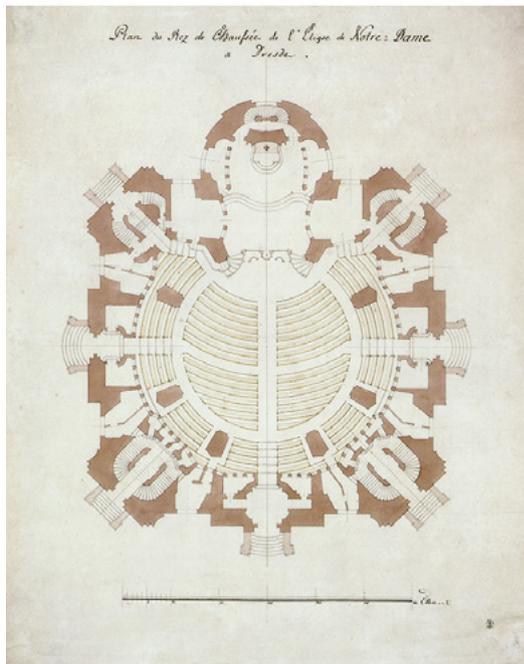
Vgl. ebd., S. 396, Nr. 65.

■ 678

Vgl. Müller 1994, S. 37.

■ 679

Vgl. ebd., S. 33.



□ 155

Darstellungen der Frauenkirche von George Bähr: Grundriss des Erdgeschosses der Frauenkirche, beschriftet mit »Plan du Rez du Chaussée de l'Église de Notre-Dame à Dresde«, Feder auf Zeichenpapier, 53,7 x 42,6 cm, George Bähr, um 1733, Landesamt für Denkmalpflege Sachsen (links); Zeichnungen zu Kuppel und Laterne in halbem Vertikalschnitt, halber Ansicht, Viertelhorizontalschnitt sowie Viertelaufsicht, Feder, grau und rötlich laviert auf Zeichenpapier, 88 x 38 cm, George Bähr, um 1733, Stadtarchiv der Landeshauptstadt Dresden (rechts).

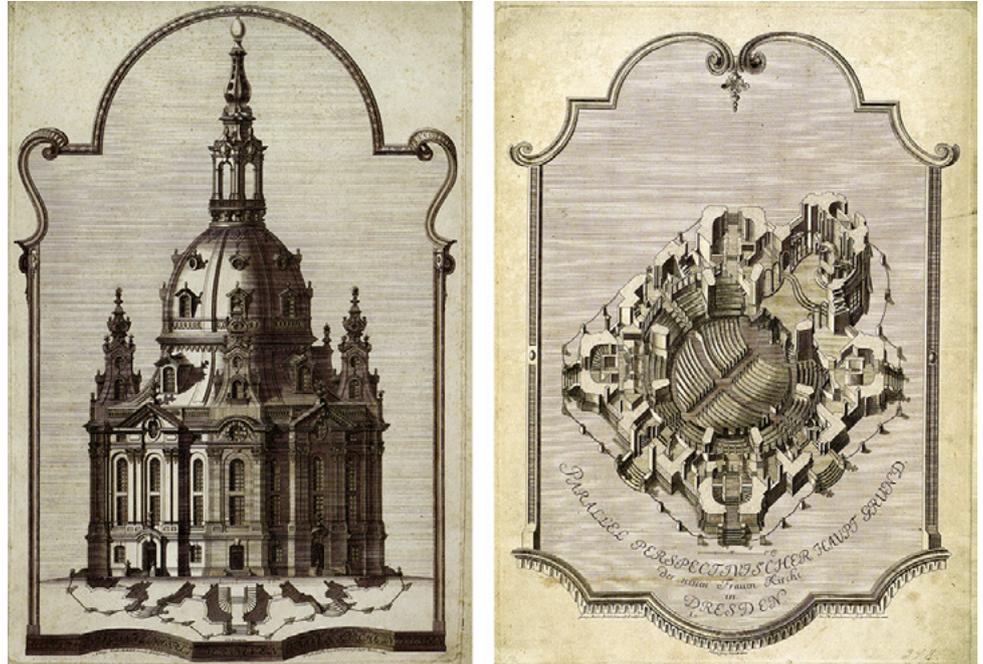
■ 680

Vgl. Magirus 2005, S. 432-442.

■ 681

Vgl. ebd., S. 432, S. 435, Taf. 8.

Die Weihe der Frauenkirche fand im Februar 1734 statt. Um dieses Jahr fertigte der Kupferstecher Christian Philipp Lindemann eine Vielzahl von Stichen an, in denen er die Bauformen der Kirche nach Bähr in unterschiedlicher Weise festhält. [680] Beispielsweise zeigt er eine Ansicht des Bauwerks aus Südwesten und gibt sogar den Lichteinfall mit entsprechenden Schatten wieder [156]. Im Bildvordergrund zeichnet er zudem einen Teil des Grundrisses ein, wobei er die Mauerchen und deren Bekrönungen auch mit entsprechendem Schattenwurf versieht. In diesem mit einem geschwungenen Rahmen verzierten Bildwerk verbindet er somit verschiedene Darstellungsmodi. Im gleichen Jahr fertigte er zudem einen isometrischen Schnitt, in dem er sehr anschaulich die räumliche Disposition des Erdgeschosses vermittelt [156]. [681] Durch die darin erfolgte plastische Herausarbeitung des Grundrisses bietet sich dem Betrachter weit mehr Information über den Bau als sich in einem einfachen Plan für den Laien erkennen lässt.



□ 156

Darstellungen der Dresdner Frauenkirche von Christian Philipp Lindemann: Ansicht von Südwesten, beschriftet im Schriftband mit »Acurater Diagonal Prospect der neuen Frauen Kirche in Dresden«, darunter links »George Baehr Architect invenit et aedificavit«, mittig »J.G. Schmidt delin«, rechts »Christian Philipp Lindemann sculpsit Dresdae 1734«, Kupferstich, 51,8 x 35,8 cm, Christian Philipp Lindemann nach George Bähr, 1734, Stadtarchiv der Landeshauptstadt Dresden/Landesamt für Denkmalpflege Sachsen (links); Schnitt mit isometrischer Darstellung des Erdgeschosses, beschriftet mittig mit »Parallel Perspectivischer Haupt Grund der neuen Frauen Kirche in Dresden«, Kupferstich, Plattengröße 51,2 x 36,8 cm, Christian Philipp Lindemann nach George Bähr, 1734, Stadtarchiv der Landeshauptstadt Dresden (rechts).

Bis zur Fertigstellung des Baus mit der abschließenden Bemalung der Kuppelhaube 1743 erfolgten noch zahlreiche Arbeiten, vor allem im Innenraum und bezüglich der Ausstattung. Der Bildhauer Johann Christian Feige zeichnete im Innenraum unter anderem für den Entwurf und die Ausführung des Altars, das Orgelgehäuse, die Stuckierungen in der inneren Kuppelschale und die Verzierung der acht Pfeiler verantwortlich. **682** Die vollendete Kirche bildete ein beliebtes Motiv für Gemälde und ist insbesondere in den Veduten von Bernardo Bellotto, genannt Canaletto, häufig zu sehen **157**.

■ 682

Vgl. Hennig 2001, S. 100–101.



□ 157

Die Dresdner Frauenkirche in einer Vedute von Bernardo Bellotto, genannt Canaletto: »Dresden vom rechten Elbufer unterhalb der Augustusbrücke«, Öl auf Leinwand, 133 x 237 cm, 1748, Gemäldegalerie Alte Meister, Dresden.

Aus dem 19. und 20. Jahrhundert hat sich eine Vielzahl an fotografischen Innen- und Außenaufnahmen der Frauenkirche erhalten [170] [171]. Aufnahmen der Kirche von außen zeigen immer auch die sie umgebenden Bauwerke und dokumentieren somit auch den urbanen Kontext [158].



□ 158

Ansichten der Dresdner Frauenkirche aus unterschiedlichen Perspektiven in historischen Fotografien: Blick vom Belvedere zur Frauenkirche, Ermenegildo Antonio Donadini, 1887/1888, (links) u. Blick auf den Neumarkt von Süden, Verbeek (?), um 1900 (rechts), beide Deutsche Fotothek.

Insbesondere der Innenraum wurde während des Zweiten Weltkriegs fotografisch festgehalten. So existieren zahlreiche Farbdiaspositive aus dem Jahr 1943, die später für den Wiederaufbau in den 1990er-Jahren wesentlich waren. [683] In dieser Zeit wurden sogar Restaurierungsarbeiten an der Kirche durchgeführt, an denen der Architekt Arno Kiesling maßgeblich beteiligt war. [684] Denn nachdem 1937 Risse im Mauerwerk entdeckt worden waren, die auf eine Überlastung der Hauptpfeiler zurückgeführt werden konnten, erfolgten zwischen 1938 und 1943 mehrere Sicherungsmaßnahmen. [685] Diese sollten die Stabilität der Kirche gewährleisten und sie auch gegenüber Bombenangriffen absichern. [686] Kurz vor Kriegsende konnten diese Maßnahmen die Zerstörung des Bauwerks dennoch nicht verhindern. Am 13. und 14. Februar 1945 wurde sie von mehreren Brandbomben getroffen, die zwar aufgrund der Kuppelform vom Dach hinabrutschen, im Inneren aber dennoch einen Brand verursachten, da aus Zeitmangel nicht alle Fenster zugemauert werden konnten. Die durch den Brand entstandene enorme Hitze führte schließlich am 15. Februar zum Einsturz der Kuppel, der auch den Rest des Gebäudes mit sich riss. Als Ruine blieben nur spärliche Reste des Mauerwerks inmitten eines immensen Trümmerbergs stehen. Diese Ansicht prägte Dresden über viele Jahrzehnte hinweg [159].

■ 683

Die Erstellung der Farbdiaspositive erfolgte auf Veranlassung Adolf Hitlers, der mit dem »Führerauftrag Farbphotographie« zwischen 1943 und 1945 »kulturell wertvolle Wand- und Deckenmalereien in historischen Baudenkmälern Großdeutschlands« mittels Kleindias dokumentieren ließ. Etwa 40.000 Dias sind heute noch erhalten. Zit. aus: George Bähr 2001, S. 196, Kat. Nr. 97.

■ 684

Vgl. Magirus, 2005, S. 130, S. 132.

■ 685

Laut des Kunsthistorikers Heinrich Magirus erfolgten die Restaurierungsmaßnahmen einschließlich einer Innenraumerneuerung von 1938 bis 1943, wohingegen Martina Brückner die Jahre 1936 und 1943 als Eckpunkte für diese Arbeiten nennt. Vgl. ebd., S. 130 u. 132; Brückner 1993, S. 62.

■ 686

Bei der Untersuchung 1937 wurde festgestellt, dass sich die Fundamente der Hauptpfeiler gesenkt hatten. So wurden diese nun unter der Leitung des Statikers Georg Rüh und des Architekten Arno Kiesling verstärkt. Ausführliche Informationen zum Zustand des Sakralbaus vor und während des Zweiten Weltkriegs bietet: Müller 1994, insbes. S. 77, S. 79, S. 99-103.



□ 159

Historische Fotografie der Ruine in Richtung Rathausurm, Richard Peter, ca. 1965, Deutsche Fotothek, Dresden.

■ 687

Vgl. Magirus 2005, insbes. S. 133, Abb. 102/103, S. 222, Abb. 205.

■ 688

Vgl. Müller 1994, S. 107 u. 112.

■ 689

Vgl. Webseite zur Dresdner Frauenkirche, Stichwort »Bürgerbewegung«: <http://www.frauenkirche-dresden.de/wiederaufbau/>.

■ 690

Vgl. Webseite zur Dresdner Frauenkirche: <http://www.frauenkirche-dresden.de/wiederaufbau/ruf-aus-dresden/>.

■ 691

Vgl. Müller 1994, S. 114; Güttler 1994.

■ 692

Vgl. Müller 1994, S. 107 u. S. 114/115. Eine Übersicht über die tatsächlich wieder verbauten alten Steine ist zu finden auf der Webseite zur Dresdner Frauenkirche, Stichwort »Mengenangaben«: <http://www.frauenkirche-dresden.de/bauwerksdaten/>. Eine genaue Aufstellung wie viele Steine in welchen Teilen des Bauwerks wieder verbaut werden konnten ist zu finden in: Frenzel 2007, S. 82/84.

■ 693

Vgl. Webseite zur Dresdner Frauenkirche, Stichworte »1992: Schaffung der Grundvoraussetzungen« u. »1993: Die archäologische Enttrümmerung«, <http://www.frauenkirche-dresden.de/wiederaufbau/>.

■ 694

Vgl. Abschnitt »Vollendung im Jahre 2003« der folgenden Publikation: Der Wiederaufbau der Frauenkirche zu Dresden 1994; Collins et al. 1995, S. 19. Der Wiederaufbau wurde begleitet durch Bauberichte, die in Jahrbüchern »Die Dresdner Frauenkirche«, hrsg. v. der »Gesellschaft zur Förderung des Wiederaufbaus der Frauenkirche e. V.« veröffentlicht wurden. Die Baukostenschätzung variierte stark zwischen 160 Millionen DM (1993) und 250 Millionen DM (1994). Vgl. ebd.

■ 695

Die den Wiederaufbau begleitenden Arbeiten werden ausführlich beschrieben in: Glaser 2007, insbes.: S. 9-10; Krull/Zumpe 2001, S. 95.

Nach Kriegsende fertigte Kiesling zwischen 1945 und 1959 zahlreiche Zeichnungen und Aufmaße des gesamten Baus an, die auf Aufmaßen aus den 1930er-Jahren beruhen [170] [178]. [687] Auch diese stellen einen wichtigen Baustein in der visuellen Dokumentation der Kirche dar, da sie den Zustand der Kirche vor ihrer Zerstörung festhalten.

Ein Wiederaufbau der Frauenkirche wurde zwar bereits kurz nach Kriegsende erwogen und durch verschiedene Untersuchungen und Sicherungsmaßnahmen gut erhaltener Steine begleitet, jedoch war dies zu Zeiten der DDR weder finanziell noch politisch durchführbar. [688] Im November 1989 wurde schließlich eine Bürgerinitiative in Dresden ins Leben gerufen, die im Februar 1990 den Ruf aus Dresden veröffentlichte. [689] Darin appellierte sie an die Weltbevölkerung, sich an dem Wiederaufbau zu beteiligen. [690] Einen Monat danach bildete sich ein Förderkreis, der schließlich in die Gesellschaft zur Förderung des Wiederaufbaues der Frauenkirche Dresden e. V. umgewandelt wurde und später die Stiftung Frauenkirche Dresden gründete. [691] Ziel war, wie schon Ende der 1940er-Jahre, eine sogenannte archäologische Rekonstruktion durchzuführen, also so viele originale Steine und Bauteile wie möglich wieder zu verbauen. [692] Die Stadt Dresden erteilte der Stiftung 1992 sämtliche nötigen Genehmigungen, sodass ein Jahr später die archäologische Enttrümmerung erfolgen konnte. [693] 1994 begann schließlich der Wiederaufbau, für den etwa zehn Jahre veranschlagt wurden. [694]

Dem Wiederaufbau gingen zahlreiche Vorarbeiten voraus: Für die Gesamtplanung des Großprojekts war es zunächst wichtig, alle relevanten historischen Quellen zu sichten und auszuwerten. Wesentliche Grundlage bildeten hier einerseits George Bähns Pläne aus dem 18. Jahrhundert, Aufmaßpläne des 19. Jahrhunderts, Arno Kieslings Zeichnungen der Frauenkirche nach dem Zweiten Weltkrieg sowie historische Fotografien und andererseits noch wiederverwendbare Bauteile und Fundstücke aus der Ruine. [695] Die Auswertung der Pläne deckte auch verschiedene Probleme auf, wie beispielsweise den Umgang mit Zeichnungen ohne Maßangaben oder mit einem auf Ellen basierenden, nicht geeichten Maßsystem, das dem Kirchenbau zugrunde lag. Historische Schriftquellen aus dem 18. Jahrhundert, wie den Bau betreffende Rechnungen, die sich im Stadtarchiv Dresden befinden, wurden von Mitarbeitern des Denkmalamts ausgewertet. Die darin enthaltenen Informationen verknüpfte wiederum ein Mitarbeiter des Landesamts mit den Befunden der Ruine.

In Teamarbeit untersuchten Vertreter aus den Bereichen Architektur, Bauarchäologie und Steinmetzhandwerk gemeinsam die Fundstücke, fotografierten und digitalisierten sie. So konnten sämtliche Einzelteile ihrem originalen Platz in der Fassade zugeordnet werden. [696] Für eine exakte Rekonstruktion war es wesentlich zu wissen, wie die Frauenkirche 1945 eingestürzt war. [697] Das mit der archäologischen Enttrümmerung beauftragte Ingenieurbüro Jäger fand heraus, dass der südöstliche Pfeiler als erster einknickte, wodurch die Kuppel nach unten sackte und in der Folge auch die übrigen Pfeiler nachgaben als der Druck auf sie zu groß wurde. [698]

Die gesamte Geometrie des barocken Baus – mitsamt aller Krümmungen und ineinander verschränkter Raumteile – dreidimensional abzubilden, stellte eine komplexe Aufgabe dar. Um all diesen Herausforderungen gerecht zu werden, griff man auf die aktuellste Computertechnologie zurück, unter ande-

■ 696

Teilweise musste allerdings zugunsten der Statik und Sicherheit die Verwendung des originalen Baumaterials ausgesetzt werden. Ein noch erhaltenes, etwa 3 × 3 m umfassendes Stück der Kuppel wurde aus ebensolchen Gründen nicht mehr verbaut. Das Risiko auf drohende Wasserschäden war zu hoch. Vgl. Glaser 2007, S. 12.

■ 697

Vgl. Die archäologische Enttrümmerung: Verfahren und Vorgehensweisen (zum Referat von Wolfram Jäger) 2007, S. 19.

■ 698

Vgl. ebd.

■ 699

Das Softwareprogramm »CATIA« wurde von der französischen Firma »Dassault Systèmes« entwickelt und ursprünglich im Flugzeugbau eingesetzt. Es eignete sich daher insbesondere zum Konstruieren komplexer und gekrümmter Gebilde. Zudem ließen sich sämtliche Informationen zu Flächen, Volumen, Koordinaten und Massen extrahieren. Vgl. Krull/Zumpe 2001, S. 95. Für Informationen zur Entwicklung von »CATIA« vgl. Artikel des Gründers der Firma »Dassault Systèmes«: Bernard 2010. In einem späteren Abschnitt des vorliegenden Kapitels wird ausführlich auf den Einsatz von »CATIA« eingegangen. Weitere Anwendungsbeispiele der Software sind zu finden in Kapitel 2 (→ 051).

■ 700

Vgl. Krull/Zumpe 2001, S. 95.

■ 701

Informationen zum Verfahren der Digitalfotografie für die Aufnahme der Fundstücke finden sich in: Graupner 2007, S. 26–27.

■ 702

Das sonst übliche Handaufmaß wäre bei der riesigen Anzahl an Fundstücken und dem herrschenden Zeitdruck zu aufwendig gewesen. Vgl. S. 26.

■ 703

Vgl. Schewe 2000, S. 3.

■ 704

Zur Problematik der Maße vgl.: Brückner 1993, S. 62–65.

rem das Softwareprogramm CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) der französischen Firma Dassault Systèmes, mit dem der Bau von dem mit der Gesamtplanung des Wiederaufbaus beauftragten Architekten- und Ingenieursgesellschaft IPRO Dresden in einem 3D-Modell visualisiert werden konnte ¹⁶⁰. ⁶⁹⁹ Denn Aufgabe des 3D-Modells war, den ursprünglichen Bauzustand der Frauenkirche digital zu dokumentieren. ⁷⁰⁰



□ 160

3D-Modelle zu Details der Dresdner Frauenkirche: Kuppel und Laterne (links), innere Kuppel mit Wendelrampe (rechts), »IPRO Dresden«, 1993.

Um die Fundstücke möglichst zeitsparend zu erfassen, kam auch hier die damals modernste Technik zum Einsatz: Digitalfotografie. ⁷⁰¹ So wurden von den Fundstücken fotogrammetrische Messbilder aufgenommen, um sie auf CD-Roms abzuspeichern und am Computer auf ihre Verwendbarkeit hin zu überprüfen. ⁷⁰² Nachdem sie ausgedruckt worden waren, konnten sie vor Ort mit den entsprechenden Nummern der Fundstücke beschriftet werden. Mit dem Bildbearbeitungsprogramm Photoshop, das erst 1990 von Adobe auf den Markt gebracht worden war, ⁷⁰³ wurden diese später in die digitalen Fotos übertragen. Auf diese Weise war es möglich die vorhandenen Trümmerstücke in ihrem funktionalen Raumzusammenhang im 3D-Modell abzubilden. Da jedoch die Maße der noch vorhandenen Steine durch den Einsturz der Kirche nicht mehr mit den Maßen in den überlieferten Plänen übereinstimmten, wurden mittels CATIA die Maße neu berechnet und angepasst. ⁷⁰⁴ So konnte auch ein Überblick zum Stand der Enttrümmerung gewonnen werden, der mit der Eingabe neuer Daten zu den erfassten Steinen beständig aktualisiert wurde.

Entstehungskontext der digitalen Rekonstruktion der Dresdner Frauenkirche

Wie hieran deutlich wird, trug modernste Computertechnik maßgeblich zum Wiederaufbau der Dresdner Frauenkirche bei, worin das zuvor erläuterte dokumentierende 3D-Modell nur einen Baustein darstellt. Denn im Rahmen des

■ 705

Vgl. Ronchi 2009, S. 341.

■ 706

Da die Gelder der Bundesrepublik und der Kirche zu dieser Zeit größtenteils in die Entwicklung Ostdeutschlands flossen, musste die Dresdner Frauenkirche aus anderen Mitteln finanziert werden. Vgl. Collins et al. 1995, S. 19; Der Wiederaufbau der Frauenkirche zu Dresden 1994, o. S. (Abschnitt »Wiederaufbau der Frauenkirche aus Spendenmitteln«). Noch 1993 waren 160 Millionen DM für den Wiederaufbau veranschlagt worden. Vgl. dazu Collins et al. 1995, S. 19. Die Kosten des Wiederaufbaus beliefen sich am Ende auf insgesamt 182,6 Millionen Euro und blieben damit im Kostenrahmen. Vgl. dazu: Webseite zur Dresdner Frauenkirche, Stichwort »Baukosten«: <http://www.frauenkirche-dresden.de/bauwerksdaten/>. Namhafte Spender werden 1993 auch öffentlich in einem Artikel des »SPIEGEL« genannt: der damalige Bundeskanzler Helmut Kohl, der Schriftsteller Martin Walser sowie Ludwig Güttler, Musiker und Vorsitzender der »Stiftung Frauenkirche Dresden« und der »Gesellschaft zur Förderung des Wiederaufbaus der Frauenkirche Dresden e. V.« Vgl. dazu: Steinerne Glocke 1993.

■ 707

Auch in der Presse wird die Präsentation des 3D-Modells auf der »CeBIT« im März 1994 in Hannover kurz beschrieben: vgl. Steinerne Glocke im Computer bereits restauriert 1994. In einem späteren Abschnitt des Kapitels wird im Kontext der medialen Präsenz näher auf das VR-Modell und dessen Präsentation auf der »CeBIT« eingegangen.

■ 708

Vgl. Collins et al. 1995. Weitere Präsentationen erfolgten auf der Konferenz »SIGGRAPH« 1993 in Kalifornien und im »IBM«-Ausbildungszentrums »Arthur K. Watson International Education Centre« in La Hulpe, Belgien. Diese Informationen gab Brian Collins der Autorin in einer E-Mail vom 12.12.2017.

■ 709

Informationen zur Genese dieses Videos gab Brian Collins der Autorin in einer E-Mail vom 12.12.2017.

Wiederaufbaus wurde ein weiteres digitales 3D-Modell basierend auf historischen Bildquellen realisiert, das in unterschiedlichen Kontexten öffentlich präsentiert wurde: Computeranimierte Szenen des digitalen Modells wurden in insgesamt sechs Fernsehspots auf SAT.1 im November und Dezember 1993 in Deutschland ausgestrahlt. 705 Ihnen kam eine entscheidende Rolle im Fundraising für den Wiederaufbau der Kirche zu. Denn rund 250 Millionen – damals noch – D-Mark, mehr als die Hälfte der veranschlagten Baukosten, mussten über Spendengelder realisiert werden. 706 Mediale Aufmerksamkeit erfuhr das 3D-Projekt auch durch ein interaktives VR-Modell, das 1994 am Stand von IBM auf der CeBIT präsentiert wurde. 707 Zudem wurde es 1993 auf der Konferenz CAA in Stoke-on-Trent, Großbritannien, der Wissenschaftscommunity vorgestellt. 708

Im Fokus der nun folgenden Untersuchung steht das auf Basis historischer Bildquellen wissenschaftlich erstellte 3D-Modell, das hier als 3D-Projekt bezeichnet wird, und als Grundlage für die im Abschnitt zuvor erwähnte VR-Anwendung und die Fernsehspots diente. Zunächst wird der Rekonstruktionsvorgang erläutert, um darauf aufbauend die fertiggestellte Visualisierung in Form eines Videos zu beschreiben und zu analysieren. Dieses Video stellt eine Fusion der Fernsehspots dar und umfasst somit eine komplexe Darstellung der 3D-Rekonstruktion. 709

Beschreibung des Rekonstruktionsvorgangs

Für das 3D-Projekt stellte IBM als Sponsor eine wichtige Unterstützung dar, wobei als Projektleiter der bei IBM Deutschland tätige Robert Haak fungierte. 710 So konnte für die Erstellung der 3D-Rekonstruktion auf verschiedene Hard- und Software der Firma zurückgegriffen werden. 711 Die Arbeit an dem 3D-Modell wurde hauptsächlich von einem Team des IBM UKSC, das von Winchester in das nahe gelegene Hursley übersiedelt war, durchgeführt mit dem in Vollzeit daran arbeitenden Chemiker Brian Collins sowie in Teilzeit beschäftigten Mitarbeitern. 712 Über einen Zeitraum von mehreren Monaten war der Computergrafiker Luc Genevriez mit seinem Team Pascal Nicot, Pierrick Brault und Xavier Coyere von der französischen Firma Pantin am IBM UKSC, um die 3D-Modellierung durchzuführen.

Als Quellen für die detailreiche digitale Rekonstruktion dienten vor allem die für die frühere Restaurierung vor beziehungsweise während des Zweiten Weltkriegs angefertigten Architekturzeichnungen und zeitgenössischen Fotografien. 713 Neben Technikern arbeiteten auch Archäologen und Kuratoren an dem Projekt mit, die sich insbesondere der Erforschung der Quellenlage widmeten. Das Ziel war, die Frauenkirche historisch korrekt wiederzugeben, aber auch eine authentische Atmosphäre zu schaffen und dadurch Emotionen und Erinnerungen aufleben zu lassen. Sämtliche Quellen mussten entsprechend kritisch betrachtet werden, bevor sie in den Rekonstruktionsvorgang der realen Kirche einbezogen werden konnten, denn teils wiesen sogar die von Arno Kiesling angefertigten Aufmaße Fehler auf. 714

Die Erstellung des 3D-Modells erfolgte in mehreren Schritten. Zunächst wurde mit Hilfe der Software CATIA ein 3D-Modell erstellt. Dabei handelte es sich konkret um mehrere einzelne 3D-Modelle, was der Komplexität des darzustellenden Gebäudes geschuldet war: eines der Außenansicht, eines der

■ 710

Vgl. Collins et al. 1995, S. 19; Brückner 1993, S. 62.

■ 711

Vgl. Collins et al. 1995, S. 24; Brückner 1993, S. 62–65.

■ 712

Informationen zur Aufteilung gab Brian Collins in einer E-Mail an die Autorin am 12.12.2017 an. Ferner waren an dem 3D-Projekt folgende Personen und Institutionen beteiligt: Martin Trux und Herbert Herz von »IBM Deutschland«, Stuttgart, »ARC (Audiovisuel Realisation Conseil)« und Burkhard Krause, Jens Kluckow und Armin Pfaffenholz von »TransCAT Nord GmbH«, Dortmund. Vgl. Collins et al. 1995

■ 713

Ausführliche Informationen zum Rekonstruktionsvorgang sind zu finden in: Collins et al. 1995, S. 19–23.

■ 714

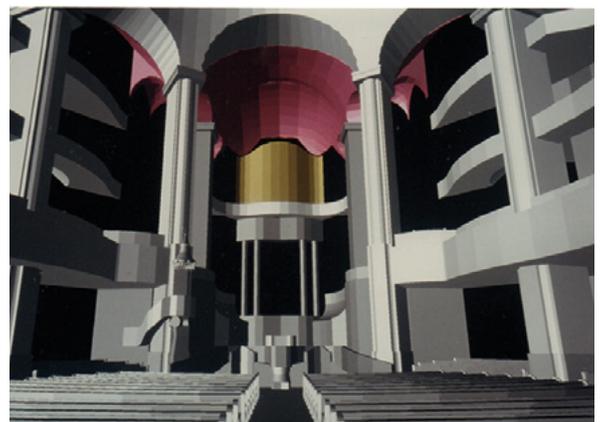
Ein Fehler wurde bei der Entrümmung aufgedeckt: Kiesling hatte den Standort zweier kleiner Altarsäulen um einen Meter versetzt in seinen Plänen vermerkt. Vgl. dazu Runkel 1994, S. 24. Inwieweit dieser Fehler möglicherweise gar keiner war, sondern auf den Geschehnissen des Zusammenbruchs der Kirche beruhte, wird hier in der genannten Literatur nicht behandelt. Peter Müller merkte 1994 an, dass sich der Trümmerberg der Frauenkirche insbesondere nach Westnordwest über den Grundriss des Bauwerks hinaus erstreckte (vgl. Müller 1994, S. 118). Ob es hier einen Zusammenhang gibt, müsste im Einzelnen geprüft werden.

■ 715

Bei Booleschen Operatoren handelt es sich um nach dem Mathematiker George Boole benannte mathematische Verknüpfungen, die beispielsweise im Bereich des computertechnischen Modellierens dazu verwendet werden, geometrische Körper wie Quader, Zylinder oder Kugeln zu Objekten zu verbinden. Vgl. Roth 1982, S. 109.

Innenansicht sowie eines der noch existierenden Ruine und eines, das das zukünftige Aussehen des rekonstruierten Bauwerks zeigte. Die Software ermöglichte es komplexe geometrische Körper und Oberflächen zu erstellen. Aus den Einzelobjekten konnten wiederum durch sogenannte Boolesche Operatoren komplexe geometrische Formen zusammengestellt werden, um beispielsweise eine bestimmte Dachform zu bilden. 715 Ansichten des 3D-Modells, die es in einem Zwischenzustand ohne Texturen zeigen, stellen eindrücklich vor Augen, welche geometrischen Gebilde dem barocken Bauwerk zugrunde liegen [161].

Eine große Prämisse des Projekts war, nur dann Details zu visualisieren, wenn die Informationen hierzu über Quellen verifiziert waren. So konnte die äußere Steinfassade nur relativ grob wiedergegeben werden, wohingegen die Kanzel im Inneren der Kirche aufgrund der guten Quellenlage viel detailgenauer visualisiert wurde.



□ 161

3D-Rekonstruktion der Dresdner Frauenkirche basierend auf historischen Bildquellen mit der Software »CATIA«, Geometriemodell, »IBM«, 1993.

Nach der Erstellung des geometrischen 3D-Modells wurde mit der Bearbeitung der Fotografien in dem Programm NEFERTITI begonnen. Sie wurden als Texturen in das Modell integriert, um eine fotorealistische Ästhetik zu erhalten. Damit alle notwendigen Details der Kirche wiedergegeben werden konnten, wurden auch Fotografien anderer geeigneter Sakralbauten in Deutschland und der St Paul's Cathedral in London herangezogen. Alle Scans der historischen Fotografien aus der Zeit der letzten Restaurierung und sämtliche weitere Aufnahmen wurden farblich aufeinander abgestimmt und skaliert. Anschließend konnten sie als Texturen auf das Geometriemodell gelegt werden.

In einem nächsten Schritt wurden die vier separaten 3D-Modelle in das Programm TDImage übertragen, um sowohl die Innenausstattung – wie Orgel, Kanzel und Emporen – mithilfe von historischen Fotografien weiter zu ergänzen als auch die Farb- und Lichtbearbeitung vorzunehmen. Soweit die originale Farbgebung bekannt war, wurde sie im Modell umgesetzt. Abschließend wurde für die Innen- und Außenansicht noch eine Beleuchtung gewählt.

Auch die Erstellung der Animation vollzog sich in mehreren Schritten. Anhand von sechs zuvor bestimmten Schlüsselbildern wurde der Verlauf der Kamerafahrt sowohl innerhalb von TDImage als auch in CATIA festgelegt und in

■ 716

Mit den Anwendungsmöglichkeiten von »Raycasting« beschäftigte sich Scott D. Roth 1982, der im Entwicklungslabor bei »General Motors« tätig war: Erzeugung von Bildern mit Schatten, Reflexionen, Einsatz mehrerer Lichtquellen, Transparenz, Spiegelungen und »Antialiasing«. Vgl. Roth 1982, S. 136. Zur Technik des »Raytracings« vgl. Appendix 2.3 (→ 657), Interview mit Norbert Quien, Frage 5.

■ 717

Die zwölfwöchige Arbeitszeit umfasste insgesamt 9.000 Maschinenarbeitsstunden. Es wurde folgende Hardware verwendet: acht »IBM RISC System/ 6.000« Arbeitsplätze der Modelle »530H« und »560« mit dem Betriebssystem »AIX«, vgl. Collins et al., S. 23.

■ 718

Das »PVS« zeichnete sich folgendermaßen aus: 32 Prozessoren, 1 Gigabyte »shared memory« (gemeinsam genutzter Speicher), 21 Gigabyte disk subsystem und ein 24-bit »frame buffer« (Bildspeicher), der es ermöglichte bereits gerenderte Bilder in einer Abfolge von 30 Bildern/ Sekunde darzustellen, vgl. ebd.

■ 719

Diese Information entstammt einer E-Mail von Brian Collins an die Autorin vom 12.12.2017.

■ 720

Um welches Schnittprogramm es sich handelte, wird in der Publikation zum Projekt nicht genannt, vgl. ebd. Zum Musikstück vgl.: Reilly 1996, S. 45.

■ 721

Informationen zum Schnitt der TV-Spots gab Brian Collins der Autorin in einer E-Mail am 12.12.2017. Die Anzahl der Spots wird an anderer Stelle mit sechs angegeben. Vgl. dazu und zum Inhalt der Spots: Brückner 1993, S. 65.

■ 722

Für das Zurverfügungstellen einer digitalen Kopie des Videos zum Sichten bedanke ich mich sehr herzlich bei Paul Reilly, Southampton, und Mark Perry, »IBM Hursley Museum«. Das Abbilden von Bildschirmfotos aus dem Video wurde von »IBM UK« leider nicht gestattet.

das Programm **Data Explorer** übertragen. Um eine Vorschau der Szenen des späteren Films zu erhalten, wurde die Technik des **Raycastings** angewendet, die im Verhältnis zu der sonst üblichen Methode des **Raytracings** weitaus schneller war. **716**

Das Ergebnis waren Animationssequenzen mit je einem Bild pro Sekunde. Anschließend wurden diese in **TDImage** gerendert. Die Bildauflösung betrug 768 × 460 Pixel und 24 Bit für die Farben. Die insgesamt 2.800 Bilder wurden einzeln berechnet, was etwa jeweils ein bis zwei Stunden in Anspruch nahm. Bildübergänge konnten mit **Data Explorer** realisiert werden. In **TDImage** wurden schließlich noch Titel, erläuternde Texte und der Abspann erstellt. Die finalisierte Animation, bestand aus beinahe 3.000 Einzelbildern und zusätzlichen 32 Standbildern mit Text und hatte eine Gesamtlänge von 3:35 Minuten.

Die gesamte Arbeit – Erstellung der Geometriemodelle, der fotorealistischen Modelle, der Renderings sowie die Postproduktion – wurde an verschiedenen Computern von **IBM** in insgesamt zwölf Wochen durchgeführt. **717** Ein **IBM Power Visualisation System (PVS)** wurde für die Arbeitsschritte Animationsvorschau, **Computer Post-Production-Fades** und das Speichern der finalen Sequenz eingesetzt und beschleunigte die Abläufe um ein Vielfaches. **718** Zur Verfügung stellte das **PVS** das **IBM T. J. Watson Research Centre** in Yorktown Heights im US-Bundesstaat New York. **719** Das Grafiksystem **Supernova** der Firma **Spaceward Ltd.** konvertierte die digitalen in analoge Daten, die in insgesamt 30 Stunden auf ein Videoband überspielt wurden. Die Musikuntermalung in Form eines Stücks von Johann Sebastian Bach wurde mithilfe eines Schnittprogramms für das Fernsehen in die Animation eingefügt. **720**

Für die TV-Ausstrahlung schnitt Luc Genevriez computeranimierte Szenen in insgesamt vier Spots, die Informationen zur Geschichte und zum geplanten Wiederaufbau der Frauenkirche lieferten. **721** Er erstellte zudem eine Videoverision, die Szenen der Computeranimationen aus allen Fernsehspots umfasst. Da sie die komplette digitale Rekonstruktion der Frauenkirche beinhaltet, steht sie im Fokus der nun folgenden Beschreibung der fertiggestellten Visualisierung.

Die fertiggestellte Visualisierung – Formaler Aufbau des Videos

Das 1993 erstellte Video **IBM presents Frauenkirche zu Dresden** hat eine Länge von 2:46 Minuten. **722** Als Regisseur und Produktionsleiter zeichnete Luc Genevriez verantwortlich, die technische Leitung oblag Phil Baskerville, Brian Collins und Dave Williams vom **IBM UKSC**. **723** Präsentiert wurde das Video im gleichen Jahr von Collins und seinem Kollegen Neil Galton auf einschlägigen Konferenzen wie der **CAA** in Großbritannien oder der **SIGGRAPH** in den USA. **724**

Das Video lässt sich in folgende fünf Abschnitte unterteilen:

1. Vorspann (Min. 0:00 – 0:42)
2. Kamerafahrt um das Äußere des Baus (Min. 0:43 – 1:07)
3. Kamerafahrt durch das Innere der Kirche (Min. 1:08 – 2:06)
4. Kamerafahrt um das Äußere des Baus (Min. 2:07 – 2:19)
5. Abspann (Min. 2:20 – 2:46)

■ 723

Vgl. Abspann des Films.

■ 724

Vgl. Collins et al. 1995; E-Mail von Brian Collins an die Autorin am 12.12.2017.

Beschreibung der fertiggestellten Visualisierung – Virtueller Rundgang

Der Vorspann beginnt mit einer Einstellung, die eine sich entlang des unteren Bildrands erstreckende, dunkelgraue Silhouette Dresdens zeigt. Der Himmel, der etwa drei Viertel der Fläche einnimmt, weist einen helleren Grauton mit weißen Wolken andeutenden Schlieren auf. Im Vordergrund prangt mittig angeordnet das Logo von IBM in weißer Farbe, das nach ein paar Sekunden ausgeblendet wird. Kurz darauf erscheint im Bildzentrum der in geschwungener Schreibschrift abgebildete Schriftzug »Presents«, der nach seinem Ausblenden durch »Frauenkirche zu Dresden« abgelöst wird. Nach dessen Ausblendung befindet sich die Silhouette Dresdens im mittleren Bildhintergrund und darunter eine braun-rot eingefärbte Fläche, die wie eine vom Wind aufgewirbelte Sandfläche wirkt, da sie zur Stadt hin pastos verwischt ist. Schließlich wird langsam ein Standbild der computerrekonstruierten Frauenkirche mittig eingeblendet, wobei der gesamte Bau eine dunkle Steinquaderung mit hellen Fugen aufweist. Ein paar Sekunden später erscheint darüber gelegt der folgende Text in Schreibschrift: »Built in 1726-1743/the Frauenkirche was/destroyed by fire on/February 15th 1945,/2 days after the bombing/of Dresden.« Im Hintergrund ersetzt währenddessen eine Rekonstruktion der Ruine der Frauenkirche die intakte Abbildung des Baus. Zu sehen sind nur mehr die wenigen Mauern, die nach der Bombardierung Dresdens 1945 stehen geblieben sind. Ein neuer Schriftzug wird eingeblendet: »The rebuilding of/the Frauenkirche, in/original form, will/take 10 years.«

Nach dem Ausblenden des Texts wird die Ruine langsam durch das Einblenden des restlichen Baukörpers zur vollständigen Kirche ergänzt ^[162]. Dies stellt das damals geplante Erscheinungsbild der Frauenkirche nach ihrem Wiederaufbau dar. Dabei heben sich die noch bestehenden Mauern in ihrer dunklen Farbigkeit klar von den helleren rötlich-beigen Ergänzungen ab, die in dieser Ansicht keine eindeutige Steinquaderung erkennen lassen.

Auf einen Schnitt folgt eine Sequenz, die einen Flug um das Äußere des Sakralbaus umfasst. Nun ist wieder die Silhouette Dresdens wie im Anfangsbild zu sehen. Eine virtuelle Kamera fährt in einem weichen Bogen die grauen Schatten der Stadt nach rechts unten entlang. So kommt schließlich die vergoldete Spitze der Laterne als Nahansicht ins Blickfeld. Die Kamera gleitet in einer sich nach links schraubenden Bewegung an dem Bauwerk hinab, wodurch die Größe und Komplexität der einzelnen Bauglieder sichtbar wird ^[163]. Etwa auf Augenhöhe eines Spaziergängers, zoomt die Kamera heraus, bis die Kirche abermals vollständig im Bild ist.

Das an diese Sequenz anschließende Bild zeigt das Portal der Frauenkirche in der Nahansicht. Die dunklen Steinquader mit hellen Fugen sind nun deutlich zu erkennen. Mit dem Aufschwingen der beiden Türflügel beginnt der virtuelle Rundgang durch den Innenraum des Gebäudes ^[164]. Die virtuelle Kamera bewegt sich in das hell erleuchtete Innere hinein, unter der umlaufenden Empore hindurch in den sich öffnenden Raum bis kurz vor den Altar an der gegenüberliegenden Seite. Hier verweilt der geführte Blick einen Moment bis er sich nach schräg rechts oben zur Kuppel hinwendet ^[165]. Er dreht sich um die eigene Achse und gleitet schließlich in einer Diagonale wieder hinab. Einer Drohne gleich schwebt die virtuelle Kamera die zahlreichen, übereinander

angeordneten Emporen hinab und gleitet dann rückwärts mit Blick zum Altar aus der Kirche wieder durch das Portal hinaus ins Freie. Die Türflügel schließen sich sogleich und die Kamera weicht so weit zurück bis die Kirche vor der grauen Stadtsilhouette wieder vollständig im Bild ist.



□ 162

Die digital rekonstruierte Frauenkirche nach ihrem geplanten Wiederaufbau, Rendering, »IBM«, 1993.



□ 163

Die virtuelle Kamera umkreist die digital rekonstruierte Dresdner Frauenkirche auf Höhe der Kuppel, Rendering, »IBM«, 1993.

Nach einem Schnitt ist ein Ausschnitt der Außenansicht der Kuppel zu sehen, der die Bildfläche komplett ausfüllt. Am unteren Rand befindet sich dabei das unterste Fenster des geschwungenen Kirchendachs. Die Kamera wendet sich rechts um die Kuppel herum, fährt in einer spiralförmigen Bewegung weiter hinauf um den Bau herum und umfliegt die goldene Spitze, bis diese aus dem Bild verschwindet, da die Kamera noch weiter nach oben gleitet. Nun ist wieder die graue Stadtsilhouette mit hellgrauen Wolken im Bild.

Auf einen erneuten Schnitt folgt ein Standbild, das wie zu Anfang des Films den rötlichen Boden mit der dahinterliegenden Stadtsilhouette zeigt, auf dem nun der Abspann eingeblendet wird. Nacheinander erscheinen mehrere

■ 725

Vgl. **Appendix 1.4** (→ 621), **Dresdner Frauenkirche (1993)**.

Textblöcke in Schreibschrift, die Auskunft über die an der Filmerstellung beteiligten Personen geben. 725 Danach folgt eine Ausblendung ins Schwarze. Auf diesem Hintergrund folgen weitere in Schreibschrift gehaltene Texte, wobei alle Firmen- und Produktnamen in Druckbuchstaben geschrieben sind. Diese geben Aufschluss über die Verantwortlichen der digitalen Rekonstruktion und der verwendeten Soft- und Hardware. Hiermit endet der Film.



□ 164

Die digitale Rekonstruktion Dresdner Frauenkirche mit sich öffnenden Portaltüren und Blick zum Altar in Richtung Osten, Renderings, »IBM«, 1993.

□ 165

Virtueller Rundumblick durch das Innere der digital rekonstruierten Dresdner Frauenkirche vom Altar über die Kuppel zu den Emporen, Renderings, »IBM«, 1993.

Analyse der fertiggestellten Visualisierung – Verwendung von Farben und Texturen

Wie zu Anfang erwähnt, ist das Äußere der computerrekonstruierten Frauenkirche differenziert gestaltet. Das noch erhaltene Mauerwerk weist eine dunkelbraune Steinquaderung mit hellen Fugen auf, die Bauteile, die für den Wiederaufbau ergänzt werden müssen, sind in einem hellen, rötlichen Beige-Ton gehalten. Allerdings ist die Farbigkeit in einer weiteren Fassung der digitalen Rekonstruktion, auf die in einem späteren Abschnitt genauer eingegangen wird, teilweise anders wiedergegeben ¹⁶⁶. Anstelle des im Film eher trüb erscheinenden Bildes mit grauen Wolken und düsterer Stadtsilhouette sind im Rendering ein strahlend blauer Himmel mit vom Abendrot rosa gefärbten Wolken zu sehen sowie dunkelblaue Stadtumrisse, die sich wie ein Scherenschnitt deutlich vom Hintergrund abheben.



□ 166

Die digital rekonstruierte Frauenkirche: Rendering, »IBM«, 1993 (links); Still aus dem Video »Virtueller Rundgang« (CD-Rom zur Publikation Krull/Zumpe 2001), »IBM«, 1993.

■ 726

Eine Textur mit Steinmaserung ist nicht zu erkennen, was allerdings auch der relativ geringen Auflösung des Films geschuldet sein kann.

Ein Vergleich der darin dargestellten Silhouetten zeigt einige Unterschiede: So sind in der anderen Fassung der 3D-Rekonstruktion die Türme des Ständehauses (links) und des Neuen Rathauses (zweiter Turm von rechts) wiedererkennbar, im Film ist nur ersterer zu entdecken. Diese Umrisse sind allerdings geografisch nicht korrekt angeordnet, vielmehr geht es hier darum einen generellen Eindruck der Stadt zu vermitteln. Zudem sind in der anderen Fassung der 3D-Rekonstruktion Details, wie einzelne Steinquader, deutlich erkennbar, wohingegen im Film erst in der Nahansicht helle Fugen zu sehen sind ^[163] ^[166]. ⁷²⁶ In der filmischen Visualisierung erstrahlt die Spitze der Laterne in goldener Farbe und weist eine glänzende Oberfläche auf. Die darunter befindliche, matt grüne Bedachung ist bei genauem Hinsehen aus einzelnen Platten zusammengesetzt. Während das Mauerwerk der Kirche eine deutliche Steinquaderung besitzt, haben sämtliche zierende Elemente wie Bekrönungen und Fensterrahmen eine glatte Oberfläche in einem etwas dunkleren Beige.

Erst in der Nahansicht des Portals ist im Bereich des originalen Mauerwerks eine Textur erkennbar: Die dunkelbraune Steinquaderung weist eine scheinbar raue, schroffe und mit leichten Maserungen versehene Oberfläche auf, die deutlich an Stein erinnert. Im Gegensatz dazu hat das grüne Portal eine undefinierbare, glatte Oberfläche, die weder Holz noch Metall sichtlich imitiert ^[167].

Das Innere der Frauenkirche ist relativ detailreich dargestellt. Verschiedene Bauelemente erscheinen in unterschiedlichen Farbtönen. Beispielsweise sind die Pfeiler in Gelb gehalten, die planen Wandflächen hinter dem Altar in Blau, sonstige Wandflächen oberhalb der Betstuben in Grün. Die Intensität der Farbigkeit von Filmstills und hochaufgelösten Renderings des 3D-Modells unterscheidet sich in der Wiedergabe des Innenraums deutlich ^[168].



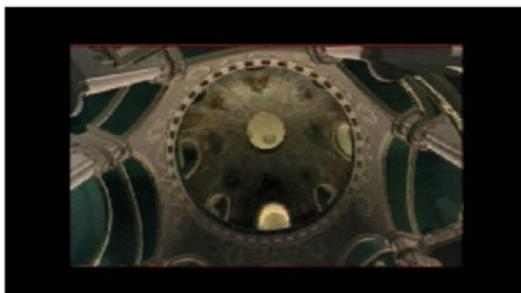
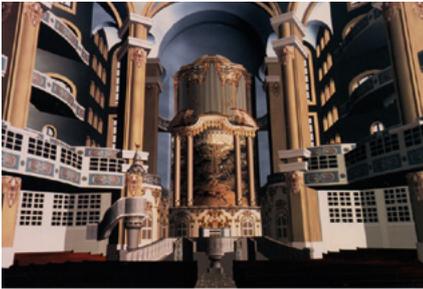
□ 167

Ansicht des Portals der Frauenkirche mit Textur in Mauerwerksoptik, Rendering, »IBM«, 1993.

Sämtliche anderen Flächen oder Einbauten sind mit Fototexturen versehen, die optisch allerdings nicht sehr stark hervortreten. Vielmehr gliedern sie sich in das Gesamtbild ein, das den rekonstruierten Innenraum als eine Einheit hinsichtlich Farbkontrasten, Sättigung, Schärfe und Ähnlichem erscheinen lässt. Alle Elemente sind genau definiert und durchgearbeitet. So finden sich keine leer gelassenen oder diffus wiedergegebenen Stellen.

Die den Pfeilern vorgelagerten Säulen sind gelb gefärbt und mit rötlich gezeichneten Schmuckelementen versehen. Ein grün-rötliches Band mit ornamentalem Muster bestehend aus rechteckigen Feldern im Wechsel mit je einem kleineren grauen Kreis prangt an den Brüstungen der Emporen. Alle Sitzbänke sind rotbraun gehalten, wodurch sie einen starken farblichen Akzent

zu den ansonsten eher gedeckten Farbtönen setzen. Die Fenster ermöglichen keinen Ausblick auf die Stadt, da die Fensterscheiben in opakem Weiß gefärbt sind. Spiegelungen sind daher nicht vorhanden ^[165].



□ 168
Unterschiedliche Farbigkeit in der Wiedergabe des Innenraums: Renderings, »IBM«, 1993 (links), entsprechen der Farbigkeit von Filmstills aus unveröffentlichtem Video »IBM presents Frauenkirche zu Dresden«, »IBM«, 1993; Stills aus dem Video »Virtueller Rundgang« (CD-Rom zur Publikation Krull/Zumpe 2001), »IBM«, 1993 (rechts).

Die Ästhetik des Vor- und Abspanns erinnert an Stummfilme. Insbesondere am Anfang des hier beschriebenen Films evoziert die weiße, etwas altmodisch wirkende Schreibschrift vor grauem Grund diese Assoziation. Um nun zu ergründen, wie detailgenau die Rekonstruktion der Kirche umgesetzt wurde, werden im Folgenden sowohl historische Text- als auch Bildquellen herangezogen, um sie mit der digitalen Visualisierung zu vergleichen.

■ 727

Vgl. Magirus 2005, S. 257.

■ 728

Hasche 1781, S. 621.

■ 729

Vgl. ebd. u. Magirus 2005, S. 257.

■ 730

Goldene Verzierungen finden sich laut der Beschreibung des Historikers Johann Christian Hasche z. B. an den Gurten in der Kuppel, der Bekrönung der Orgel, sämtlichen Details des Altars, der Verkleidung und dem Baldachin der Kanzel, vgl. Hasche 1781, S. 619–621.

■ 731

Ebd., S. 619.

■ 732

Diese Vorlagen bieten sich als Vergleichsbeispiele an, da für die digitale Rekonstruktion u. a. historische Fotografien sowie Zeichnungen von Arno Kiesling aus den 1930er- bis 1950er-Jahren herangezogen wurden. Vgl. Krull/Zumpe 2001, S. 95–96.

Analyse der fertiggestellten Visualisierung – Detailgenauigkeit

So liegen beispielsweise Aufzeichnungen aus dem 18. Jahrhundert zur farblichen Gestaltung des Innenraums vor. ⁷²⁷ Diese geben Aufschluss darüber, dass das Innere insgesamt »gelblicht« ⁷²⁸ erschien, mit in diesem Farbton marmorierten Säulenschäften. ⁷²⁹ So erklären sich die in Gelb visualisierten Pfeiler in der digitalen Rekonstruktion, in der auch die reichen Goldverzierungen wiedergegeben sind, die in einer historischen Beschreibung des Innenraums Erwähnung finden. ⁷³⁰ Oberhalb des Altartischs befanden sich »grüne marmorne Säulen« ⁷³¹, wie sie auch in der wiederaufgebauten Frauenkirche erscheinen. Im 3D-Modell hingegen sind diese analog zu den Pfeilern gelb dargestellt ^[169]. Dieses Detail kann also als Abweichung von der historischen Erscheinungsweise der Frauenkirche angesehen werden.

Das äußere Erscheinungsbild der Frauenkirche im 3D-Modell ist sehr überzeugend. Einem Vergleich mit einer historischen Fotografie und einer von Arno Kiesling angefertigten Ansicht kann es durchaus standhalten ^[170]. ⁷³² Sämtliche architektonische Details sind plastisch modelliert und unterstützen die räumliche Wirkung der digital rekonstruierten Kirche. Auch die Steinquader sind deutlich zu erkennen und tragen zur Wiedererkennbarkeit der Frauenkirche im 3D-Modell bei.

Im Innenraum bietet es sich an, den Altarraum der digitalen Rekonstruktion genauer zu untersuchen, da dieser mit historischen Fotografien sehr gut



□ 169

Blick in den Altarraum: Rendering der digitalen Rekonstruktion der Dresdner Frauenkirche, »IBM«, 1993 (links); Fotografie des Altarraums der Dresdner Frauenkirche nach ihrer Wiederherstellung 2005 (rechts).

dokumentiert ist. Dies lässt die Annahme zu, jenen Bereich relativ detailgenau darstellen zu können. Jedoch fällt bei einem Vergleich einer Abbildung des 3D-Modells mit entsprechenden Fotografien auf, dass die digitale Darstellung von den historischen Vorbildern teils stark abweicht ^[171]. Besonders deutlich zeigt sich dies anhand des Altaraufbaus. Im 3D-Modell wurde der Altar sowie die darüber angeordnete Orgel nur in groben geometrischen Grundformen dreidimensional modelliert, auf die dann Texturen gelegt wurden. Dies bewirkt die relativ flache Erscheinungsweise dieses Bereichs, da einzelne Bauglieder und Bauschmuck nicht plastisch herausgearbeitet wurden. Die typischen Vor- und Rücksprünge der barocken Architektur finden darin keine Entsprechung. Auffallend ist zudem, dass die teils vollplastisch gearbeitete Ölbergsszene im Zentrum des Altaraufbaus im Rendering nicht anhand einer Fototextur wiedergegeben wird, obwohl genügend historisches Fotomaterial als Vorlage existiert. Stattdessen findet sich dort ein Bild, das eine andere Darstellungsweise der biblischen Szene aufweist.



□ 170

Darstellung der Frauenkirche in unterschiedlichen Medien: digitale Rekonstruktion der Westfassade, Rendering, »IBM«, 1993 (oben); historische Fotografie mit Blick auf den Neumarkt von Süden, Verbeek (?), um 1900, Deutsche Fotothek (unten links); Zeichnung der Südwestfassade, Arno Kiesling, 1945–1959 (unten rechts).

Dreidimensional modelliert sind hingegen die vier Säulen sowie die verzierte Altarbedachung, auch wenn nicht jedes Objekt detailliert dargestellt ist. Die Visualisierung des Gesims im 3D-Modell gibt jedoch einen gänzlich anderen Eindruck von dessen architektonischer Gestaltung wieder als die historischen Fotografien. Dies lässt vermuten, dass aufgrund von Zeitmangel oder auch technischen Unzulänglichkeiten in der Rekonstruktion keine in allen Details vollplastische Wiedergabe der Architektur erfolgen konnte. Auch bei der Darstellung des Altartisches und den zu beiden Seiten angeordneten Fenstern zeigt sich dies. Im 3D-Modell wurde auf die geometrische Grundform eines Zylinders eine Textur aufgetragen, die eben diese Elemente in einer farbigen Zeichnung wiedergibt. Dadurch erscheint dieser Bereich flächig, was bei einem Vergleich mit einer historischen Fotografie besonders deutlich wird ^[171]. Denn Vor- und Rücksprünge sowie der Schattenwurf einzelner Bauglieder sind im digitalen Modell nicht wiedergegeben. Zum Zweck der Wiedererkennbarkeit reicht dies vollkommen aus, aber eine Fototextur hätte einen realistischeren Eindruck vermittelt.

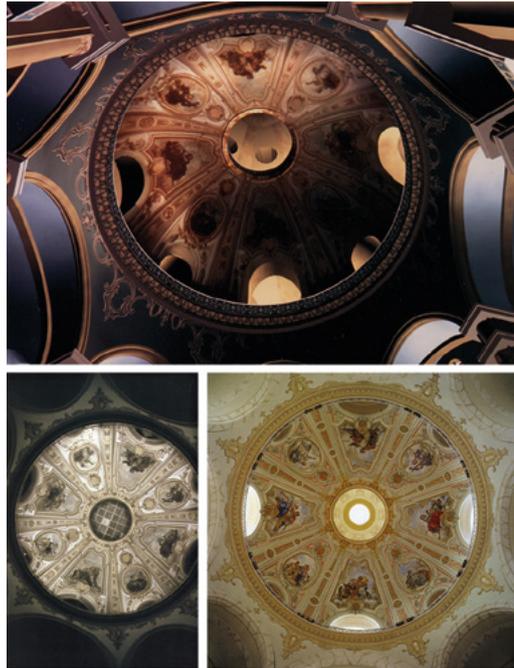


□ 171

Darstellung des Altarraums der Frauenkirche: Rendering der digitalen Rekonstruktion der Dresdner Frauenkirche, Blick vom Mittelgang, »IBM«, 1993 (oben); historische Fotografie, Blick von der zweiten Empore, um 1943 (unten links); historische Fotografie, Blick von der ersten Empore, um 1935 (unten rechts).

Einige weitere Bauteile sind in der Rekonstruktion auch nur vereinfacht wiedergegeben, beispielsweise die Orgel, die Treppe zur Kanzel sowie die beiden Treppen zum Altarraum. Sehr schematisch visualisiert sind die Kämpfer der Pfeiler, die in der historischen Kirche als profilierte Gesimse ausgearbeitet sind. Im 3D-Modell werden sie durch abstrakte, quaderförmige Objekte dargestellt, die geradezu brachial wirken und ästhetisch aus dem Rahmen fallen. Demgegenüber sind die Proportionen der einzelnen großen Bauglieder des Innenraums der Frauenkirche in der Rekonstruktion entsprechend wiedergegeben. Beispielsweise überzeugen die Erscheinungsweise der Wandaufteilung sowie die Anordnung und die Verkleidungen der Emporen.

Für die Malereien im Kuppelgewölbe wurde im 3D-Modell offensichtlich eine Fototextur verwendet. Vergleicht man die einzelnen Bildfelder mit deren Abbildungen in einer historischen Fotografie, so fällt auf, dass die Fototextur in der Rekonstruktion offenbar spiegelverkehrt aufgebracht wurde [172]. Dies bestätigt auch ein Foto, das den Zustand in der wiederaufgebauten Frauenkirche zeigt. Davon abgesehen ist die digitale Visualisierung der Kuppel sehr überzeugend umgesetzt.



□ 172

Die Malereien im Kuppelgewölbe im Vergleich: Rendering, »IBM«, 1993 (oben); historische Fotografie, um 1942 (links); Fotografie, nach 2005 (rechts).

Analyse der fertiggestellten Visualisierung – Einsatz von Licht und Schatten

Eine außerhalb des rechten Bildrands befindliche und damit aus südlicher Richtung einfallende Lichtquelle erleuchtet die computerrekonstruierte Außenansicht der Frauenkirche in der filmischen Visualisierung. Dies erzeugt deutlich erkennbare Schlagschatten auf Boden und Gemäuer [162]. Im Inneren des Baus wird die Richtung des Lichteinfalls beibehalten. Erkennbar ist dies an den dem Licht abgewandten Wandflächen, die graduell verschattet wiedergegeben sind. Je weiter ein Objekt von der Lichtquelle entfernt ist, desto dunkler ist es dargestellt [164] [165]. Daher erscheint die simulierte Beleuchtung relativ realistisch, auch weil sich deren Intensität in den Außen- und Innenaufnahmen nicht gravierend unterscheidet.

Insgesamt wirkt der Lichteinfall relativ stark, da die beschienenen Oberflächen klar wiedergegeben sind. Der Schlagschatten des Baus im Außenbereich weist eine dunkelgraue Farbe auf. An der Fassade sowie im Inneren der Kirche sind verschattete Oberflächen jeweils nur um ein paar Nuancen dunkler dargestellt als die beleuchteten. Einzig die Unterseiten der Emporen erscheinen uneinheitlich wiedergegeben, denn teils sind sie komplett weiß und teils komplett schwarz gefärbt, wobei diese Unterscheidung nicht aus dem Lichteinfall logisch gefolgert werden kann.

Analyse der fertiggestellten Visualisierung – Plastizität und Raumeindruck

Trotz der eindeutigen Lichtquelle und dem daraus resultierenden Schatten, ist die räumliche Wirkung an einigen Stellen der Visualisierung nicht überzeugend. Dieser Umstand ist vor allem dem Einsatz von Fototexturen geschuldet. So wirkt beispielsweise das Altarbild unterhalb der Orgelpfeifen relativ flächig. Es wurde als Fotografie auf die Wandfläche des 3D-Modells aufgebracht, möglicherweise aber nicht korrekt entzerrt. Die ihm vorgelagerten vier Säulen heben sich deutlich von ihm ab, da sie plastisch geformt sind. Jedoch kann auch dies den zweidimensional geprägten Eindruck nicht verhindern [169]. Auch sämtlicher Bauschmuck an den Pfeilern, Säulen, Emporen und Wänden ist zweidimensional wiedergegeben, meist anhand von Foto-Texturen, so dass sämtliche Oberflächen im Inneren der Kirche flach erscheinen. Der räumliche Gesamteindruck wird dadurch geschmälert.

Zwischenfazit der Analyse und Ausblick

Insgesamt gibt die hier detailliert untersuchte digitale Rekonstruktion der Dresdner Frauenkirche ein mit vielen Details versehenes Bild des damals noch zerstörten Baus wieder. Wie festgestellt werden konnte, entspricht die im 3D-Modell visualisierte Kirche weitgehend den historischen Vorlagen. Allerdings weichen manche architektonischen Elemente davon ab. Dennoch kann diese Rekonstruktion als relativ überzeugende digitale Darstellung gelten. Daher war sie nicht nur für die breite Öffentlichkeit interessant, sondern auch aus wissenschaftlicher Sicht eine aufschlussreiche Visualisierung. Denn für das 3D-Modell mussten historische Bildquellen genau studiert und darin enthaltene spezifische Informationen (Geometrie, Maße, architektonische Gestaltung, Ausschmückung) in die computergenerierte Architektur übertragen werden. Somit fand eine intensive Auseinandersetzung mit dem Bauwerk statt, die eine verdichtete Zusammenführung an Informationen in einem neuen Medium ergab.

Es wäre wünschenswert gewesen, auch die unmittelbar angrenzenden Gebäude neben der Frauenkirche in das 3D-Modell zu integrieren. So hätte ein Betrachter die Möglichkeit gehabt die Größenverhältnisse des Gebäudes besser einzuschätzen. Die im Hintergrund erscheinende schemenhafte Stadtsilhouette kann den urbanen Kontext hier nur andeuten. Zwar lag der Fokus des Rekonstruktionsprojekts explizit auf der Frauenkirche, dennoch hätte gerade die Darstellung des Neumarkts mit seinen charakteristischen Bauten für die Verortung der Kirche an ihrem ursprünglichen Standort einen immensen Mehrwert bedeutet. Denn so wäre für den Betrachter unmittelbar erfahrbar gewesen, wie die wiederaufgebaute Frauenkirche das Stadtbild verändern würde. Dies hätte möglicherweise die Spendenaktion noch zusätzlich befördert.

Mediale Präsenz und Zugänglichkeit damals und heute

Wie zuvor bereits erwähnt, bildete die in den vorangegangenen Abschnitten analysierte 3D-Rekonstruktion die Basis für verschiedene Präsentationen des Projekts in den 1990er-Jahren. So stellte Brian Collins das Video und die IBM PVS auf den Konferenzen CAA und SIGGRAPH im Jahr 1993 vor. [733]

Besondere Aufmerksamkeit erhielt das 3D-Projekt im Jahr darauf, als es auf der internationalen IT-Messe CeBIT in Hannover als ›begehbares‹ inter-

■ 733

Vgl. Collins et al. 1995; E-Mail von Brian Collins an die Autorin am 12.12.2017.

aktives VR-Modell präsentiert wurde ¹⁷³. ⁷³⁴ Die Farbigkeit unterscheidet sich deutlich von der zuvor analysierten digitalen Rekonstruktion der Frauenkirche. Zudem wurden für die VR-Version sämtliche architektonische Details plastisch modelliert, sodass der räumliche Gesamteindruck viel stärker ist.



□ 173

Blick in den Innenraum der digital rekonstruierten Frauenkirche, Renderings des VR-Modells für die Präsentation auf der »CeBIT« in Hannover 1994, »IBM«, ca. 1994.

■ 734

Ein ausführlicher Bericht zu Hintergründen und Umsetzung des VR-Modells ist zu finden in: Jalili et al. 1996. Die Pläne zu einem solchen interaktiven 3D-Modell erläutert Martina Brückner bereits in ihrem im Dezember 1993 veröffentlichten Beitrag. Vgl. Brückner 1993, S. 65.

■ 735

Für Informationen zum Messestand vgl. Froitzheim 1994.

■ 736

Eine Beschreibung der Präsentation des Projekts am Stand von IBM ist zu finden in: Brückner 1993, S. 65.

■ 737

Die Maßnahmen zur Vereinfachung des VR-Modells werden erläutert in: Jalili et al. 1996, S. 92-93.

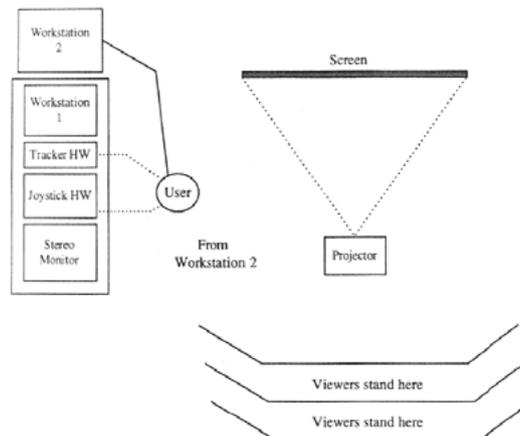
■ 738

Aufgrund der Komplexität bestimmter Szenen konnte nur eine geringe Anzahl an Frames pro Sekunde gerechnet werden.

■ 739

Die Problematik der Langzeitarchivierung thematisieren sie in: Collins et al. 1995, S. 24. Auf das Thema wird in Kapitel 6.2 (→ 469) genauer eingegangen.

Für die Ausstellung wurde ein VR-Raum mit 30 Plätzen eingerichtet, in dem die Besucher die Möglichkeit hatten über ein Head-Mounted-Display (HMD) die Dresdner Frauenkirche virtuell zu besichtigen. ⁷³⁵ Eine schematische Zeichnung gibt sowohl die Disposition der einzelnen Elemente im Raum wieder als auch die Zusammensetzung der benötigten technischen Einrichtung ¹⁷⁴.



□ 174

Diagrammatische Darstellung des »Virtual Reality«-Raums für die Präsentation des VR-Modells der Dresdner Frauenkirche auf der »CeBIT« 1994 in Hannover, »IBM«, ca. 1994.

Der verwendete Datenhelm umfasste zwei Flüssigkristall-Bildschirme, die stereoskopische Bilder des digital rekonstruierten Sakralbaus zeigten. ⁷³⁶ Mittels eines Joysticks beziehungsweise einer sechsdimensionalen Maus konnte der Betrachter durch das Gebäude navigieren, wobei am Helm befestigte Sonden seine jeweilige Position ermittelten. Da all diese Informationen in Echtzeit computertechnisch berechnet wurden, war eine extrem hohe Rechenleistung erforderlich. Aus diesem Grund musste das VR-Modell um einen Faktor von etwa 10 Prozent vereinfacht werden, um eine bestimmte ästhetische Qualität zu gewährleisten. ⁷³⁷ So differierte die Anzahl der Bilder pro Sekunde je nachdem, ob es sich um komplexe Szenen wie die Ansichten des Altars handelte, mit einer Framerate von drei bis fünf Bildern pro Sekunde, oder weniger aufwendige Sequenzen, wie den Blick in die Kuppel oder auf den Fußboden, mit sechs bis neun Frames. ⁷³⁸ Denn je komplexer eine Szene aufgebaut war, desto weniger Frames pro Sekunde konnten gerechnet werden.

Bemerkenswert ist, dass sich Brian Collins und seine Kollegen, die an dem 3D-Projekt beteiligt waren, Anfang der 1990er-Jahre über die Problematik der Langzeitarchivierung ihrer Animation bewusst waren. ⁷³⁹ Angesichts der rasanten Weiterentwicklung der Technik sahen sie es als gegeben, dass ihre

Arbeit weder über die verwendete Software noch über die aktuelle Hardware auf Dauer zugänglich sein würde. Die Lösung des Problems sahen sie darin, die Bilder in der höchstmöglichen Auflösung auf CD-Rom zu speichern beziehungsweise auf 35-mm-Film zu übertragen, die ihrer Einschätzung nach die längste Haltbarkeit erwarten ließen.

Jedoch findet sich erst 2001 in der von Dieter Krull und Dieter Zumpe herausgegebenen Publikation **Memento Frauenkirche. Dresdens Wahrzeichen als Symbol der Versöhnung** eine ebensolche CD-Rom. **740** Der Datenträger umfasst neben Informationen zur Baugeschichte und aktuellen städtebaulichen Zielen in Form von Texten und Abbildungen auch vier Videos. **741** Unter dem Menüpunkt »IPRO Dresden« ist ein knapp zweiminütiges Video mit dem Titel **Virtueller Rundgang** hinterlegt, das eine digitale Rekonstruktion der Frauenkirche zeigt. Es handelt sich dabei um eine leicht veränderte Version des in den vorhergehenden Abschnitten ausführlich analysierten Films. Die Kamerafahrt um und innerhalb der Kirche ist weitgehend identisch, wobei die Farbigkeit eine höhere Intensität aufweist. Die Visualisierung des Innenraums ist aber eine andere Version: So sind hier weit mehr dreidimensional modellierte Elemente, andere Texturen sowie eine kontrastreichere Lichtsimulation zu finden **175**. Allerdings fehlt in der CD-Rom-Version der Vor- und Abspann, sodass der Betrachter keine Informationen zu den Erstellern des 3D-Modells erhält. **742**

■ 740

Die CD-Rom ist komplett zweisprachig aufgebaut und kann in Deutsch oder Englisch abgerufen werden. Vgl. CD-Rom der Publikation Krull/Zumpe 2001.

■ 741

Diese Informationen sind unter folgenden Menüpunkten auf der CD-Rom anwählbar: »George Bähr«, »Chronologie« und »Neumarkt«. Vgl. ebd.



□ 175

Innen- und Außenansicht der digitalen Rekonstruktion der Dresdner Frauenkirche, Stills aus dem Video »Virtueller Rundgang« (CD-Rom zur Publikation Krull/Zumpe 2001).

■ 742

Ein weiterer Unterschied ist die Anordnung der einzelnen Sequenzen innerhalb des Films. Bei der CD-Rom-Version ist die Frauenkirche am Ende zunächst als Ruine und dann in ihrem zukünftigen Erscheinungsbild zu sehen. In dem Film »IBM presents Frauenkirche zu Dresden« hingegen ist diese Sequenz an den Anfang gestellt.

■ 743

Auf die hier angesprochene Computersimulation wird im nächsten Abschnitt genauer eingegangen. Das historische Filmmaterial besteht aus einer Sequenz, die die Frauenkirche aus einer am Neumarkt vorbeifahrenden Straßenbahn zeigt.

Unter demselben Menüpunkt findet sich ein zweites Video von 7:12 Minuten Länge, das sich den Hintergrundinformationen zur digitalen Rekonstruktion widmet. Ein Sprecher erläutert, wer an dem realen Wiederaufbau der Frauenkirche beteiligt war und wie im Zusammenhang damit die dokumentierende digitale Rekonstruktion entstand. Bebildert werden seine Ausführungen sowohl mit historischen Fotografien beziehungsweise Zeichnungen, Renderings des 3D-Modells sowie Fotografien der Baustelle und von Computerarbeitsplätzen, auf deren Bildschirmen die digitale Rekonstruktion zu sehen ist. Zwei weitere Videos können über den Menüpunkt »Neumarkt« abgerufen werden: Eine um das Jahr 2001 entstandene **3D-Computersimulation** von 40 Sekunden Länge zeigt eine digitale Rekonstruktion der Frauenkirche und ihr städtebauliches Umfeld. Ferner umfasst ein 21-sekündiges Video, »Film aus den 30er Jahren« historisches Filmmaterial. **743** Ihren Text zur Realisierung des 3D-Modells mit **CATIA** illustrieren die Autoren mit zwei Innenansichten, die den Blick auf den Altar sowie in die Kuppel darstellen. Diese Bilder sind Teil des Films, der im Fokus dieser Analyse steht.

Die Publikation von Krull und Zumpe stellt mit der beiliegenden CD-Rom einen wichtigen Baustein in der Dokumentation und Kontextualisierung der digitalen Rekonstruktion der Dresdner Frauenkirche dar. Sie schlägt einen

■ 744

Laut Impressum haben folgende Institutionen und Firmen die Erstellung der CD-Rom unterstützt: »Stiftung Frauenkirche Dresden«, »Architekten- und Ingenieurgesellschaft IPRO Dresden«, »Gesellschaft Historischer Neumarkt Dresden e. V.«, »IBM Deutschland Informationssysteme GmbH«, Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, Landeshauptstadt Dresden, Stadtplanungsamt/Bildstelle, Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden, Abteilung Deutsche Fotothek, Stadtarchiv Dresden, »TRUX ARCHITEKTEN«, Dresden. Allerdings wird nicht genannt, welche Beteiligten an welchen Inhalten genau mitgewirkt bzw. finanziell unterstützt haben. Vgl. CD-Rom der Publikation Krull/Zumpe 2001.

■ 745

Vgl. Müller 1994, S. 118–123 u. S. 129–130.

■ 746

Vgl. Virtueller Spaziergang durch die Frauenkirche 2005.

■ 747

Informationen und Abbildungen dieser 3D-Visualisierung finden sich in: Krull/Zumpe 2001, S. 206 u. S. 209–210.

■ 748

Auf der Webseite des Dresdner Redakteurs Thomas Wedegärtner wird das Projekt im Text »Der virtuelle Neumarkt« beschrieben: <http://www.redaktion-dresden.de/html/neumarkt.html>. Das dort hinterlegte Bild der digitalen Rekonstruktion – mit in Blau gehaltenen Straßen und Fassaden – weist allerdings eine gänzlich andere Farbigekeit auf als das Video, das im Folgenden beschrieben wird. Es gleicht vielmehr einer Abbildung in folgender Publikation: Krull/Zumpe 2001, S. 209.

Bogen von der Errichtung des Gotteshauses im 18. Jahrhundert über die Hintergründe zum Wiederaufbau bis hin zur archäologischen Rekonstruktion und der damit verbundenen digitalen Rekonstruktion. Das auf der CD-Rom abrufbare Impressum gibt zwar Aufschluss über die an deren Erstellung beteiligten Institutionen und Firmen, jedoch fehlen detaillierte Informationen zur konkreten Umsetzung der 3D-Modelle. ⁷⁴⁴ Zudem wird nicht thematisiert, dass offensichtlich verschiedene Versionen der digitalen Rekonstruktion existieren und mehrere Institutionen daran beteiligt waren.

Eine relativ frühe Veröffentlichung von Abbildungen der digitalen Rekonstruktion der Frauenkirche findet sich beispielsweise in dem 1994 von Peter Müller herausgegebenen Buch *Die Frauenkirche in Dresden. Baugeschichte, Vergleiche, Restaurierungen, Zerstörung, Wiederaufbau*. ⁷⁴⁵ Insgesamt sieben großformatige, hochaufgelöste Bilder sowohl des Äußeren als auch des Inneren sind darin zu sehen. Es handelt sich dabei um Ansichten, die auch in dem zuvor beschriebenen Video *Virtueller Rundgang* zu sehen sind und aus dem 3D-Modell stammen, das von IBM in den USA realisiert und auf der CeBIT präsentiert wurde.

Im Jahr 2005 stellte IBM Deutschland ein digitales 3D-Modell der Frauenkirche online, das kostenlos heruntergeladen werden konnte. ⁷⁴⁶ Dieser Service scheint in der Zwischenzeit beendet worden zu sein, denn er ist im Internet nicht mehr auffindbar.

Weitere digitale 3D-Rekonstruktionsprojekte zur Dresdner Frauenkirche

Abgesehen von den zuvor untersuchten 3D-Rekonstruktionen, die im Rahmen des Wiederaufbaus entstanden, findet sich kein weiteres derart umfangreiches 3D-Projekt zu diesem Bauwerk. Bei der Frauenkirche handelt es sich zwar um ein bedeutendes Monument, jedoch könnten die äußeren Umstände dazu beigetragen haben, dass es außer Anfang der 1990er-Jahre nie im Fokus digitaler Rekonstruktionsbemühungen stand. Zum einen befand sich die Frauenkirche bis zum Mauerfall auf dem Boden der DDR und blieb darüber hinaus noch bis zum Beginn ihres Wiederaufbaus 1993 eine Ruine. Zum anderen war ihr Wiederaufbau erst im Jahr 2005 vollendet. Der Mehrwert einer digitalen Rekonstruktion eines vor wenigen Jahren real wieder errichteten Bauwerks wurde möglicherweise als begrenzt angesehen.

Allerdings existiert eine nennenswerte 3D-Visualisierung des Dresdner Neumarkts, in der auch die Frauenkirche zu sehen ist. Dieses Projekt wurde von dem in der Stadt ansässigen Architekturbüro TRUX ARCHITEKTEN im Auftrag der Gesellschaft Historischer Neumarkt Dresden e. V. noch vor der Fertigstellung des Wiederaufbaus umgesetzt. ⁷⁴⁷ Das 3D-Modell wurde mit der Software CATIA erstellt und besteht aus rund 8.500 Einzelobjekten wie Fenstern, Türen und Wänden. ⁷⁴⁸ Es bietet einen Überblick über den Neumarkt und zeigt dessen mögliche Anmutung nach dem Wiederaufbau der Frauenkirche, indem sämtliche umgebenden Häuserblöcke sowie die rekonstruierte Frauenkirche dargestellt sind. Das Ziel des Projekts war eine Grundlage für die Diskussion zur weiteren Entwicklung des Neumarkts zu bieten und damit auch zur Begutachtung zukünftiger stadtplanerischer Entwürfe herangezogen werden zu können. Dazu wurde ein etwa 40-sekündiges Video mit dem Titel *3D-Computersimu-*

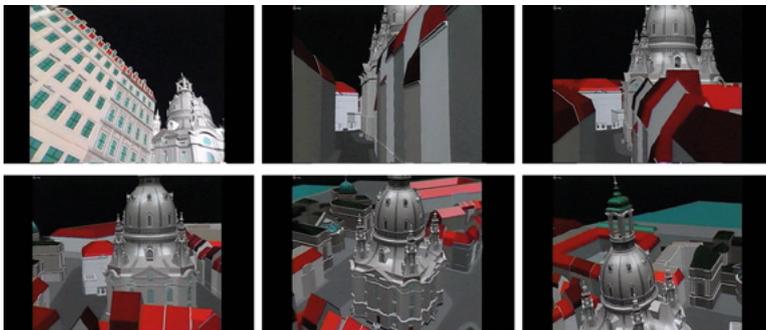
■ 749

Die Farbigkeit der digitalen Rekonstruktion im Video weicht allerdings von den Farben der Abbildungen im Buch ab, in dem Blautöne die Fassaden und den Himmel dominieren. Vgl. CD-Rom der Publikation Krull/Zumpe 2001.

lation auf der CD-Rom der von Krull und Zumpe veröffentlichten Publikation unter dem Menüpunkt »Neumarkt« hinterlegt. ⁷⁴⁹

Die erste der beiden Sequenzen (Min. 0:00 – 0:10) zeigt aus der Vogelperspektive eine kolorierte, historische Zeichnung Dresdens. Sie wird verzerrt dargestellt, sodass der Eindruck entsteht, der Betrachter stünde auf der Spitze der Frauenkirche und blicke auf die Stadt hinab. Den Mittelpunkt der Kirche bildet eine Achse, um die sich sodann die Ansicht dreht und dem Betrachter einen panoramaartigen Rundblick bietet.

Nach einer Überblendung folgt der zweite Teil des Videos (Min. 0:11 – 0:40), der aus drei Abschnitten besteht und das 3D-Modell zum Gegenstand hat: Abermals aus der Vogelperspektive ist die in der Bildmitte befindliche Frauenkirche zu sehen. Eine virtuelle Kamera fliegt über die sie umgebenden Häuserblöcke hinweg und umrundet dabei den Sakralbau ¹⁷⁶. So gewährt sie einen Überblick über den städtebaulichen Kontext. Hierauf erfolgt ein Schnitt auf eine extreme Untersicht auf einen Häuserblock westlich neben der Frauenkirche (Neumarkt 1 bis 2 und An der Frauenkirche 1), an dem die virtuelle Kamera entlangschwenkt. Nach einem weiteren Schnitt befindet sich die virtuelle Kamera in der Töpferstraße mit Blick auf die Frauenkirche. Einer Drohne gleich steigt sie nach oben und umrundet die Frauenkirche in südöstlicher Richtung. Danach fadet das Bild in Schwarz aus.



□ 176

Fahrt der virtuellen Kamera: Blick aus extremer Untersicht, dann aus zunehmender Höhe und zuletzt aus Vogelperspektive, Stills aus dem Video 3D-Computersimulation, Min. 0:20 – 0:35, »TRUX ARCHITEKTEN«, um 2001.

In dieser 3D-Visualisierung sticht die Frauenkirche aufgrund ihres Erscheinungsbildes heraus. Sie ist mit glatten Oberflächen silberfarben in leicht metallisch glänzender Optik dargestellt, ohne Steinquaderung oder sonstige Hinweise auf ihr Baumaterial. Sämtliche architektonischen Details (Bedachungen, Gesimse, Bekrönungen, Fenster und Ähnliches) sind plastisch modelliert. Hingegen erscheinen die umgebenden Häuser als schematisch angelegte Kuben, deren Fassaden fast keine Modulierung aufweisen und einheitlich in verschiedenen Grautönen gehalten sind ¹⁷⁶. Die Dächer sind weitgehend rot, teils auch grün gefärbt. Straßen und Plätze sind dunkelgrau, sämtliche kleinteilige Elemente wie Beschilderung, Markierungen oder auch Pflanzen und Menschen fehlen. Der Himmel ist schwarz, wodurch sich die Objekte gut abheben.

Neben der Frauenkirche sind nur wenige Bauwerke spezifischer dargestellt: Eine Ausnahme bildet beispielsweise der Gebäudekomplex der Hochschule für Bildende Künste Dresden, dessen Fassade gegliedert und mit Details wie plastisch vor- und rückspringenden Gebäudeteilen, definiertem Sockelgeschoss sowie vorgelagerten Säulen ausgestattet ist ¹⁷⁶. Auch die drei aneinandergereihten Häuser, Neumarkt 1 bis 2 und An der Frauenkirche 1, heben sich ästhetisch von den übrigen Bauten ab, wie in der Nahansicht zu erkennen ist: Sie

■ 750

Vgl. Krull/Zumpe 2001, S. 210.

■ 751

Vgl. Webseite zu dem Projekt

»Jüdenhof Dresden. Das Leben findet INNENstadt«: <http://www.kimmerle-juedenhof-dresden.de/neumarktreal-quartier-7-2.html>.

sind texturiert, Dachgauben und Bauschmuck wie Gesimse und Architrave sind dreidimensional modelliert. Die Sequenz im Video, in der eben dieses Gebäudeensemble mit Blickachse zur Frauenkirche erscheint, soll laut der oben genannten Publikation den Sakralbau aus Augenhöhe eines Fußgängers zeigen, was mit einem haptischen Modell so nicht realisierbar wäre. ⁷⁵⁰ Mit letzterem haben die Autoren sicherlich recht. Jedoch gibt der verzerrte Blickwinkel die tatsächliche Perspektive eines Spaziergängers letztendlich nicht wieder, sodass das Video lediglich als Diskussionsgrundlage dienen kann.

Hier sei noch auf ein weiteres Projekt hingewiesen, in dem unter anderem auch die Frauenkirche dreidimensional modelliert ist: Im Rahmen des 2014 begonnenen und 2017 fertiggestellten Neubauprojekts **Jüdenhof Dresden. Das Leben findet INNENstadt** im sogenannten Quartier VII/2 südöstlich des Residenzschlosses Dresden und westlich des Neumarkts wurden 3D-Visualisierungen der Architekturbüros **Arte4D/Andreas Hummel**, Dresden, angefertigt. ⁷⁵¹ Diese zeigen den geplanten Komplex im städtebaulichen Kontext, der auch die Frauenkirche umfasst. Das 3D-Modell ist fotorealistisch gestaltet und gibt die Blickwinkel auf die Stadt ebenso realistisch anmutend wieder ^[177]. Architektonische Details sind durchwegs plastisch modelliert und mit realitätsnah gewählten Farben texturiert. Eine solche Art der Visualisierung war Anfang der 1990er-Jahre schlichtweg aus technischen Gründen nicht möglich. Zudem handelt es sich hier nicht um eine wissenschaftliche Anwendung, sondern um ein 3D-Modell, das der bloßen Anschauung der unmittelbaren Umgebung der Frauenkirche dient. Somit hat dies eher dokumentarischen Charakter, da es die gegenwärtige Situation festhält.



□ 177

Blick von Süden auf den Dresdner Neumarkt und die Frauenkirche aus der Vogelperspektive, Still aus dem Video »3D-Film Vogelflug«, (3D-Modellierung: »Arte4D/Andreas Hummel«), »Kimmerle GBR«, ca. 2014.

Vergleichende Analyse – Die Dresdner Frauenkirche im Bild

Vor dem ersten 3D-Projekt aus dem Jahr 1993 existierten Abbildungen der Dresdner Frauenkirche in Form von zahlreichen Gemälden sowie historischen Fotografien und Zeichnungen. Da die beiden letztgenannten Bildmedien auch als Grundlage für die Erstellung der 3D-Modelle dienten, werden daher diese im Folgenden mit den neu entstandenen Bildern der Kirche verglichen. Ziel ist es, festzustellen, wie sich die Eindrücke von dem Gebäude aufgrund der computertechnisch realisierten Ansichten verändert haben und inwiefern sich daraus ein möglicher visueller Mehrwert ergibt.

Fotografische Außenansichten der Frauenkirche liegen in großer Vielzahl und Varianz vor ^[158] ^[170]. Sie zeigen das Gebäude aus unterschiedlichen Blickwinkeln, wobei insbesondere Aufnahmen aus Richtung Süden beziehungsweise Südwesten vorliegen. Dies hängt damit zusammen, dass sich südlich der Kirche der Neumarkt ausdehnt, der eine unverstellte Perspektive auf das Bauwerk

ermöglicht. Im Gegensatz dazu zeigt das 3D-Modell die Frauenkirche aus Westen. Diese Ansicht wurde wohl ausgewählt, um auch einen Teil der ursprünglichen Bausubstanz des nordwestlichen Treppenturms, der sich bis heute erhalten hat, zu zeigen. Denn in der digitalen Rekonstruktion sind die Parteien, die wiederaufgebaut werden sollten, mit einem helleren Farbton versehen als der Abschnitt der Ruine [166]. Zudem befindet sich an der Westseite das Eingangsportal. Die im 3D-Modell wiedergegebene Ansicht auf die Kirche kann aufgrund der engen Bebauung nicht in dieser Form fotografisch festgehalten werden. Somit bietet die Computerrekonstruktion einen nicht der Realität entsprechenden Blick.

Die historischen Fotografien zeigen immer auch den urbanen Kontext, innerhalb dessen das Bauwerk einst stand. Auf diese Weise sind auch die Größendimensionen der Frauenkirche im Verhältnis zu den umgebenden Häusern miteingeschlossen. Dies ist in der digitalen Rekonstruktion nicht gegeben, denn darin befindet sich das Gotteshaus auf einer unbebauten Fläche. Die im Hintergrund erscheinenden Silhouetten, die eine städtische Bebauung andeuten, können hier nicht als Bezugspunkte dienen. Ebenso umfasst das 3D-Modell – im Gegensatz zu den Fotografien – keine Personen, die einen Hinweis auf die Ausmaße der Kirche geben könnten. Allerdings bietet das 3D-Modell eine Fülle an Detailaufnahmen der Architektur, da die virtuelle Kamera um das Äußere des Gebäudes in einer spiralförmigen Bewegung hinab- bzw. hinaufgleitet. Dies ermöglicht Ansichten der Kuppel und der Laterne [163], die vor dem Aufkommen von Drohnen fotografisch nur mit großem Aufwand, beispielsweise mit Hilfe eines Gerüsts oder Ballons, hätten realisiert werden können.

Das Innere der Dresdner Frauenkirche ist ebenso in zahlreichen Fotografien aus dem 19. und 20. Jahrhundert festgehalten. Insbesondere der östliche Gebäudeteil weist eine umfangreiche bildliche Dokumentation auf [171]. Demgegenüber sind die in der digitalen Rekonstruktion erzeugten Bilder des Altar- bzw. Orgelbereichs weit weniger variantenreich [164] [165]. Allerdings wartet das 3D-Modell mit einem Schwenk durch den Innenraum auf, der somit einen Rundumblick bietet.

Auch die Gemälde in der Kuppel sind fotografisch dokumentiert, wodurch in das 3D-Modell eine Fototextur integriert werden konnte. Der direkte Vergleich von historischem Vorbild und computertechnisch erzeugter Ansicht zeigt, welcher räumlicher Eindruck durch die digitale Rekonstruktion entsteht [172]. Im Gegensatz dazu erscheint die fotografische Innenansicht der Kuppel relativ flach, da insbesondere der Bezug zu architektonischen Elementen wie den Pfeilern fehlt. Das 3D-Modell fügt hier also eine neue Dimension in der Darstellungsweise der Dresdner Frauenkirche hinzu.

In historischen Zeichnungen wurde die Dresdner Frauenkirche auf vielfältige Weise bildlich dargestellt. Beispielsweise existiert eine isometrische Darstellung aus dem Jahr 1734 von Christian Philipp Lindemann, die das Erdgeschoss visualisiert [156]. Eine 1946 von Arno Kiesling angefertigte Zeichnung zeigt das Gotteshaus in einem Vertikalschnitt entlang der West-Ost-Achse [178].

Vergleichbare Ansichten sind in der als Film publizierten digitalen Rekonstruktion nicht zu finden. Jedoch wurden im Rahmen des realen Wiederaufbaus der Dresdner Frauenkirche computertechnische Visualisierungen angefertigt,

die beispielsweise einen Einblick in den strukturellen Aufbau der Kuppel geben [178]. Die von IPRO Dresden erstellten 3D-Modelle vermitteln sehr anschaulich den räumlichen Aufbau der Architektur. Insbesondere die transluzenten Flächen in der Visualisierung der inneren Kuppel ermöglichen eine Darstellung mehrerer Ebenen in einem Bild. Die historischen Zeichnungen vermögen dies zwar ansatzweise auch – jene von Arno Kiesling in Bezug auf die Komplexität des Raumgefüges und jene von Christian Philipp Lindemann hinsichtlich räumlicher Tiefe – jedoch bleiben sie dem jeweiligen Darstellungsmodus verhaftet. In den computertechnisch erstellten Ansichten verbinden sich diese beiden Qualitäten und ergänzen sich auf eine solche Weise, dass darin die Informationen bezüglich der räumlichen Disposition dichter gestaltet sind.



□ 178

Unterschiedliche mediale Darstellungen von Details der Dresdner Frauenkirche: 3D-Modell der Kuppel mit Laterne sowie der inneren Kuppel mit Wendelrampe, »IPRO Dresden«, 1993 (links); West-Ost-Schnitt, Arno Kiesling, 1946 (Mitte); Schnitt mit isometrischer Darstellung des Erdgeschosses, Kupferstich, Plattengröße 51,2 × 36,8 cm, Christian Philipp Lindemann nach George Bähr, 1734 (rechts).

Wie diese Vergleiche von historischen Abbildungen mit den computertechnisch rekonstruierten Ansichten zeigen, war die Dresdner Frauenkirche vor der Erstellung des 3D-Modells relativ gut dokumentiert. Dennoch kann in verschiedener Hinsicht ein visueller Mehrwert durch die anhand der digitalen Rekonstruktionen entstandenen Bilder festgestellt werden. Denn diese lieferten Ansichten, die die Kirche von außen sowie von innen erstmals wieder umfassend in Farbe darstellten. Ein 3D-Modell bietet zudem die Möglichkeit eines virtuellen Rundgangs. So entstand Anfang der 1990er-Jahre ein vollkommen neuer Eindruck des Bauwerks, das auf diese Weise virtuell begehbar und dadurch wieder erlebbar wurde. Lediglich der urbane Kontext sowie Ansichten mit Schnitten durch das Gebäude sind in der Filmversion der digitalen Rekonstruktion nicht wiedergegeben.

Fazit – Bedeutung und Einordnung des 3D-Projekts

Der vorangegangene Vergleich der bildlichen Darstellungen der Dresdner Frauenkirche in historischen Ansichten und anhand der digitalen Rekonstruktion erstellten Visualisierungen konnte bereits einen visuellen Mehrwert des 3D-Projekts aufzeigen. Die Innovation, die diese Arbeit auszeichnet, ist vor allem dem Umstand geschuldet, dass es sich wohl um das erste digitale 3D-Modell eines zur Zeit der Rekonstruktion nur als Ruine vorhandenen Bauwerks handelt, das zum Wiederaufbau des realen Gebäudes substantiell beigetragen hat. [752] Bemerkenswert ist ferner die Verwendung der digitalen Rekonstruktion in unterschiedlichen Kontexten im Rahmen des Wiederaufbaus: Zum einen wurde ein dokumentierendes 3D-Modell erstellt, das als digitales Werkzeug für die Erfassung und räumliche Verortung der Ruinentrümmern genutzt wurde. Zum anderen wurde ein weiteres 3D-Modell auf Basis histori-

■ 752

Diese Einschätzung stammt von dem Informatiker Marinos Ioannides, Gespräch am 21.11.2014 im Rahmen des Arbeitstreffens der »AG Digitale Rekonstruktion« am Fachgebiet Digitales Gestalten der TU Darmstadt.

scher Bildquellen generiert, das Teil der medialen Bewerbung der Spendenkampagne war. Ebenso diente es als vorzeigbarer Prototyp für eine VR-Anwendung, die damals ein High-End-Produkt darstellte. Auf diese Weise erlangte es eine große mediale Präsenz, einerseits durch die 1993 ausgestrahlten Werbespots im deutschen Fernsehen, andererseits durch die Präsentation auf der CeBIT 1994 in Hannover.

Eine weitere Besonderheit des 3D-Projekts liegt in dem nicht selbstverständlichen Anspruch, eine auf wissenschaftlicher Grundlage fundierte digitale Rekonstruktion der Dresdner Frauenkirche zu erstellen. So basiert diese auf unterschiedlichen historischen Bildquellen. Beispielsweise wurden nur dann bauliche Details visualisiert, wenn entsprechende historische Nachweise dazu existierten. ⁷⁵³ An einigen Stellen wurden Bauteile nur in groben geometrischen Formen modelliert, was zwar den dreidimensionalen Eindruck teils etwas schmälert. Jedoch wurden diese Bereiche mit Fototexturen belegt, die wiederum dazu beitrugen, dass die Rekonstruktion verlässlich wirkt. Für ein Aufmerksamkeit erregendes Werbevideo für das Fernsehen wäre all dieser zeitliche und technische Aufwand nicht unbedingt nötig gewesen und ein weitaus einfacher zu erstellendes 3D-Modell hätte hierfür durchaus genügt. Dementsprechend ist der hohe wissenschaftliche Anspruch, den die Projektverantwortlichen an die digitale Rekonstruktion stellten, unbedingt zu honorieren.

Mit Blick auf die kurz beschriebene, um 2014 entstandene Visualisierung der Dresdner Frauenkirche zeigt sich sehr deutlich die Weiterentwicklung der Technik im Vergleich zu der Anfang der 1990er-Jahre realisierten digitalen Rekonstruktion. Die Anwendung von Fototexturen hat heute eine gänzlich andere ästhetische Qualität erreicht als damals überhaupt möglich war. Jedoch ist zu bedenken, dass das zum Wiederaufbau der Frauenkirche gestartete 3D-Projekt auf die zu der Zeit modernste Technologie zurückgreifen konnte. Für damalige Verhältnisse konnte hier ein Optimum erreicht werden. Es handelte sich um ein Vorzeigeprojekt, das auf vielen Ebenen überzeugte, wie der Archäologe Paul Reilly es 1996 auf den Punkt bringt:

»The Frauenkirche project has all the elements for being an exemplar: it uses the latest high technology; the Frauenkirche was intrinsically a great work of architecture; the Frauenkirche has become an important symbol (of national unity); the ultimate goal of the project (i. e. the rebuilding of the Frauenkirche) is understood by the public; it is a very high profile project. The project has enormous potential to grab the public's imagination.« ⁷⁵⁴

Dem hier detailliert untersuchten 3D-Projekt zur Dresdner Frauenkirche kommt also insofern eine große Bedeutung zu, als es einen bis 2005 nicht mehr existierenden, bedeutenden Sakralbau mit Symbolcharakter wieder sichtbar und virtuell begehbar gemacht hat. Zudem trug es mittels der Spendenkampagne maßgeblich zum Wiederaufbau des Gebäudes bei wie auch das für die Dokumentation und Verortung der Trümmerstücke erstellte 3D-Modell.

■ 753

Vgl. Collins et al. 1995, S. 20.

■ 754

Reilly 1996, S. 45.

Zu bemerken ist in diesem Zusammenhang auch die umfangreiche Unterstützung, die das 3D-Projekt von **IBM** erhielt, gleichwohl es für die IT-Firma auch Werbung in eigener Sache war. Sowohl Soft- als auch Hardware wurden zur Verfügung gestellt und Niederlassungen in drei verschiedenen Ländern waren aktiv an dem Projekt beteiligt. Ein interaktives VR-Modell wurde speziell für die **CeBIT 1994** erstellt und dort in einem eigens geschaffenen Raum präsentiert. In Bezug auf die Kosten eines Messestands verdeutlicht dies, wie wichtig es von der Firma erachtet wurde, das VR-Modell öffentlichkeitswirksam zu zeigen. Auch auf einschlägigen Konferenzen wie **CAA** und **SIGGRAPH** hat die 3D-Rekonstruktion große Anerkennung erfahren. **755**

■ 755

Vgl. ebd.; E-Mail von Brian Collins an die Autorin vom 12.12.2017.

Zusammenfassend ist demnach festzuhalten, dass das digitale Rekonstruktionsprojekt zur Dresdner Frauenkirche sich durch viele unterschiedliche Qualitäten auszeichnet: Wissenschaftlichkeit, Verwendung der damals modernsten Technologie, hohe Medienpräsenz, Anwendung in unterschiedlichen Kontexten sowie Visualisierung und Zugänglichmachen eines zu der Zeit nicht mehr existierenden Bauwerks des kulturellen Erbes.

Publiziert in: Messemer, Heike, Digitale 3D-Modelle historischer Architektur. Entwicklung, Potentiale und Analyse eines neuen Bildmediums aus kunsthistorischer Perspektive. Heidelberg: arthistoricum.net ART-Books, 2020 (Computing in Art and Architecture, Band 3). DOI: <https://doi.org/10.11588/arthistoricum.516>

4.4 Festspielhaus Hellerau (University of Warwick/atelier4d Architekten/King's College London, um 1994/1996–2012)

Das Festspielhaus Hellerau, 1911 nahe Dresden erbaut, wurde im Rahmen seiner Restaurierung Mitte der 1990er-Jahre erstmals am Computer 3D-modelliert. Dieses erste CAD-Modell war Auslöser für die Initiierung des Langzeitprojekts *Theatron* (1996–2012) des Theaterwissenschaftlers Richard Beacham und des Architekten Fabian Zimmermann. Ziel von *Theatron* war es, historische Theaterbauten in Europa digital zu rekonstruieren, um sie im Rahmen virtueller Lernumgebungen in der Lehre zu verwenden. Zur Untersuchung dieses Projekts wird das digital rekonstruierte Festspielhaus exemplarisch herausgegriffen, das im Laufe der Jahre in unterschiedlichen Versionen visualisiert wurde.

■ 756

Vgl. Webseite Festspielhaus Hellerau: <https://www.hellerau.org/de/geschichte/>; Nitschke 2012, S. 118–119.

■ 757

Vgl. Webseite Festspielhaus Hellerau: <https://www.hellerau.org/de/geschichte/>; Beacham 1999 (»Eke out our performance with your mind«), S. 146.

■ 758

Vgl. De Michelis 1991, S. 33; Paul 2006, S. 79. Inwieweit Hellerau als erste Gartenstadt Deutschlands gewertet werden kann wird besprochen in: Nitschke 2012, S. 126–127, Anm. 18.

■ 759

Zur Gründung der Gartenstadt Hellerau und den Aktivitäten von Karl Schmidt, Wolf Dohrn und Richard Riemerschmid vgl. insbes.: Heres 2006, S. 198; Paul 2006, S. 80.

■ 760

Vgl. Howard 1898. Eine deutsche Ausgabe erschien etwas später: Howard 1907.

■ 761

Vgl. Paul 2006, S. 80.

Baugeschichte des Festspielhaus Hellerau

Das 1911 erbaute Festspielhaus Hellerau beherbergte zunächst die Bildungsanstalt Jaques-Dalcroze und avancierte in den wenigen Jahren seiner Blütezeit – von seiner Errichtung bis zum Beginn des Ersten Weltkriegs – zu einem »Laboratorium der Moderne« ⁷⁵⁶. Hier wurden neue Formen der Theaterarchitektur, des Bühnenbilds, der Lichtinszenierung, des Tanzes erprobt, die bis heute als Inspirationsquelle im Bereich des modernen Tanzes nachwirken und auch als Beginn des modernen Theaters gesehen werden. ⁷⁵⁷

Das von dem Architekten Heinrich Tessenow geplante Festspielhaus wurde nahe Dresden in Hellerau, der ersten Gartenstadt Deutschlands, erbaut. ⁷⁵⁸ Diese wurde 1908 mit der Gründung der Gartenstadtgesellschaft Hellerau durch Karl Schmidt, Wolf Dohrn und Richard Riemerschmid ins Leben gerufen. ⁷⁵⁹ Schmidt war 1907 auf der Suche nach Baugrund für seine Deutschen Werkstätten für Handwerkskunst, für die er eine neue Fabrik und Wohnhäuser zur Unterbringung der Arbeiter benötigte. In dem Gelände nördlich von Dresden wurde er schließlich fündig. Der Architekt Riemerschmid plante die Bebauung mit unterschiedlich gestalteten Wohnvierteln sowie den Werkstätten und einem Marktplatz als Zentrum. Das Konzept der Gartenstadt stammte von Ebenezer Howard, das dieser 1898 veröffentlicht hatte. ⁷⁶⁰ Es bildet den Gegenpol zur Großstadt und sieht eine in lockerer und niedriger Bebauung angelegte Kleinstadt mit Nähe zur Natur vor. ⁷⁶¹ Eng verwoben ist dies mit den

■ 762

Vgl. Nitschke 2012, S. 118 u. S. 121.

■ 763

Zur Begegnung und Zusammenarbeit von Schmidt, Dohrn und Jaques-Dalcroze sowie Tessenow vgl.: Arnold 1993, S. 353.

■ 764

Vgl. Paul 2006, S. 80.

■ 765

De Michelis 1991, S. 31.

Ideen der Lebensreformbewegung, die in den 1890er-Jahren ihren Ursprung hat und sich in zahlreichen Reformbewegungen unter anderem im Bereich des Wohnens, der Ernährung und der Pädagogik widerspiegelte. ⁷⁶²

1909 wohnten Schmidt und Dohrn einer von dem Schweizer Musiker Émile Jaques-Dalcroze realisierten rhythmischen Tanzvorführung bei. ⁷⁶³ Aufgrund ihrer großen Begeisterung für dessen Werk beschlossen sie ihn nach Hellerau zu holen. Der Schweizer war damit einverstanden sofern er für seine Arbeit entsprechende Räume erhalten würde. Über den Umfang eines Gebäudes für Jaques-Dalcroze waren sich Schmidt und Dohrn uneinig, wobei sich schließlich letzterer mit der Idee durchsetzte, einen permanenten Bau errichten zu lassen. Der noch junge Architekt Heinrich Tessenow wurde daraufhin mit dem Entwurf für ein Gebäude mit mehreren Übungsräumen sowie zugehörigen Wohnbauten beauftragt. Nachdem seine ersten beiden Pläne abgelehnt worden waren, legte er einen dritten vor, der 1911 zur Ausführung kam. Seinen Platz fand das Festspielhaus schließlich nicht wie ursprünglich geplant am Marktplatz, sondern am Rande der Gartenstadt, im Nordwesten ¹⁷⁹. ⁷⁶⁴ Eine historische Luftaufnahme dokumentiert die exponierte Stellung des Gebäudes, das im Verhältnis zu den umgebenden Wohnhäusern relativ groß war.

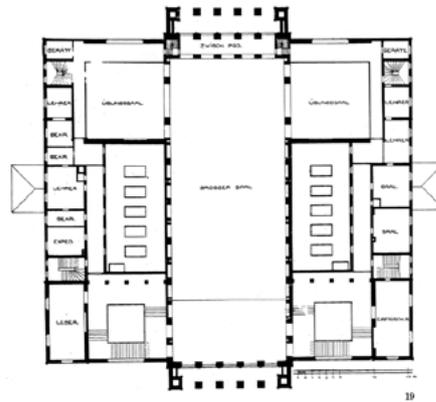
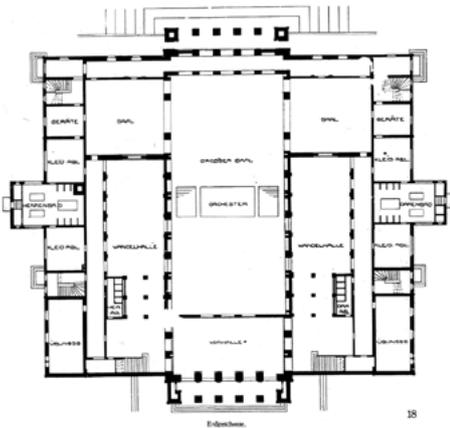


□ 179

Historische Luftaufnahme von Hellerau, Blick auf das Festspielhaus in Hellerau mit den flankierenden Schüler- und Lehrerwohnhäusern, o. J. (links) und mit Ansicht von Süden aus dem Jahr 1913 (rechts).

Das axialsymmetrisch angelegte Gebäude akzentuiert der die Seitenflügel weit überragende Mittelbau in Nord-Süd-Erstreckung, dessen Stirnseiten jeweils ein mit Spitzgiebel bekrönter, markanter Portikus abschließt. Vier quadratische Pfeiler erheben sich über die gesamte Höhe bis zum Giebfeld und verleihen dem Bauwerk sein monumentales Erscheinungsbild ¹⁷⁹. Mittig im Giebfeld ist je ein Medaillon mit dem Yin-Yang-Zeichen »als Symbol des Tanzes und des Gleichgewichts« ⁷⁶⁵ angebracht. Einen Rahmen bilden die zu beiden Seiten befindlichen, niedriger angelegten Flügelbauten, die sich über die gesamte Länge erstrecken und traufständige Giebeldächer aufweisen. Sie sind mit nur einem Obergeschoss versehen und weisen an den Längsseiten zahlreiche Fenster auf.

Die Symmetrie der äußeren Erscheinung spiegelt sich auch im Grundriss wieder ¹⁸⁰: Der südliche Gebäudeteil umfasst eine Eingangshalle, die über fünf Türen vom Portikus betreten werden kann. Mittels einer Wand mit drei Durchgängen ist sie von dem dahinterliegenden großen Saal abgetrennt, der sich über die gesamte Länge des Baus hin erstreckt. Die kleinteiliger angelegten Räume in den beiden Seitenflügeln beruhen auf quadratischen und rechteckigen Grundrissen, die auf beiden Seiten identisch angeordnet sind. Im Erdgeschoss beherbergen sie Geräte- und Übungsräume, Garderoben sowie nach Geschlechtern getrennte Bäder. Zwei großzügige Treppenhäuser links und rechts neben der Eingangshalle führen in das obere Geschoss, das teils noch kleinere Räume aufweist, die den Lehrern vorbehalten waren ¹⁷⁹.



□ 180
Grundrisse der »Bildungsanstalt Jaques-Dalcroze« in Hellerau, Erdgeschoss (oben) und Obergeschoss (unten), o. J.

■ 766
Zum baulichen Komplex und dem Einzug der »Bildungsanstalt Jaques-Dalcroze« vgl.: ebd., S. 207.

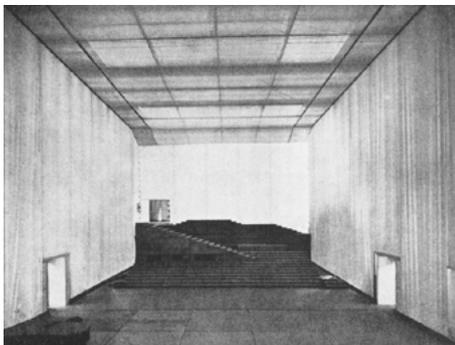
■ 767
Vgl. Beacham 1999 (»Eke out our performance with your mind«), S. 146; Webseite des Festspielhaus Hellerau: <https://www.hellerau.org/de/geschichte/>; De Michelis 1991, S. 205 u. S. 207.

■ 768
Vgl. Webseite des Festspielhaus Hellerau: <http://www.hellerau.org/hellerau/chronologie> und <https://www.hellerau.org/de/geschichte/>; De Michelis 1991, S. 208.

■ 769
Zu den Aktivitäten und der kulturellen Bedeutung des Festspielhaus sowie Besonderheiten des Aufführungssaals vgl.: Webseite des Festspielhaus Hellerau: <https://www.hellerau.org/de/geschichte/>.

Insgesamt beherrschen den Bau sowohl innen als auch außen seine ungemeine Schlichtheit und Symmetrie. Der Eingangsseite ist ein weiter rechteckiger Platz vorgelagert, der bis auf drei Zufahrtswege aus Richtung Süden, Osten und Westen von mit Walmdächern ausgestatteten eingeschossigen Bauten umgeben ist [179]. Darin befanden sich die Unterkünfte von Lehrern und Schülern der Bildungsanstalt Jaques-Dalcroze. 766 Diese von Émile Jaques-Dalcroze geleitete Schule für Rhythmische Gymnastik bezog den Bau bereits im Herbst 1911, als der linke Flügel bezugsfertig war. Im Jahr darauf war der gesamte Komplex fertiggestellt und bildete einen Anziehungspunkt für Schüler aus der ganzen Welt. 767 Die im Sommer 1912 und 1913 veranstalteten Schulfeste, die sogenannten Festspiele, wurden von Tausenden von Zuschauern und von europaweit angereisten Journalisten besucht. 768 Gezeigt wurden dort Improvisationen, Gruppenübungen sowie Szenen aus der Oper *Orpheus und Eurydike*. 769

Innovativ in vielerlei Hinsicht war allerdings auch die hier umgesetzte Theaterarchitektur, die in diametralem Gegensatz zur Ende des 19. Jahrhunderts in Dresden erbauten Semperoper stand. So zeichnet sich der in Hellerau für die Aufführungen vorgesehene Saal insbesondere durch sein Raumkontinuum aus, das ohne jegliche Trennung zwischen Bühne und Zuschauerraum auskommt [181]. Dieses Konzept unterstützend waren sowohl Bühnenelemente als auch die Sitze für das Publikum nicht als feste Einbauten sondern als beliebig installierbare Objekte ausgeführt. Der Saal war sogar mit einem versenkbaren Orchestergraben ausgestattet, wie historische Fotografien dokumentieren [181].



□ 181
Blick in den großen Saal der »Bildungsanstalt Jaques-Dalcroze« in Richtung Bühne (links) und Zuschauertribüne (rechts), historische Fotografien, um 1911.

■ 770

Zu Tätigkeiten von Appia und Jaques-Dalcroze vgl.: Beacham 1987, S. 57–58, S. 61–62, S. 64–65 u. S. 71–72.

■ 771

Vgl. Webseite des Festspielhaus Hellerau: <https://www.hellerau.org/de/geschichte/>; Beacham 1987, S. 64 u. S. 66. Eine Zeichnung des am 24. Oktober 1913 patentierten Beleuchtungssystems von Alexander von Salzmann ist z. B. abgebildet in: De Michelis 1991, S. 24, Abb. 11.

■ 772

Vgl. Webseite des Festspielhaus Hellerau: <https://www.hellerau.org/de/geschichte/>; De Michelis 1991, S. 31.

■ 773

Vgl. Beacham 1999 (»Eke out our performance with your mind«), S. 146.

■ 774

Vgl. Arnold 1993, S. 353–354; De Michelis 1991, S. 24.

■ 775

Vgl. De Michelis 1991, S. 208–209.

■ 776

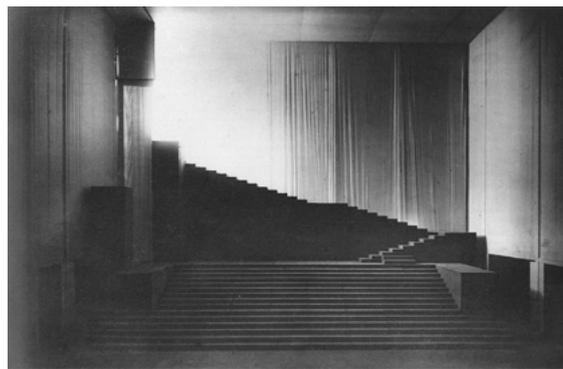
Zu den Umnutzungen des Festspielhaus zwischen 1915 und den 1990er-Jahren vgl.: Ebd., S. 208–210; Webseite des Festspielhaus Hellerau: <https://www.hellerau.org/de/geschichte/>.

■ 777

Vgl. Beacham 2006, S. 90.

All diese für die Zeit um 1910 innovativen Elemente gehen auf den Schweizer Theatervisionär Adolphe Appia zurück, der maßgeblichen Einfluss auf die Errichtung des Festspielhauses hatte. 770 Er stand in regem Austausch mit Dalcroze und arbeitete auch nach Fertigstellung des Bauwerks eng mit ihm zusammen. So entwickelte Appia die Bühnenbilder für sämtliche Aufführungen der Hellerauer Festspiele 1912 und 1913, während Dalcroze für die Choreographien zuständig war.

Bemerkenswert war auch das von Appia beeinflusste, außergewöhnliche Lichtkonzept, für das Alexander von Salzmann verantwortlich zeichnete, der es sich 1913 sogar patentieren ließ. 771 Hierfür wurden durchscheinende, gewachste Leinwände an Wänden und der Decke angebracht, durch die tausende dahinter installierte Glühbirnen hindurchleuchteten und ein gleichsam immateriell erscheinendes Licht entwickelten. 772 Mittels zentraler Steuerung war es auf diese Weise möglich Lichtstimmungen im Einklang mit der Musik, dem abstrakten Bühnenbild und den Bewegungen der Akteure wiederzugeben. 773 Die Lichtquellen erscheinen hierdurch für den Betrachter rätselhaft, wie es eine historische Fotografie aus circa 1912 festhielt [182].



□ 182

Von Adolphe Appia entwickeltes Bühnenbild für den zweiten Akt von »Orpheus« (C. W. Gluck) für die Hellerauer Festspiele 1912, historische Fotografie, um 1912.

Allerdings kostete der Bau statt der anfangs geplanten 450.000 Mark am Ende insgesamt 1.450.000 Mark. 774 Nachdem Dohrn Anfang des Jahres 1914 bei einem Unfall ums Leben kam und wenige Monate später der Erste Weltkrieg ausbrach, kam es zu gravierenden Veränderungen für das Institut. 775 Dalcroze, der sich beruflich bereits in der Schweiz befand, kehrte nicht nach Hellerau zurück und im März 1915 meldete das Institut schließlich Konkurs an. 776 Im Juni gründeten Schüler von Dalcroze zusammen mit Harald Dohrn, dem Bruder von Wolf Dohrn, die **Neue Schule für angewandten Rhythmus in Hellerau**, die während des Ersten Weltkriegs verschiedene Kurse zu rhythmischer Gymnastik anbot.

Nach dem Ersten Weltkrieg erlebte das Haus zahlreiche Umnutzungen und in Zuge dessen auch größere Umbauten. So wurde es von 1938 an als Polizeischule genutzt, wobei es im Inneren grundlegend umgebaut und die den Bau umgebenden Wohnhäuser abgerissen wurden. An ihrer Stelle wurden Militärkasernen errichtet. Etwas später unterlag die Nutzung der gesamten Anlage der Waffen-SS, nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs wurde das Gebäude bis Anfang der 1990er-Jahre von der sowjetischen Armee genutzt.

Im April 1990 wurde von verschiedenen Interessierten der internationale Förderverein für die **Europäische Werkstatt für Kunst und Kultur Hellerau e. V.** gegründet. 777 Dieser konnte erst im September 1992 in das Gebäude einzie-

■ 778

Vgl. Beacham 1999 (»Eke out our performance with your mind«), S. 147; Webseite des Festspielhaus Hellerau: <https://www.hellerau.org/de/geschichte/>.

■ 779

Vgl. Webseite des Festspielhaus Hellerau: <https://www.hellerau.org/de/geschichte/>.

■ 780

Vgl. Beacham 2006, S. 90.

■ 781

Vgl. Webseite des an der Restaurierung beteiligten Berliner Büros »atelier4d Architekten«: http://www.atelier4d-architekten.de/pdf/HELL_DE.pdf.

■ 782

Vgl. Beacham 2006, S. 90. Im Interview nennt er hingegen das Jahr 1997. Vgl. Appendix 2.4 (→ 663), Interview mit Richard Beacham, [Frage 4](#).

■ 783

Vgl. ebd.

■ 784

Vgl. Webseite des Dresdner Büros »Hahn+Kollegen«: <http://www.hahn-kollegen.de/index.php?id=31>; Webseite des Berliner Büros »atelier4d Architekten«: http://www.atelier4d-architekten.de/pdf/HELL_DE.pdf.

■ 785

Vgl. Beacham 2006, S. 94; Pressemitteilung der Stadt Dresden am 18.07.2006: http://www.dresden.de/de/rathaus/aktuelles/pressemitteilungen/archiv/2006/07/c_058.php.

■ 786

Beispielsweise ist hier zu nennen: Wangerin/Weiss 1976; Hartmann 1976; De Michelis 1991.

■ 787

Vgl. beispielsweise Literaturverweise zu Hellerau auf der Webseite der Bürgerschaft Hellerau e.V.: <http://www.hellerau-buergerverein.de/index.php/hellerau/literatur>.

■ 788

Vgl. Beacham 2006, S. 89.

hen, nachdem es die Soldaten der sowjetischen Armee verlassen hatten. ⁷⁷⁸ Nun entstanden verschiedene Initiativen mit dem Ziel, diesen einst wichtigen kulturellen Ort wieder entsprechend zu beleben. ⁷⁷⁹ Im Jahr 1994 übernahm der Freistaat Sachsen die Verantwortung über das Gebäude. ⁷⁸⁰ Beginnend im Jahr 1995 konnte das Festspielhaus umfassend restauriert werden. ⁷⁸¹ Hierzu trug maßgeblich die im gleichen Jahr durch den Theaterwissenschaftler Richard Beacham und den Architekten Fabian Zimmermann eingeworbene Förderung über 250.000 US-Dollar des J. Paul Getty Trust bei. ⁷⁸²

Ein Jahr später wurde das Gebäude zudem in das World Monuments Watch Programm aufgenommen, als stark gefährdeter Bau. ⁷⁸³ Die noch bis 2012 währenden Sanierungsarbeiten hatten das vorrangige Ziel, die ursprüngliche Raumstruktur des Festspielhauses wiederherzustellen und fanden allesamt in Absprache mit dem Landesamt für Denkmalpflege statt. ⁷⁸⁴ So erscheint das Äußere des Gebäudes wie zur Zeit seiner Erbauung ¹⁸³. Im Inneren hingegen findet sich ein neuer Fußboden und die Fenster sind nicht mehr verhängt. Am 7. September 2006 fand schließlich mit einem Festakt die offizielle Wiedereröffnung des Festspielhaus Hellerau statt, die mit der am folgenden Tag erfolgten Premiere einer Performance der nun dort untergebrachten The Forsythe Company ergänzt wurde. ⁷⁸⁵



□ 183

Das restaurierte Festspielhaus Hellerau: Fotografie des Außenraums, Klaus Gigga, (links) und Fotografie des Großen Saals ohne Einbauten, Jörg. R. Oesen (rechts).

Das Festspielhaus Hellerau in Zeichnungen, Plänen und Fotografien

In wissenschaftlichen Publikationen wird das Gebäude im Kontext von Monografien und Abhandlungen zum Architekten Heinrich Tessenow oder zum Konzept der Gartenstadt erläutert, meist bebildert mit zahlreichen historischen Fotografien, die teils den Fokus auf die Architektur setzen und teils die im Großen Saal stattgefunden habenden Inszenierungen dokumentieren ¹⁷⁹ ¹⁹⁹ ¹⁸². ⁷⁸⁶ In den 1990er-Jahren nimmt das Interesse an dem Festspielhaus Hellerau zu, was sich in zahlreichen Veröffentlichungen zeigt. ⁷⁸⁷ Diese Entwicklung scheint eng mit der Nutzung des Baus zusammenzuhängen. Denn mit der Einquartierung der Roten Armee war selbst noch Mitte der 1980er-Jahre ein Zutritt für Außenstehende nicht möglich, wie der Theaterwissenschaftler Richard Beacham erfuhr, als er aufgrund seines Forschungsinteresses an Adolphe Appia Zugang zu dem Gebäude ersuchte. ⁷⁸⁸

■ 789

Vgl. ebd., S. 90; Webseite des Festspielhaus Hellerau: <https://www.hellerau.org/de/geschichte/>.

■ 790

Vgl. Beacham 2006, S. 90.

■ 791

Vgl. De Michelis 1991, S. 210; Beacham 2006, S. 90.

Im Jahr 1979 war zwar das Festspielhaus in die Zentrale Denkmalliste der DDR aufgenommen worden, doch erst mit dem Fall der Mauer 1989 und letztendlich durch den Auszug der Roten Armee aus dem Gebäude drei Jahre später, war das Festspielhaus wieder öffentlich zugänglich. **789** So offenbarte sich dem nun dort einziehenden Förderverein der desolate Zustand des Baus, der über die zurückliegenden knapp fünfzig Jahre nicht instandgehalten worden war. **790** Aus dieser Zeit existieren noch zahlreiche Fotografien. Diese dokumentieren nicht nur die Verschmutzung, Schimmel und Schäden, sondern auch die Spuren der vergangenen Nutzung, wie der rote Stern anstelle des Yin-Yang-Zeichens am Giebel, Bemalung der großen Halle mit Symbolen und Ausstattung der Treppenhäuser mit symbolträchtigen Bildern und Karten **184**. Durch das Zugänglichmachen des Gebäudes konnte dieses nun auch vor Ort erforscht und restauriert werden.



□ 184

Zustand des Festspielhauses nach dem Auszug der Roten Armee: Außenraum (oben links), Großer Saal (oben rechts), Eingangshalle (Mitte links), Treppenhalle oben (Mitte rechts), Übungsraum (unten links), Treppenhalle unten (unten rechts), Fotografien 1992.

Neben diesen zahlreichen Fotografien aus den 1910er- und 1990er-Jahren existieren auch historische Bildquellen wie zuvor kurz erwähnt wurde. Zwar sind die originalen Zeichnungen der drei Entwürfe heute nicht mehr erhalten, aber Planmaterial aus den 1930er-Jahren sowie Fotografien sind noch zu finden. **791** All diese unterschiedlichen Dokumente bilden eine umfassende Dokumentation der Baugeschichte des Gebäudes und konnten als Grundlage für die Erstellung von 3D-Modellen verwendet werden, auf deren Entstehung und Verwendung im Folgenden näher eingegangen wird.

Entstehungskontext der digitalen Rekonstruktionen des Festspielhaus Hellerau

Die erste computertechnische Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau wurde von den Architekten Jim Webster und Fabian Zimmermann von dem Berliner Architekturbüro atelier4d Architekten mittels AutoCAD, um 1994/1996 erstellt. ⁷⁹² Es zeigt das Bauwerk mitsamt der umliegenden Gebäude sowie der Bepflanzung in fotorealistischer Anmutung ¹⁸⁵.



□ 185

CAD-Modell des Festspielhaus Hellerau aus der Fußgänger- und Vogelperspektive, Renderings, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten«, um 1994/1996.

■ 792

Hintergrundinformationen zum ersten CAD-Modell des Festspielhaus Hellerau nennt Richard Beacham im Interview: [Appendix 2.4](#) (→ 663), Interview mit Richard Beacham, [Frage 1](#). Details zur verwendeten Software erläuterte Richard Beacham am Rande des Interviews am 17.07.2017. Den Entstehungszeitrahmen von 1994/1996 nannte Fabian Zimmermann in einem Gespräch mit der Autorin am 19.01.2018.

■ 793

Vgl. Beacham 1987.

■ 794

[Appendix 2.4](#) (→ 663), Interview mit Richard Beacham, [Frage 1](#).

Der Theaterwissenschaftler Richard Beacham, der damals an der School of Theatre Studies, University of Warwick, Vereinigtes Königreich, lehrte, forschte schon seit den 1980er-Jahren zu dem Schweizer Künstler Adolphe Appia. ⁷⁹³ In Zuge dessen war er nach der Wiedervereinigung in Hellerau, um das historische Gebäude vor Ort in Augenschein zu nehmen. Dort lernte er Fabian Zimmermann, Inhaber des zuvor genannten Büros, kennen, der wie er ein großes Interesse an dem Theaterbau hatte. Als Beacham schließlich ein CAD-Modell sah, das den einstigen Zustand des Festspielhauses wiedergab, sah er darin ein großes Potential für die theaterwissenschaftliche Lehre:

»After seeing this preliminary CAD model, it occurred to me that such technology would be immensely useful for students of theatre history. Because as theatre historians we had always dealt with light, distance, proportions, architecture and all of this. And here was a way of actually beginning to visualize these things. So in 1996 together Fabian and I conceived a project creating models of iconic historic European theatres.« ⁷⁹⁴

Somit bildete dieses erste digitale Modell den Auslöser für das Langzeitforschungsprojekt **Theatron**, das im Folgenden genauer erläutert wird. Beacham und Zimmermann zeigten Bilder dieser 3D-Modellierung in ihrem Antrag auf

■ 795

Vgl. Beacham 2006, S. 90; Appendix 2.4 (→ 663), Interview mit Richard Beacham, Frage 4.

■ 796

Vgl. Appendix 2.4 (→ 663), Interview mit Richard Beacham, Frage 4.

■ 797

Die Hintergrundinformationen zum Projekt »Theatron« erläuterte Richard Beacham in einer E-Mail an die Autorin vom 06.02.2017.

■ 798

Zur Funktion der digitalen Rekonstruktion vgl.: Beacham 1999 (»Eke out our performance with your mind«), S. 149.

■ 799

Appendix 2.4 (→ 663), Interview mit Richard Beacham, Frage 4.

■ 800

Vgl. Beschreibung des Rekonstruktionsprozesses im Interview mit Richard Beacham: Appendix 2.4 (→ 663), Interview mit Richard Beacham, Frage 3.

■ 801

Den Ursprung des Projekts »Theatron« erläutert Beacham im Interview: Appendix 2.4 (→ 663), Interview mit Richard Beacham, Frage 1.

■ 802

Vgl. Beacham/Denard/Baker 2011, S. 465.

■ 803

Vgl. Ross 2003, S. 105.

■ 804

Vgl. Webseite des »Theatron« Projekts: <http://www.theatron.org/>. Hier ist nur ein Link auf die überarbeitete Version »Theatron 2 module« hinterlegt, aber nicht auf die erste Version.

■ 805

Vgl. Beacham/Denard/Baker 2011, S. 465.

finanzielle Förderung, den sie an den **J. Paul Getty Trust** richteten. Nach erfolgreicher Beurteilung erhielten sie wie bereits erwähnt 1995 einen **Conservation Grant**. Dieser wurde dazu verwendet die Hauptfassade sowie die Treppenhäuser zu restaurieren. **795** Erst nach erfolgreichem Abschluss dieser Arbeiten erlangte das Festspielhaus an Aufmerksamkeit in Sachsen, wo bis dahin die Finanzierung der Dresdner Frauenkirche im Mittelpunkt gestanden hatte. **796** Ende der 1990er-Jahre gewährte der Freistaat schließlich eine Förderung von etwa 6 Millionen Euro für weitere Restaurierungsmaßnahmen. **797** Die digitale Rekonstruktion war in diesem Stadium – ähnlich wie bei dem Wiederaufbau der Frauenkirche – insbesondere bei praxisorientierten Fragestellungen von großem Nutzen. So diente sie den Fachleuten, die für den Erhalt und die Restaurierung des Baus zuständig waren, dazu, Veränderungen zu identifizieren, die das Gebäude ausgehend von seiner ursprünglichen Konzeption durchlaufen hatte. **798** Auch war es möglich anhand des 3D-Modells zu ergründen, wie der Bau in seinem gegenwärtigen Zustand am besten restauriert werden konnte. Richard Beacham beschreibt diesen Arbeitsprozess folgendermaßen:

»This was a ›synthetic‹ process using research, discussion, argument, etc. back and forth as it was combining various elements. And it was also a rather ›organic‹ process, of exchange between 3D modellers and those working on the physical restoration of the actual Festspielhaus.« **799**

Demnach waren der Prozess der digitalen Rekonstruktion und die Restaurierungsarbeiten durch den regen Austausch der Experten beider Seiten eng miteinander verknüpft. Eine weitere wichtige Grundlage für das 3D-Modell bildete die Untersuchung historischer Quellen wie Pläne, Fotografien und Beschreibungen. **800**

Mit dem ersten CAD-Modell des Festspielhauses als Auslöser konzipierte Richard Beacham gemeinsam mit Fabian Zimmermann Mitte der 1990er-Jahre ein Projekt im Bereich der virtuellen Lernumgebung, für das er den Titel **Theatron (Theatre History in Europe: Architectural and Textural Resources Online)** entwickelte. **801** Ziel war es, 3D-Modelle historischer Theatergebäude in Europa zu realisieren. Gemeinsam gründeten sie sodann die gleichnamige Firma **Theatron Ltd.** Während Beachams Tätigkeit an der School of Theatre Studies der University of Warwick initiierte er mehrere digitale Rekonstruktionen von Theaterbauten basierend auf historischen Bild- und Schriftquellen. **802**

Mit Unterstützung durch EU-Fördergelder aus dem 4. Forschungsrahmenprogramm wurde 1998 bis 2001 eine erste interaktive online-Lernanwendung von **Theatron** realisiert, auf die in **Kapitel 5.1** (→ **301**) hinsichtlich ihrer Implementierung und Funktionsweise näher eingegangen wird. Der Zugang musste von Institutionen käuflich erworben werden. **803** Diese Anwendung ist heute jedoch nicht mehr zugänglich. **804** Auch eine digitale Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau war darin integriert und konnte von den Nutzern interaktiv erkundet werden. **805** Sie basierte auf dem von Jim Webster und Fabian Zimmermann realisierten CAD-Modell, das von Drew Baker, Experte für VR-Technologien an der University of Warwick, in Zusammenarbeit mit Martin Blazeby in

■ 806

Die Arbeitsabläufe erläuterten Richard Beacham und Fabian Zimmermann in Gesprächen mit der Autorin am 17.07.2017 bzw. am 19.01.2018. Zur Unterscheidung der einzelnen Versionen der 3D-Modelle wird das von den Architekten in den 1990er-Jahren erstellte mit ›CAD-Modell‹ bezeichnet, das im Rahmen des »Theatron 2 module« mit ›VRML-Modell‹, das im Video Anfang der 2000er-Jahre zeigte mit ›3D-Modell im ersten Video‹ und das in »Second Life« implementierte mit ›3D-Modell in Second Life‹.

■ 807

Zu den zugrundeliegenden Quellen und der Modellierung vgl.: Beacham/Denard/Baker 2011, S. 465.

■ 808

Beacham ist einer der Initiatoren der 2009 veröffentlichten London Charter, die Richtlinien für die wissenschaftliche Erstellung digitaler 3D-Modelle kulturellen Erbes festhält. Vgl. Appendix 2.4 (→ 663), Interview mit Richard Beacham, Frage 12. Nähere Informationen zur Charta und ihrer Rezeption folgen in Kapitel 6.2 (→ 469).

■ 809

Zum Potential der digitalen Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau vgl.: Beacham 1999 (»Eke out our performance with your mind«), S. 148–149 u. S. 151.

■ 810

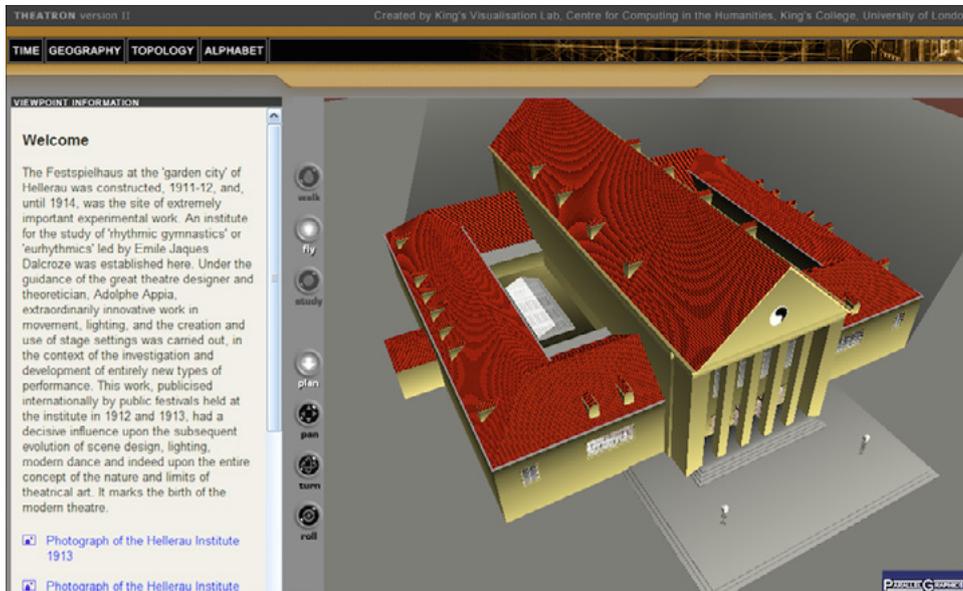
Vgl. Webseite des Projekts »Theatron 2 module«: <http://www.kvl.cch.kcl.ac.uk/THEATRON/>. Nähere Informationen zur Funktionsweise des »Theatron 2 module« werden in Kapitel 5.1 (→ 301) erläutert, Hintergrundinformationen nannte Richard Beacham am Rande des Interviews am 17.07.2017.

eine VRML-Datei umgewandelt worden war. 806 Grundlage für die digitalen Rekonstruktionen waren historische Schrift- und Bildquellen, beispielsweise Architekturbeschreibungen, Briefe, Zeichnungen und Gemälde, sowie die Forschungsarbeiten von jeweiligen Experten zu den Gebäuden. 807 Erarbeitet wurden für jeden Theaterbau je zwei 3D-Modelle mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad: ein einfach gehaltenes Modell, das in Echtzeit navigierbar war und ein sehr detailliert gestaltetes Modell, von dem gerenderte Bilder sowie Animationen erstellt wurden. Für die Modellierung galten strenge Standards hinsichtlich der Wiedergabe architektonischer und archäologischer Befunde. 808

Das konkrete Potential des interaktiven Modells des Festspielhaus Hellerau lag laut Richard Beacham aus Sicht der Theaterwissenschaft insbesondere in folgenden Bereichen: Zum einen ermöglichte das 3D-Modell dem Nutzer das Gebäude zu dekonstruieren und so seine konzeptuelle Zusammensetzung zu erkennen, insbesondere im Hinblick auf architekturgeschichtliche Konzepte sowie die Vorstellungen Adolphe Appias. 809 Zum anderen konnte anhand des 3D-Modells der Bau im Kontext seiner Umgebung genauer untersucht werden. So konnten beispielsweise die Wege analysiert werden, die die Besucher vom Herantreten an das Festspielhaus bis zum Auffinden des Sitzplatzes im Vorführsaal zurücklegten. Auf diese Weise ließen sich ästhetische Konzepte feststellen, die dem Gebäude eingeschrieben sind und die Erfahrung der Besucher bedingten.

Darüberhinaus bot das 3D-Modell noch ein weiteres wesentliches Potential: Es war möglich Designs von Adolphe Appia in die digitale Rekonstruktion zu integrieren, um diese in der für sie ursprünglich konzipierten Umgebung erscheinen zu lassen. In einer Simulation der originalen Bedingungen konnten diese Objekte dann analysiert werden. Auch ließ sich in der Variation der Bedingungen die jeweils unterschiedliche Wirkung der Szenerien Appias untersuchen. Ein 3D-Modell bot sich bei der Analyse von dessen Werken von vornherein an, da es sich dabei um dreidimensionale Objekte handelt, die in einem Raum in verschiedener Weise miteinander kombiniert und unterschiedlichen Beleuchtungssituationen ausgesetzt waren.

Heute ist nur mehr eine überarbeitete Version der ersten Lernumgebung von Theatron online zu finden, das Anfang der 2000er-Jahre veröffentlichte Theatron 2 module, das bis heute frei zugänglich ist. 810 Wie auch bei der zuvor erwähnten EU-geförderten Anwendung handelt es sich hierbei um eine internetbasierte virtuelle Lernumgebung – in Kapitel 5.1 (→ 301) wird im Kontext von online-Anwendungen zur Wissensvermittlung ausführlich darauf eingegangen. Im Rahmen der Webseite des Theatron 2 module werden die digital rekonstruierten Theaterbauten präsentiert, worunter sich auch das Festspielhaus Hellerau befindet. In der zugehörigen Anwendung werden dem Nutzer Informationen zum Bauwerk und seiner Nutzung als Festspielhaus in Form von Texten und historischen Fotografien dargeboten 186. Der Nutzer kann sich mithilfe der Maus um das Bauwerk frei herum bewegen und es aus der Vogel- und Fußgängerperspektive betrachten 187. Auch ein virtuelles Betreten und Erkunden jedweder Räume ist möglich. Starr positionierte, virtuelle menschliche Figuren weisen auf besondere Ansichten hin, die der Nutzer nach Belieben einnehmen könnte. Die heute online verfügbare Version des Theatron 2 module weist allerdings weit weniger Funktionen auf als die Version der ersten Lernumgebung.



□ 186

Interaktive und online zugängliche, digitale Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau, »Theatron 2 module«, University of Warwick und »King's Visualisation Lab«, King's College London, Anfang der 2000er Jahre, Bildschirmfoto 2017.



□ 187

Virtueller Rundgang außerhalb und innerhalb des digital rekonstruierten Festspielhaus Hellerau, »Theatron 2 module«, University of Warwick und King's College London, Anfang der 2000er Jahre, Bildschirmfotos 2017.

■ 811
Die Arbeitsweise des Teams erläuterte Richard Beacham am Rande des Interviews am 17.07.2017.

■ 812
Den Wechsel an das King's College London erläuterte Beacham am Rande des Interviews am 17.07.2017.

■ 813
Vgl. Beacham 2006, S. 94; Murfin 2007.

■ 814
Vgl. Datei Beacham01.flv im Ordner »Beacham« auf der CD-Rom zur folgenden Publikation: Performance Research. Digital Resources, Bd. 11 (2006), Nr. 4.

Das 3D-Projekt Theatron wurde über die Jahre stets weiterentwickelt, je nachdem wie viel Zeit und Geld Beacham und seinem Team dafür zur Verfügung stand. ⁸¹¹ Wie bereits erwähnt wechselten sie 2005 an das King's College London (KCL), an dem der Theaterwissenschaftler das King's Visualisation Lab (KVL) gründete. ⁸¹²

Im Jahr 2006 präsentierte er erstmals öffentlich einen virtuellen Rundgang durch das Festspielhaus Hellerau in Form eines Videos: Er stellte es im Rahmen seiner Keynote »Bearers of the Flame«. Music, dance, design, and lighting, real and virtual – the enlightened and still luminous legacies of Hellerau and Dartington auf der Konferenz Digital Resources for the Humanities and Arts (DRHA) in Dartington, Vereinigtes Königreich, vor (¹⁸⁸ bis ¹⁹³). ⁸¹³ Das knapp zweiminütige Video wurde auf einer CD-Rom der zugehörigen Publikation zur Veranstaltung mit einer Auflösung von 304 × 256 Pixel als Flash Video (.flv) beigelegt und weist keine Tonspur auf. ⁸¹⁴ Die darin gezeigte 3D-Rekonstruktion sowie das Video wurden von Jim Webster und Fabian Zimmermann von atelier4d Architekten um 1994/1996 erstellt. ⁸¹⁵ Fraglich ist, warum das 3D-Modell aus den 1990er-Jahren für eine Präsentation im Jahr 2006 verwen-

■ 815

Den genauen Zeitpunkt der Erstellung konnten die Beteiligten nicht mehr bestimmen. Beacham nannte als möglichen Entstehungszeitraum das Jahr 2004 (E-Mail an die Autorin vom 25.05.2017), Fabian Zimmermann vermutete eine noch frühere Entstehung (E-Mail an die Autorin vom 11.01.2018). Der Theaterwissenschaftler gab zudem an, dass Drew Baker das 3D-Modell und Takeo Magruder das Video erstellt hatten. Dies ist allerdings unwahrscheinlich, da das im Video gezeigte 3D-Modell mit den von »atelier4d Architekten« erzeugten Renderings übereinstimmt, während die später von Drew Baker realisierten digitalen Modelle sich ästhetisch stark davon unterscheiden. Daher ist zu vermuten, dass das 3D-Modell und wahrscheinlich auch das Video von »atelier4d Architekten« erstellt wurden. Drew Baker und sein Kollege am King's College London, Martin Blazeby, konnten nicht erreicht werden.

■ 816

Möglicherweise war es das einzige Video, das zu diesem Zeitpunkt von dem Festspielhaus vorlag.

■ 817

Details zur Entwicklung und Nutzung von »Theatron 3« in »Second Life« vgl. Kapitel 5.1 (→ 301); Appendix 2.4 (→ 663), Interview mit Richard Beacham, Frage 6 u. Frage 7; Webseite des Projekts »Theatron 3«: <http://www.theatron3.cch.kcl.ac.uk/>; THEATRON Final Report 2009.

■ 818

Vgl. Video mit virtuellem Rundgang durch das Gebäude an der Seite eines Avatars: »YouTube«: <https://www.youtube.com/watch?v=Enhm0vE73iU> (27.04.2008 online gestellt); Webseite des Projekts »Theatron 3«: <http://www.theatron3.cch.kcl.ac.uk/index.php-id=69.html>.

■ 819

Appendix 2.4 (→ 663), Interview mit Richard Beacham, Frage 6.

■ 820

Zu Hintergrundinformationen zum künstlerischen Projekt im Jahr 2007 vgl.: Beacham 2009.

■ 821

Ebd.

det wurde. ⁸¹⁶ Da es sich um die erste öffentliche Präsentation der digitalen Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau handelt, die zudem noch heute zugänglich ist, steht sie im nachfolgenden Abschnitt des vorliegenden Kapitels im Fokus der Analyse.

Eine erneute Überarbeitung erfuhr die digitale Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau mit der Implementierung von **Theatron 3** in die virtuelle Welt von **Second Life** zwischen 2007 und 2009 ¹⁹⁶. ⁸¹⁷ Wie in **Kapitel 5.1** (→ 301) ausführlich erläutert wird, war es in dieser virtuellen Umgebung nun auch möglich, die dort vorhandenen 3D-Modelle von historischen Theaterbauten auf unterschiedliche Weise zu erforschen. Hierfür bestand durch die Einbindung von interaktiven Inhalten die Möglichkeit beispielsweise Requisiten, Klangeffekte und Beleuchtung individuell zu verwenden. Insofern waren hier ähnliche Funktionen gegeben, wie in der ersten **Theatron** Version, jedoch war die Technik um ein Vielfaches weiterentwickelt. Da **Theatron 3** seit 2012 nicht mehr in **Second Life** zugänglich ist, kann nur mehr über ein Video ein Eindruck darüber gewonnen werden, wie die Interaktion mit dem 3D-Modell des Festspielhauses erfolgte. ⁸¹⁸

Im Rückblick sah Beacham in digital rekonstruierten Theaterbauten insbesondere in räumlich ästhetischer Hinsicht einen großen Mehrwert für die Erforschung des historischen Gebäudes sowie beim Einsatz in der Lehre:

»A 3D model of a theatre is very useful for study and learning and research purposes because theatres are all about space and movement and visual qualities: all of which are accessible in virtual formats. Instead of looking at drawings, or photographs, or designs, users can see and in the case of some models, such as Second Life, actually »visit and explore and move about the historical theatre space.« ⁸¹⁹

Die interaktive Komponente war für ihn dabei das Entscheidende Element. Umso bedauerlicher ist es, dass nur noch das **Theatron 2 module** im Internet zugänglich ist. Auf eine nachhaltige Nutzbarkeit der online-Anwendungen war das gesamte **Theatron** Projekt nicht ausgelegt, wie die gegenwärtige Situation offenbart. Dies ist ein wichtiges Desiderat und trifft auf viele der in der vorliegenden Arbeit analysierten 3D-Projekte zu. Das Thema der Langzeitarchivierung wird in **Kapitel 6.2** (→ 469) genauer betrachtet.

Doch nicht nur virtuelle online-Anwendungen waren mit **Theatron 3** möglich, sondern auch hybride Formen: So wurden zwei Bühnenbildentwürfe von Appia, **The Staircase** (1909) und **Descent into the Underworld** (1912), 2007 im Rahmen einer Zusammenarbeit des KVL mit der **Trans Media Akademie** in Hellerau in künstlerischen Simulationen umgesetzt. ⁸²⁰ Im Rahmen des **CyNetArt07** Festival wurden sie in Lebensgröße auf die Stirnwand des großen Saals des Festspielhauses projiziert. Zu sehen waren das digital rekonstruierte Bühnenbild und Avatare, die die Bewegungen von den Performern zu Appias Zeit nachstellten. Vor Ort bewegten sich auch reale Tänzer nach einer neuen Choreographie. So vermischten sich hier reale und virtuelle Elemente zu einer »virtual, living scenographic sculpture« ⁸²¹.

Wie dieser Überblick zeigt, entwickelten sich aus der ersten digitalen Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau weitere Versionen, die in unterschiedlichen wissenschaftlichen Kontexten realisiert und verwendet wurden. Im Folgenden werden daher die einzelnen Versionen der 3D-Modelle gegenübergestellt, um die unterschiedlichen Visualisierungen und die so entstandenen Bilder zu vergleichen: Renderings des im Rahmen der Restaurierung entstandenen CAD-Modells (1996), erstes veröffentlichtes Video mit Rundgang durch das 3D-Modell (Anfang 2000er-Jahre/2006), interaktives VRML-Modell im **Theatron 2 module** (Anfang 2000er-Jahre), Video mit virtuellem Rundgang durch das 3D-Modell in **Second Life** (2007–2012).

■ 822

Auch im Hinblick auf die Vergleichbarkeit mit den anderen in der vorliegenden Arbeit analysierten 3D-Projekten wurde der Fokus der detaillierten Untersuchung auf das Video gelegt und nicht auf das interaktive »VRML«-Modell, das wohl in einem ähnlichen Zeitraum entstand.

Ziel ist die Inszenierung des Bauwerks und deren Wirkung zu ergründen. Vorangestellt ist eine detaillierte Analyse der Visualisierung des 3D-Modells im ersten Video. Denn hierbei handelt es sich um die erste Veröffentlichung der digitalen Rekonstruktion des Festspielhaus in Form eines Videos, die noch heute zugänglich ist. **822** Die Analyse bildet die Grundlage für die danach erfolgende vergleichende Untersuchung der einzelnen 3D-Modellversionen und beginnt mit einem virtuellen Rundgang durch das Theatergebäude.

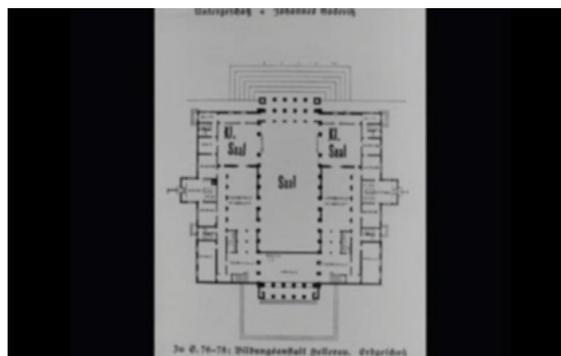
Virtueller Rundgang – Die visuelle Präsentation des 3D-Modells im Video

Inhaltlich kann das Video, das eine Länge von insgesamt 1:42 Minuten hat, in drei Teile untergliedert werden. Im Ersten Abschnitt (Min. 0:00 – 0:10) ist der Grundriss des Festspielhaus Hellerau zu sehen, aus dem im nächsten Abschnitt (Min. 0:11 – 0:29) die digitale Rekonstruktion des Gebäudes in Form eines 3D-Modells erwächst und es von außen zeigt. Der dritte und längste Teil des Videos (Min. 0:30 – 1:42) umfasst schließlich einen virtuellen Rundgang durch das Innere des Bauwerks.

Die erste Einstellung zeigt in Aufsicht einen auf weißem Untergrund befindlichen in Schwarz gezeichneten Grundriss des Festspielhauses im Hochformat. **823** Darin ist die jeweilige Funktion der einzelnen Räume mit lateinischen Buchstaben im Plan vermerkt **188**.

■ 823

Laut Richard Beacham handelt es sich hierbei um einen historischen Plan von Heinrich Tessenow um 1912. Diese Information ist einer E-Mail von Richard Beacham an die Autorin vom 17.07.2017 entnommen.

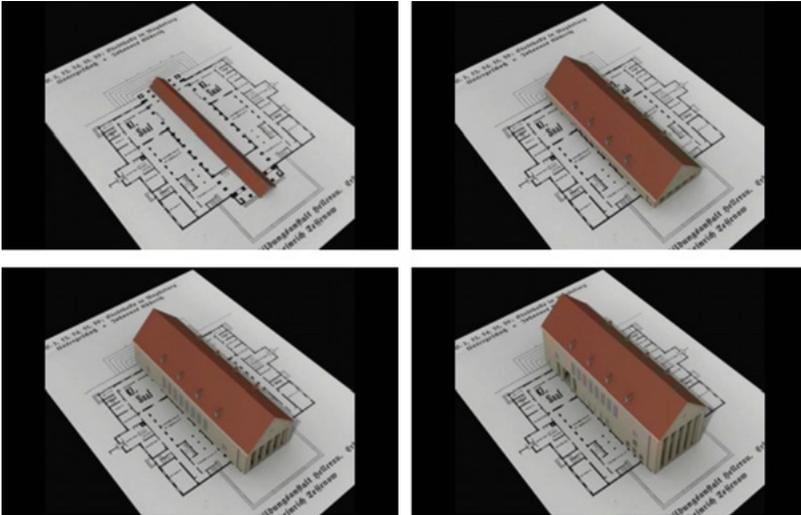


□ 188

Grundriss des Architekten Heinrich Tessenow um 1912, Still aus dem Video der digitalen Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau, Min. 0:03, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten« und Richard Beacham/ University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung).

Nach wenigen Sekunden beginnt sich der Grundriss nach rechts zu drehen. Er scheint sich auf einem Blatt Papier zu befinden, das nun schräg im Bild ist, sodass seine Ecken vom Bildrand abgeschnitten werden. Als es zum Stillstand kommt, erwächst daraus sogleich das 3D-Modell des Festspielhaus Hellerau, genau an den vom Grundriss markierten Stellen. Dieser Vorgang beginnt mit dem höchsten Element des Gebäudes, dem Dach des Mittelbaus. In

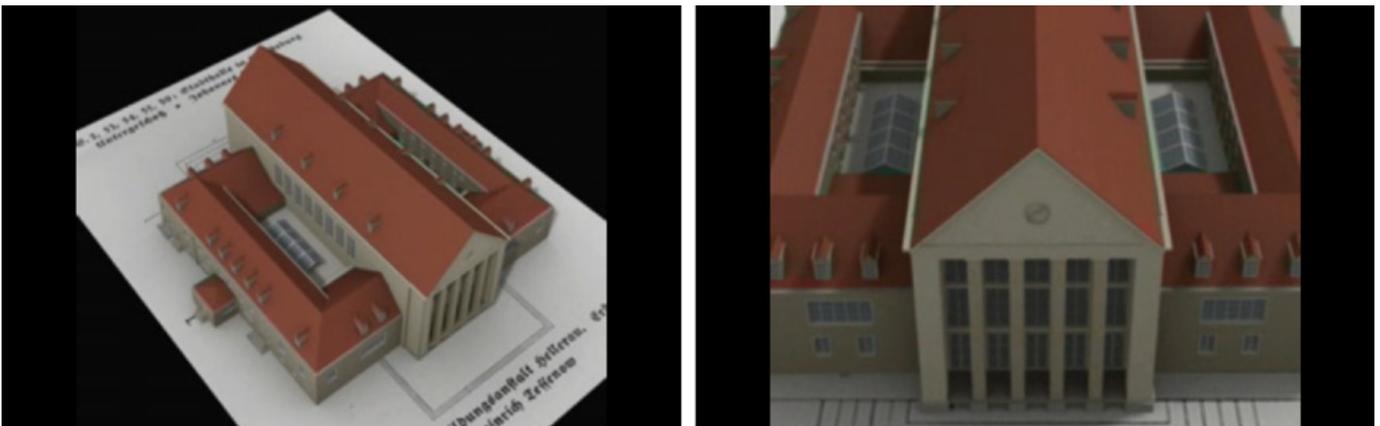
einer fließenden Bewegung taucht es aus dem Plan auf, als würde der Wasserspiegel in Form des Papierbogens sinken und zum Vorschein kommt der darunter liegende Baukörper. So taucht innerhalb von vier Sekunden zunächst der mittlere Gebäudeteil komplett auf ¹⁸⁹. Daran schließen sich die beiden Seitenflügel an, wobei auch hier zuerst die Dächer erscheinen.



□ 189

Das 3D-Modell erwächst aus dem Grundriss, Stills aus dem Video des Festspielhaus Hellerau, Min. 0:11 – 0:15, Jim Webster und Fabian Zimmermann/ »atelier4d Architekten« und Richard Beacham/University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung).

Nachdem der gesamte Bau steht, erfolgt die Überblendung auf eine Ansicht des 3D-Modells, die die Rückseite des Gebäudes aus einer relativ steil gewählten Vogelperspektive zeigt ¹⁹⁰. Hier ist ein enger Bildausschnitt gewählt worden, denn die Flügelbauten sind in ihrer Breite nicht komplett zu sehen. Durch die extreme Aufsicht ist auch ein Blick in die Lichthöfe möglich, die die Seitenflügel mit dem Mittelbau bilden. Die virtuelle Kamera zoomt an den Portikus heran, bis dessen unteres Viertel aus dem Bild verschwindet.



□ 190

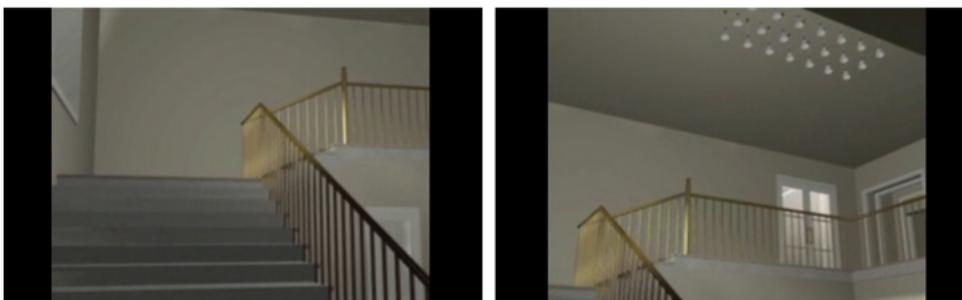
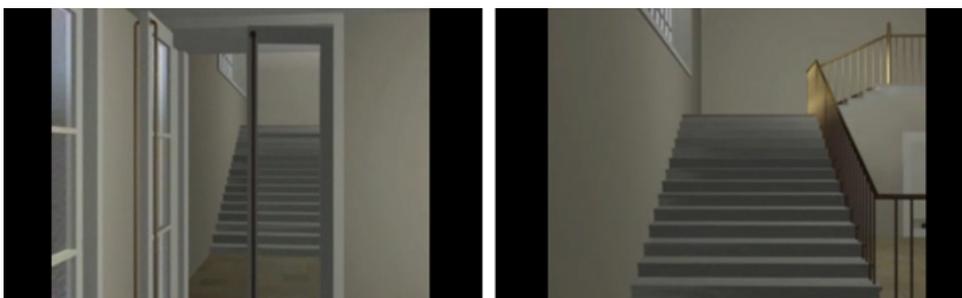
3D-Modell über historischem Grundriss, Ansicht von Südwesten (links) und von Norden (rechts), Stills aus dem Video der digitalen Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau, Min. 0:22 – 0:25, Jim Webster und Fabian Zimmermann/ »atelier4d Architekten« und Richard Beacham/University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung).

In diesen Zoom hinein erfolgt die Überblendung ins Innere des Gebäudes: Die virtuelle Kamera führt den Betrachter auf Augenhöhe durch die Türe an der rechten Seite des Portals in die Eingangshalle hinein. Sie bewegt sich zunächst auf die gegenüberliegende Wand zu und schwenkt dann langsam nach links ^[191]. So kommen zuerst die drei Türen zum großen Saal ins Bild und im weiteren Verlauf des Schwenks ist der komplette Raum zu sehen, auch die Decke mit ihren Balken und den dazwischen in Reihen montierten Hängelampen. Die virtuelle Kamera verharrt an dieser Stelle kurz und bewegt sich anschließend in einem leichten Bogen zur linken Tür am Ende der Eingangshalle. Der linke Türflügel steht bereits offen und beim Näherkommen öffnet sich der rechte, sodass die Kamera mitten hindurchgleiten kann und in die dahinterliegende Treppenhalle gelangt. Sie bewegt sich auf die Treppe zu und scheinbar ein paar Stufen hinauf. Sodann wendet sie sich nach schräg rechts oben und zeigt dadurch die Empore sowie die von der Decke hängenden Lampen ^[192].



□ 191

Kamerafahrt durch die Eingangshalle, Stills aus dem Video der digitalen Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau, Min. 0:35 – 0:57, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten« und Richard Beacham/University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung).



□ 192

Kamerafahrt und -schwenk durch die südwestliche Treppenhalle, Stills aus dem Video der digitalen Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau, Min. 1:09 – 1-29, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten« und Richard Beacham/University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung).

Darauf folgt eine Überblendung auf ein Standbild, das den großen Saal visualisiert ^[193]. In dieser Einstellung befindet sich der Betrachter oben auf der Zuschauertribüne, in der hinteren Ecke auf der rechten Seite. Dies ermöglicht einen ungehinderten Blick in den Raum hinein, der fast ohne jegliche Einrichtungsgegenstände dargestellt ist. Lediglich die Zuschauersitze sind schemenhaft visualisiert sowie das Geländer an der rechten Seite. Abgeschlossen wird das Video mit einer Überblendung auf ein schwarzes Bild. Es folgt kein Abspann.



□ 193

Blick von der Zuschauertribüne in Richtung Bühnenraum, Still aus dem Video der digitalen Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau, Min. 1:32, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten« und Richard Beacham/ University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung).

Analyse der fertiggestellten Visualisierung – Einsatz von Licht und Schatten, Farbgebung, Texturen

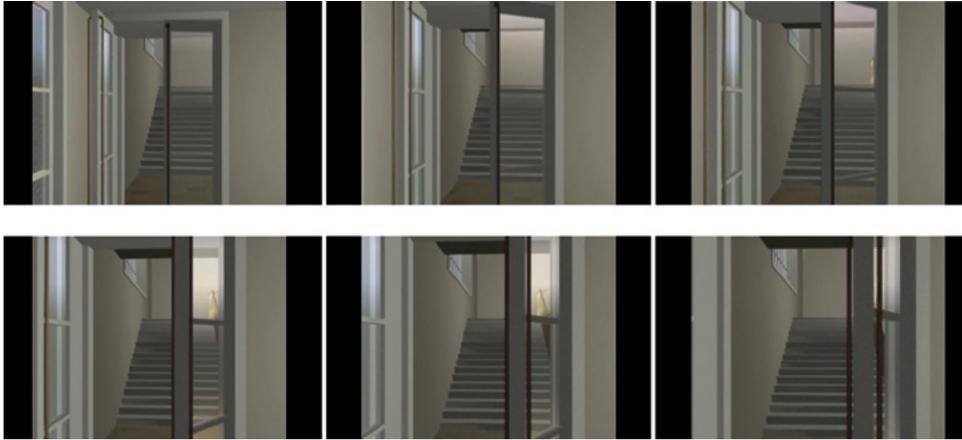
Im Außenbereich ist keine auffällige Lichtsimulation erkennbar. Der Schattenverlauf weist auf eine südwestlich und beinahe senkrecht über dem Gebäude positionierte, virtuelle Lichtquelle hin. Denn die Schlagschatten sind relativ kurz und die nach Osten abfallenden Dachflächen dunkler gefärbt als andere ^[190].

Die Lichtsimulation im Inneren ist komplexer angelegt: Im ersten Kamerashwenk, der die Eingangshalle zeigt, sind am Boden deutlich helle Bereiche zu sehen. Diese scheinen anhand des Lichteinfalls durch die mit verglasten Sprossenfenstern ausgestatteten Türen entstanden zu sein. Die Lampen an der Decke leuchten offensichtlich nicht und kommen daher nicht als Quelle infrage. Irritierenderweise sind die Glasflächen der Türen dunkel dargestellt, obwohl sie erwartungsgemäß aufgrund des Tageslichts erhellt sein müssten. Im Gegensatz dazu sind die Wandflächen zwischen den Türen nicht verschattet. Diese Lichtsimulation erinnert unwillkürlich an die bereits untersuchte Rekonstruktion von Old Minster, bei der wegen des **Depth-Cueing**-Effekts im Außenbereich Nacht war. ^[824] Da dieses technische Problem aus den 1980er-Jahren längst gelöst ist, bleibt die Frage, warum hier eine fehlerhafte Anzeige zu sehen ist.

Die anschließende Sequenz, in der sich die virtuelle Kamera durch eine Türe in die Treppenhalle bewegt, wartet hingegen mit zwei besonderen Effekten auf. Während der rechte Türflügel aufschwingt, reflektiert deren oberste Glasscheibe das Licht. So leuchtet der metallische Handlauf des dahinterliegenden Treppengeländers kurz auf ^[194].

■ 824

Vgl. Kapitel 3.2 (→ 091).



□ 194

Blick durch die Verbindungstüre zwischen Eingangshalle und Treppenhaus, Stills aus dem Video der digitalen Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau, Min. 1:09 – 1:13, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten« und Richard Beacham/University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung).

Als sich die virtuelle Kamera schließlich im Treppenhaus befindet, ist der Lichteinfall durch das neben dem Portikus gelegene Fenster auf Höhe des Zwischenabsatzes der Treppe sichtbar ^[195]. Realistisch dargestellt ist dies anhand der Fensterscheiben, die im Gegensatz zu den Türen im Erdgeschoss hell wiedergegeben sind, sowie der Farbigkeit des Geländers. Während dieses im unteren Bereich dunkelbraun gefärbt ist, erstrahlt es weiter oben am Treppenabsatz golden. Der Kameraschwenk zur Decke zeigt, dass auch in diesem Raum die Lampen nicht erleuchtet dargestellt sind.



□ 195

Blick von der Eingangshalle in das Treppenhaus, Still aus dem Video der digitalen Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau, Min. 1:15, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten« und Richard Beacham/University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung).

Eng verknüpft mit der Lichtsimulation ist die Farbigkeit des digital rekonstruierten Gebäudes. So sind weitgehend die von Licht beschienenen Elemente heller dargestellt als die im Schatten liegenden. Eine Ausnahme bildet hier wie bereits erwähnt die Wiedergabe der Eingangshalle. Dies wird im Vergleich mit einem historischen Foto besonders deutlich, worauf später noch eingegangen wird. Hell-Dunkel-Kontraste kommen insbesondere im Außenbereich des Bauwerks sowie im Großen Saal zur Geltung. Farblich hebt sich das über dem Grundriss visualisierte 3D-Modell sehr gut von seinem weißen Untergrund ab ^[190]. Denn die Wände erscheinen in einem Beigeton, die Dächer in Ziegelrot. Glasscheiben von Fenstern sind blau-grau gefärbt.

Hier wurden keine Texturen mit fotorealistischen Oberflächen verwendet. Das Dach hat beispielsweise keine Ziegel, sondern weist eine durchgehend plane Ebene auf. Generell wurden fotorealistische Texturen, die bestimmte Materialien oder markante Oberflächen darstellen, in der Rekonstruktion kaum verwendet. Möglicherweise kam für die Darstellung des Fußbodens in der Eingangshalle eine Textur zum Einsatz ^[191]. Denn hier sind in verschiedenen

Beigetönen gehaltene Fliesen erkennbar, wobei deren Größe und Beschaffenheit durch die niedrige Auflösung nicht genau zu identifizieren sind. Die Griffe der Türen zwischen Portikus und Eingangshalle weisen eine an Metall erinnernde, messingfarbene Optik auf, ebenso das Treppengeländer.

Die Materialeigenschaften der Bestuhlung im großen Saal werden in der im Video vorliegenden Einstellung nicht ersichtlich ^[193]. Jedoch evozieren die zwischen weiß und hellgrau changierenden Wände und die Decke dieses Raums den Eindruck, sie seien tatsächlich mit weißem Leintuch bespannt. Dies wird durch die feinen Längsstreifen und die diffus erscheinende Beleuchtung erreicht. Der Fußboden hingegen ist einheitlich hellbraun gefärbt, ohne Hinweis auf seine Beschaffenheit. Auf diese Weise entsteht ein starker Kontrast zwischen den hellen Wänden sowie der Decke einerseits und andererseits den dunkel gehaltenen Türöffnungen und der Bestuhlung.

Zum Vergleich sei nun kurz auf die Lichtsimulation in den drei weiteren Versionen der 3D-Modelle eingegangen:

Im VRML-Modell gibt es eine simulierte Lichtquelle aus Richtung Süden ^[186]. Allerdings wurde nur der Schlagschatten des Gebäudes als Ganzes korrekt dargestellt, verschattete Partien sämtlicher baulicher Details entsprechen hingegen nicht der Realität. Im Gegensatz zur digitalen Rekonstruktion im hier analysierten Video ist das Podest vor dem Portal dreidimensional modelliert.

Hingegen ist in dem CAD-Modell zur Steigerung des realistischen Eindrucks eine starke Lichtquelle simuliert, die dunkle Schatten hervorruft ^[185]. Stilisierte Bäume wurden im Hintergrund platziert und ein hellblauer wolkenloser Himmel rahmt die Szenerie ein. Dieses Bild entspricht auf konstruktiver und gestalterischer Ebene – wie beispielsweise in der Wiedergabe aus der Perspektive eines Spaziergängers – dem Anspruch eines Architekten, eine zukünftige bauliche Situation möglichst realistisch und detailliert darzustellen.

Die Visualisierung des Festspielhauses in **Second Life** hebt sich im Hinblick auf die Lichtsimulation von den zuvor genannten Versionen deutlich ab ^[196]. Denn hier wird eine Sonnenuntergangsszenerie dargestellt: Die Sonne befindet sich hinter dem Festspielhaus, sodass ähnlich wie im ersten Video auch hier die Hauptfassade im Schatten liegt. Zwar erzeugt die untergehende Sonne mit den realistisch anmutenden Reflexionen auf dem Wasser eine warme Atmosphäre, jedoch verhindert dies einen objektiven Blick auf das Bauwerk. Zudem trägt die Darstellung des Sees nicht zur Wiedererkennbarkeit des Festspielhauses bei. Generell ist zu hinterfragen, ob eine solche stimmungsvolle Szenerie im Rahmen einer wissenschaftlichen Rekonstruktion erkenntnisfördernd ist.

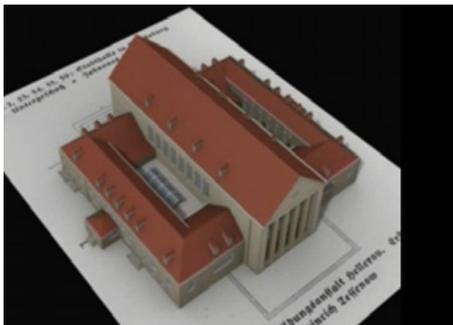


□ 196
3D-Modell des Festspielhaus Hellerau auf einer das Umfeld ausklammernden Insellage des Projekts »Theatron 3« (2007–2012) in der virtuellen Umgebung von »Second Life«, »KVL« 2007–2012.

Analyse der fertiggestellten Visualisierung – Detailgenauigkeit

Wie detailgenau die digitale Rekonstruktion des Festspielhauses im ersten Video umgesetzt wurde, kann anhand von Vergleichen mit historischen Fotografien aus den 1910er-Jahren erörtert werden. Dafür werden Aufnahmen des äußeren Erscheinungsbilds, der Eingangshalle, der Treppenhalle sowie des Großen Saals herangezogen.

In Bezug auf die Fassade lässt sich erkennen, dass sie in ihren Details in das 3D-Modell für das Video übernommen wurde. Einzig der kleine Vorsprung rechts und links an der Südfassade der Seitenflügel wurde nicht digital modelliert [197]. Bei genauem Hinsehen fällt auf, dass das Ying-Yang-Symbol im Giebelfeld des digital rekonstruierten Gebäudes nicht vollständig wiedergegeben ist [190] [197]. Anstatt der weißen und schwarzen Flächen weist das Symbol die gleiche Farbe wie das Mauerwerk auf.



□ 197
Vergleich der Südwestfassade: 3D-Modell über historischem Grundriss, Still aus dem Video der digitalen Rekonstruktion, Min. 0:22, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten« und Richard Beacham/University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung), (links) und historische Fotografie der Südfassade, 1913 (rechts).

Historische Fotografien, die die Außenansichten des Festspielhauses wiedergeben, zeigen meist auch die benachbarten Gebäude [179]. Im Video wurde das Gesamtensemble von Lehrer- und Schülerbauten allerdings nicht integriert, stattdessen wurde das Bauwerk virtuell auf einer Ansicht seines Grundrisses platziert [189]. Auch im VRML-Modell findet sich kein Hinweis darauf, wo das Festspielhaus einst in Hellerau stand [187]. Das 3D-Modell in Second Life ist zwar in eine Landschaft eingebettet, jedoch nicht in seiner realen Umgebung, sondern am Ufer einer erdachten Insel [196]. 825 Nur in dem CAD-Modell aus den 1990er-Jahren wurden auch die das Festspielhaus umgebenden Bauten und Flächen rekonstruiert, sodass der Betrachter die Möglichkeit hat, es stadträum-

■ 825

In »Second Life« besteht grundsätzlich die Möglichkeit Inseln oder Flächen auf Kontinenten zu erwerben, um darauf Gebäude zu errichten. Zur Funktionsweise und der Nutzung von »Second Life« vgl. Kapitel 5.1 (→ 301).

lich einzuordnen ^[185]. Dies war maßgeblich der Funktion dieses Modells geschuldet, das den Architekten im Rahmen der Restaurierung zur Orientierung und Referenz diente.

Da das Bauwerk anhand von zahlreichen historischen Fotografien relativ gut dokumentiert ist, hätten diese Bilder beispielsweise in das erste Video eingebunden werden können. So wäre es im direkten Vergleich – beispielsweise durch Überblendung oder dem Nebeneinanderstellen von Rekonstruktion und historischem Vorbild – möglich gewesen, die Rekonstruktion als detailgenaue, verlässliche Initiative zu präsentieren.

Das Innere des Festspielhaus ist in zahlreichen Fotografien festgehalten. Diese wurden zum Teil als Vorlagen für die digitale Rekonstruktion des Gebäudes herangezogen, was bei einem Vergleich von Ansichten im 3D-Modell mit den historischen Aufnahmen deutlich wird: Der Blickwinkel, aus dem das Foto der Eingangshalle 1913 aufgenommen worden ist, findet sich auch im 3D-Modell ^[198]. Sämtliche baulichen Details, die im historischen Foto sichtbar sind, finden sich auch in der Rekonstruktion wieder: der geflieste Fußboden, die in Reihen gehängten Lampen, die reliefierten Türen zum Großen Saal sowie die mit Sprossenfenstern versehenen Türen zum Portikus und zum Treppenhaus. Einrichtungsgegenstände wurden hingegen nicht in das 3D-Modell integriert. So fehlen darin der Empfangstisch mit Stuhl – im 3D-Modell in **Second Life** befindet sich dort an der Wand eine Tafel – und die zwischen sämtlichen Türen aufgehängten Tafeln ^[205]. Auch kleine Details, wie die Klinken der drei Türen zum großen Saal und Scharniere der übrigen Türen wurden nicht modelliert. Im direkten Vergleich fällt zudem auf, dass der Raum auf dem Foto viel größer wirkt als im Modell. Dennoch ist seine Wiedererkennbarkeit in der digitalen Rekonstruktion gewährleistet.



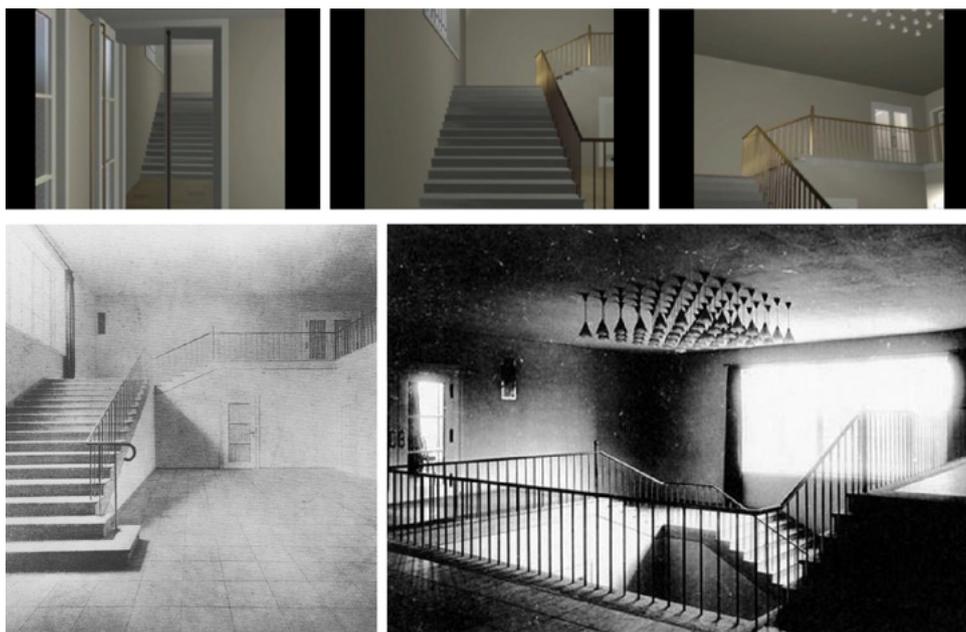
□ 198

Vergleich der Eingangshalle: Stills aus dem Video der digitalen Rekonstruktion, Jim Webster und Fabian Zimmermann/ »atelier4d Architekten« und Richard Beacham/University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung), (oben) und Fotografie von 1913 (unten).

Für einen Vergleich des Erscheinungsbildes der Treppenhalle in den historischen Fotografien aus dem Jahr 1913 mit der Darstellungsweise im 3D-Modell sind mehrere Stills aus dem Video der Rekonstruktion notwendig ^[199]. Denn im 3D-Modell werden keine Ansichten des Raumes gezeigt, wie sie auf den beiden Fotos zu sehen sind, stattdessen sind nur einzelne Ausschnitte sichtbar. Im direkten Vergleich überwiegen die Übereinstimmungen im Erscheinungsbild: der geflieste Fußboden, der gebogene Abschluss des Handlaufs vom Treppengeländer, das lang gezogene Fenster, der erhöhte Pfosten des Treppengeländers am oberen Absatz sowie die Doppeltüre im Obergeschoss. Nur wenige Details wurden nicht in die digitale Rekonstruktion übernommen, wie der Vorhang – in der späteren Modell-Version in **Second Life** ist er zu sehen – und das dunkle Kästchen (möglicherweise ein kleiner Wandschrank) über dem ersten Zwischenabsatz der Treppe ^[208]. Im 3D-Modell finden sich an der Decke angebrachte Lampen, die gemäß der Fotografien nur in der nordöstlichen Treppenhalle aufgehängt waren. Allerdings wurden sicherlich auch im südwestlichen Treppenhaus – das im Video gezeigt wird – Lampen installiert, schon allein aus Gründen der Symmetrie. ^[826]

■ 826

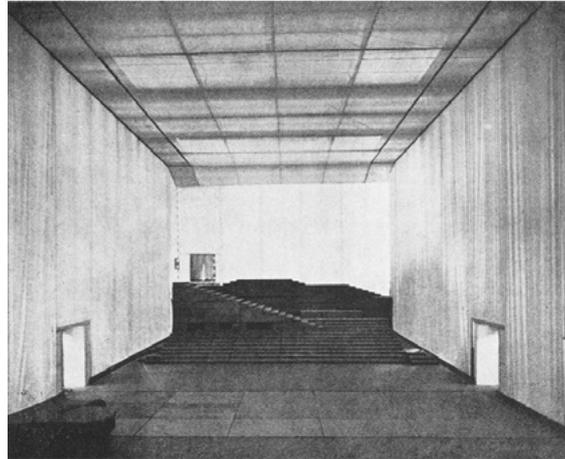
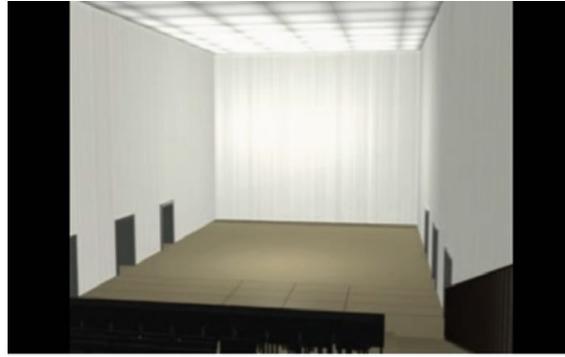
Die eindeutige Unterscheidung zwischen südwestlichem und südöstlichem Treppenhaus in den historischen Fotografien ist nur unter der vorausgesetzten Annahme möglich, dass die vorliegenden Fotos nicht gespiegelt wurden.



□ 199

Vergleich des Treppenhauses: Stills aus dem Video, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten« und Richard Beacham/University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung), (oben) und historische Fotografien des Festspielhauses von 1913, die das südwestliche Treppenhaus (unten links) und das südöstliche Treppenhaus zeigen (unten rechts).

Wie schon in der Sequenz zur Eingangshalle ist auch bei der Präsentation des großen Saals im Video eine Kameraeinstellung gewählt, die den Raum nicht zentralperspektivisch zeigt. Stattdessen befindet sich die virtuelle Kamera in der hinteren Ecke, rechts oben auf der Zuschauertribüne ^[200]. Das Erscheinungsbild des großen Saals im 3D-Modell stimmt im Wesentlichen mit der historischen Aufnahme überein. Wie bereits beschrieben finden sich die hell bespannten Wände und das rasterhafte Muster der Decke wieder. Auch die Gestaltung des Fußbodens mit den großen Platten, unter denen der versenkbare Orchestergraben liegt, ist zu sehen. Nur deren Anordnung ist nicht symmetrisch und daher nicht ganz identisch mit dem Vorbild.



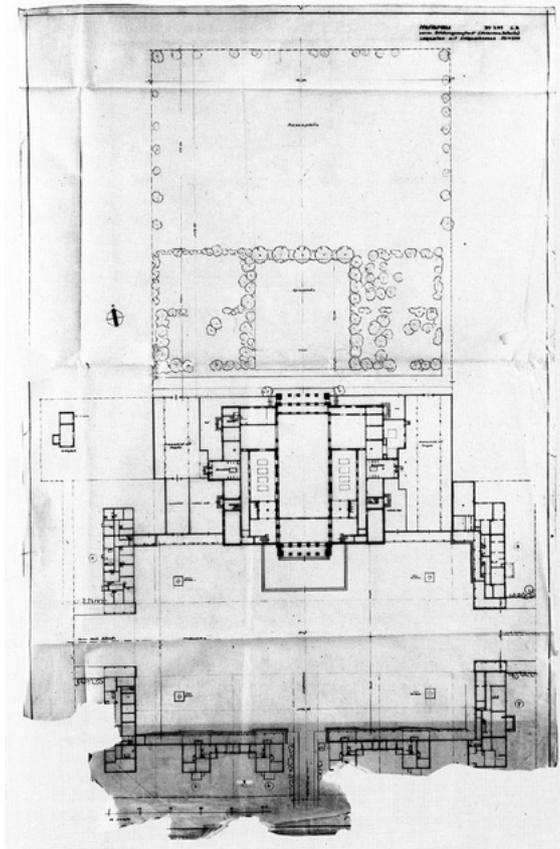
□ 200

Blick in den großen Saal im 3D-Modell, Still aus dem Video der digitalen Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten« und Richard Beacham/University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung), (oben); Historische Fotografie des großen Saals mit Blick zur Bühne, um 1911 (unten).

Im 3D-Modell fallen beim Betrachten des großen Saals die drei Durchgänge ins Auge, die jeweils an den Seitenwänden zu sehen sind. Anhand historischer Fotografien und Grundrisse ist diese Anordnung der Durchgänge nicht nachvollziehbar ^[180]. Die historischen Aufnahmen der Bühne und der Zuschauertribüne zeigen an jeder Wand je eine Tür vor und hinter dem Orchestergraben ^[181] ^[182]. In einem um 1938 im Maßstab 1:200 entstandenen Grundriss sind die Durchgänge so eingetragen, wie sie in den historischen Fotografien zu sehen sind ^[201]. Zudem zeigt der Plan mehrere Nischen in den Wänden sowie Öffnungen im hinteren Bühnenraum. Gemäß des zu Anfang betrachteten, undatierten Grundrisses existieren je zwei Türen zwischen Orchestergraben und Zuschauertribüne ^[180]. Diese Unstimmigkeiten zwischen Plänen und Fotografien kommen zustande, weil sie aus unterschiedlichen Zeiten stammen und einen jeweiligen spezifischen Zustand dokumentieren. Richard Beacham erklärt das Vorhandensein von drei Durchgängen in der digitalen Rekonstruktion damit, dass entlang der Seitenwände Vorhänge installiert werden konnten, die erlaubten eine beliebige Anzahl an Öffnungen zu kreieren. ^[827] Für die digitale Rekonstruktion bedeuteten diese Unstimmigkeiten in den historischen Quellen vor allem Diskussionsbedarf, um zu einer im Modell umzusetzenden Variante zu gelangen.

■ 827

Diese Informationen nannte Richard Beacham am Rande des Interviews am 17.07.2017.



□ 201
Grundriss des Festspielhaus Hellerau,
um 1938.

Analyse der fertiggestellten Visualisierung – Plastizität und Raumeindruck

Im ersten Video wird das digital rekonstruierte Festspielhaus auf einem historischen Grundriss präsentiert [189]. Insofern ist der räumliche Eindruck eingeschränkt, da die Umgebung nicht plastisch modelliert ist. Um die Größenverhältnisse der einzelnen Bauglieder einschätzen zu können, wäre die Visualisierung von Nachbargebäuden und auch des den Bau umgebenden Platzes hilfreich gewesen. Auch die Treppen vor dem Portal sind nicht plastisch modelliert, sondern als linienförmige Markierung im Plan belassen. Nur das Festspielhaus ist dreidimensional dargestellt. Dadurch, dass auch kein Himmel visualisiert wurde, wird die Künstlichkeit dieser Darstellung unterstrichen. Das Gebäude ist sozusagen als verräumlichter Grundriss inszeniert: Hier treffen zwei an sich gegensätzliche Darstellungsmodi aufeinander – der zweidimensionale Plan und das dreidimensionale Bauwerk. Insgesamt erscheint das 3D-Modell nüchtern, funktional, auf das Wesentliche fokussiert.

Auch die VRML-Anwendung des Festspielhaus zeigt das Bauwerk ohne jeglichen Hinweis auf einen stadträumlichen Kontext [202]. So erscheint es als Solitär in einer nicht näher spezifizierten künstlichen Umgebung auf grauem Untergrund. Die Farbigkeit wirkt im Gegensatz zu den anderen Visualisierungen sehr grell und daher weniger realistisch. Diese Ansicht wurde nicht zur räumlichen Kontextualisierung erstellt, sondern als Startpunkt der interaktiven Anwendung. Die Funktion des digitalen Modells steht hier somit im Vordergrund mit dem Fokus auf der individuellen Erkundung des Festspielhauses durch den Nutzer.



□ 202

Digitale Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau mit Blick aus der Vogelperspektive aus Südwesten, Bildschirmfoto der »VRML«-Anwendung des »Theatron 2 module«, University of Warwick und King's College London, ca. Anfang 2000er-Jahre.

Diese Schwerpunktsetzung ist auch in der Darstellung in **Second Life** ersichtlich. Dort befindet es sich auf einer Insel, am Ufer eines nicht näher definierten Sees oder Meeres und somit vollständig losgelöst aus seinem realen Umfeld [196]. Bei dieser Anwendung ging es nicht darum das Bauwerk stadträumlich zu verorten, sondern darum seinen Innenraum als theatralen Raum erfahrbar zu machen. Allerdings ist die hier erfolgte Einbettung in eine Phantasielandschaft verbunden mit der Isolierung des Baus grundsätzlich zu hinterfragen, da sich ein Gebäude immer in einem räumlichen Kontext befindet, in einem wechselseitigen Geflecht aus architektonischen Bezügen und Sichtachsen. Gerade in einer virtuellen Welt wie **Second Life** könnte diese Komplexität dargestellt und erforscht werden.

Einen diametralen Gegensatz dazu stellt das in den 1990er-Jahren realisierte, sehr detailreiche CAD-Modell des Festspielhauses dar, in dem auch sämtliche Nebengebäude, die einst zu dem Gesamtkomplex gehörten, sowie die Gartenanlagen der unmittelbaren Umgebung modelliert sind [185]. Der Schwerpunkt dieser Visualisierung liegt eindeutig auf der räumlichen Kontextualisierung der Architektur. Sie weist in ihrem Umfang auch auf den Zweck dieses 3D-Modells hin, der Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands des Theaterbaus in Bezug auf seine historische Umgebung.

Die räumliche Wirkung der Außenansicht des Festspielhauses hätte im Video mit einem virtuellen Rundflug um das Bauwerk noch gesteigert werden können, wie es beispielsweise in den Visualisierungen von Old Minster, Cluny III und der Dresdner Frauenkirche der Fall war. Darüber hinaus hätte eine Kombination von Bildern aus der Vogelperspektive und aus der Sicht eines Passanten einen Gesamtüberblick über die Architektur gewährt und Wahrnehmung der Größendimensionen gefördert.

Im Inneren des digital rekonstruierten Gebäudes, das im ersten Video zu sehen ist, sind wie zuvor erläutert die Licht- und Schatteneffekte nicht konsequent realistisch dargestellt, wodurch der Raumeindruck allgemein etwas geschmälert wird [191] [192]. Jedoch kann der Kameraflug diesem Effekt entgegenwirken. Da der virtuelle Rundgang in etwa auf Augenhöhe eines potentiellen Besuchers erfolgt, erhält der Betrachter des Videos einen Eindruck von den Dimensionen der betreffenden Räume. Wie bereits angesprochen, löst allerdings in dieser Hinsicht das Erscheinungsbild der Eingangshalle auf einer historischen Fotografie im Vergleich zu deren Darstellung im 3D-Modell Irrita-

tion aus. Denn der rekonstruierte Raum wirkt nicht so großzügig, wie der reale ^[198]. Dies liegt an der unterschiedlich gewählten Kameraposition. Im Foto ist sie mittig, im Video ist sie zur rechten Wand gerückt, sodass diese verkürzt wiedergegeben wird, wenn die Kamera in Richtung Treppenhalle ausgerichtet ist.

Auch bei einer weiteren Szene wurde nicht ein mittig angelegter Standpunkt gewählt: Im Großen Saal ist die Kamera in der südöstlichen Ecke des Raums positioniert ^[193]. Zudem befindet sie sich auf dem höchsten Punkt der Zuschauertribüne, wodurch die Dimensionen des Saals sehr anschaulich visualisiert sind. Ein Blick auf Höhe der Mittelachse hätte diesen Effekt abgeschwächt.

Demgegenüber weist das in den 1990er-Jahren erstellte Rendering eine andere Wirkung auf: Es zeichnet sich gerade dadurch aus, dass es den Raum zentralperspektivisch zeigt. Die virtuelle Kamera scheint mittig auf der Zuschauertribüne zu stehen, wodurch der Betrachter anhand der erhöhten Position einen Überblick über den Saal erhält ^[203]. Die Symmetrie des Bildaufbaus erweckt den Anschein eines objektiven Blicks. Es handelt sich hier um eine Ansicht im Sinne der Architekturfotografie, was in **Kapitel 6.3 (→ 521)** zur Rekonstruktion des Kölner Doms genauer betrachtet wird. Insofern ist hier sozusagen die Handschrift der Architekten, die das 3D-Modell erstellten, zu sehen. Es steht damit auch in der Tradition der historischen Fotografien, die von Hellerau überliefert sind ^[181] ^[182].



□ 203

Digitale Rekonstruktionen des großen Saals des Festspielhaus Hellerau mit Blick in Richtung Bühnenraum: Rendering des CAD-Modells, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten«, um 1994/1996.

Auch der virtuelle Rundgang durch ein 3D-Modell – ob festgelegt wie im Video oder eigenständig in einer interaktiven Anwendung – hat einen entscheidenden Einfluss auf die räumliche Wirkung und Aussage der Visualisierung: Hinsichtlich der Abfolge der Szenen im ersten Video ergeben sich für den Betrachter, der sich bereits mit der räumlichen Situation des Festspielhaus Hellerau auseinandergesetzt hat, folgende zwei Irritationen: Zu Anfang des Videos erfolgt eine Überblendung von der Ansicht der Rückseite des Gebäudes auf eine Sequenz, die den Eintritt in das Bauwerk an der vorderen Seite zeigt. Es stellt sich die Frage, warum diese Reihenfolge der Szenen im Video zu sehen ist. Denn durch die Überblendung entsteht der Eindruck, die virtuelle Kamera bewege sich durch das Portal, das aber tatsächlich die Rückseite des Baus ist, in die Eingangshalle hinein.

Bei der zweiten für Irritation sorgenden Szene handelt es sich um folgende: Gegen Ende des Videos wird der Blick in das südwestlich gelegene Treppenhäus gezeigt. Darauf erfolgt eine Überblendung, die den Betrachter erwarten

■ 828

Informationen hierzu gab Richard Beacham am Rande des Interviews am 17.07.2017.

lässt, nun in das obere Geschoss zu gelangen. Jedoch beinhaltet das nächste Bild eine Ansicht des großen Saals, der sich in der Mitte des Gebäudes befindet. Diese Überblendung erfolgt unmittelbar und verblüfft den Betrachter, sofern er mit der räumlichen Disposition des Gebäudes vertraut ist. Es scheint eine Sequenz herausgeschnitten zu sein. Laut Richard Beacham war diese Abfolge der Szenen beabsichtigt, denn das Ziel des Videos war es, das Gebäude generell vorzustellen und einige Räume daraus zu zeigen. ⁸²⁸ Möglicherweise wurde aufgrund der angestrebten Kürze des Videos kein ausführlicher, virtueller Rundflug durch das gesamte Bauwerk realisiert, der eine komplexere Darstellung der räumlichen Disposition ermöglicht hätte.

Im Gegensatz dazu ist es möglich das 3D-Modell des Festspielhauses im **Theatron 2 module** sowie in **Second Life** eigenständig online zu erkunden. Unendliche individuelle Perspektiven kann beziehungsweise konnte ein Nutzer in diesen beiden Anwendungen einnehmen. In **Second Life** war dem User für die Erkundung des Bauwerks ein Avatar zur Seite gestellt, der ihn während des virtuellen Rundgangs begleitete.

Zwar ist der Zugang zu letzterem nicht mehr gegeben, jedoch findet sich auf der Webseite des **Theatron** Projekts ein Video von 1:15 Minuten Länge, das einen virtuellen Rundgang durch das 3D-Modell des Festspielhaus Hellerau in der virtuellen Welt von **Second Life** zeigt. Die Tonspur umfasst nur das Tippen auf einer Computertastatur und möglicherweise einer Maus sowie einzelne Signaltöne, die durch das Anklicken bestimmter Funktionen ausgelöst werden. Zu sehen ist wie sich ein Benutzer über die Programmoberfläche durch das Bauwerk hindurch navigiert, um bestimmte Interaktionsmöglichkeiten zu demonstrieren. Ein Avatar – mit grüner Hautfarbe und schwarz gekleidet – wendet dabei dem User meist den Rücken zu. Am Anfang befindet er sich vor dem Haupteingang, wobei nicht das gesamte Bauwerk im Bild ist ²⁰⁴.



□ 204

Avatar positioniert vor dem 3D-Modell des Festspielhaus Hellerau in der virtuellen Welt von »Second Life«, Ansicht mit Benutzeroberfläche, Still aus dem »Video Festspielhaus Hellerau«, Min. 0:02, »KVL«, 3D-Modell: King's College London, um 2008.

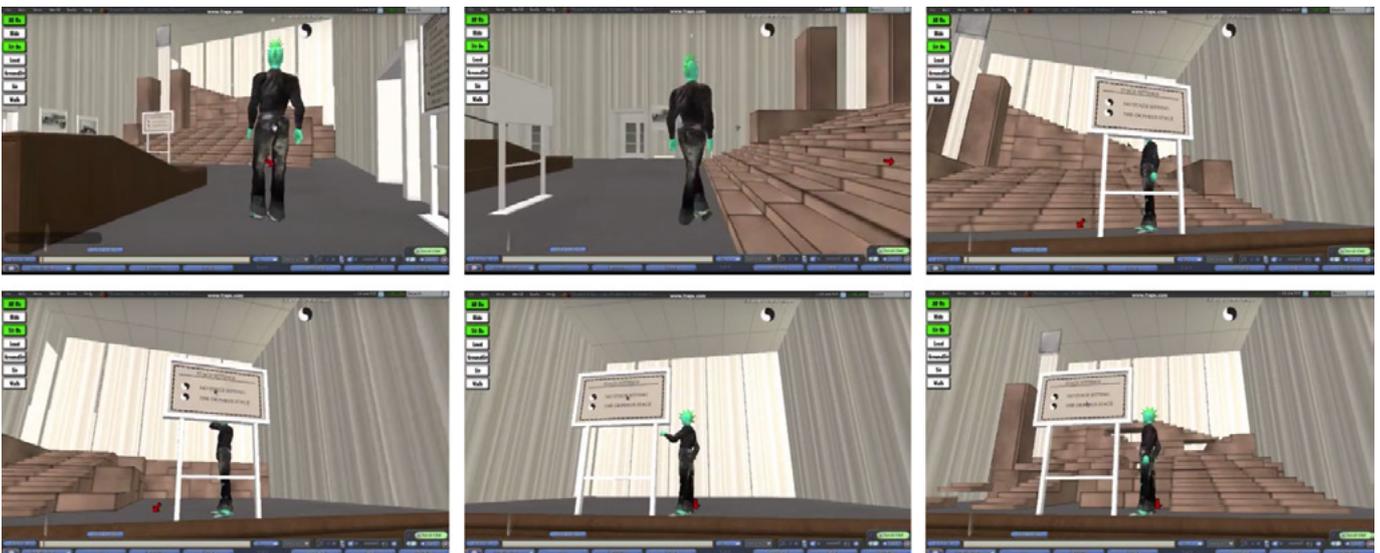
Sodann betritt er die Vorhalle, wendet sich nach links und geht bis zu einer Tafel an der Wand. Aufgrund der Auflösung ist nicht zu erkennen was dort geschrieben steht. Nachdem der Nutzer darauf geklickt hat, befindet sich der Avatar im Großen Saal mit Blick zur Zuschauertribüne ²⁰⁵. Nach einer Drehung um die eigene Achse blickt er auf den Bühnenbereich, in dem eine Szenerie nach Appias Design aufgebaut ist. Einer Informationstafel zufolge, die mittig davor positioniert ist, handelt es sich dabei um das Bühnenbild zu **Orpheus**. Über diesem Hinweis ist der Schriftzug »NO STAGE SETTING« zu lesen, den der Nutzer nun anklickt. Sofort verschwinden die einzelnen kubus-förmigen Bauteile nacheinander, bis der Raum leer ist. Danach lässt er die Bühnenelemente durch

ein weiteres Anklicken der Tafel wieder erscheinen [206]. Daraufhin wendet sich der Avatar wieder dem Zuschauerbereich zu und bewegt sich zu einer anderen an der Wand angebrachten Tafel. Nachdem darauf geklickt wurde, befindet er sich in einem Raum im Obergeschoss. Dieser ist mit einem langen Tisch, zahlreichen Stühlen, gestreifter Tapete, Lampen und Vorhängen ausgestattet. Über ein virtuell eingeblendetes, rundes Tool, dessen Beschriftung im Video unleserlich ist, wählt der Nutzer eine Funktion aus, woraufhin sich der Avatar auf einen der Stühle im Bildvordergrund setzt [207]. Damit endet der in dem Video dargestellte Rundgang.



□ 205

Ein Nutzer navigiert seinen Avatar in das virtuelle Festspielhaus Hellerau, Ansicht mit Benutzeroberfläche, Still aus »Video Festspielhaus Hellerau«, Min. 0:04 – 0:14, »KVL«, 3D-Modell: King's College London, Stand 2008.



□ 206

Im großen Saal mit und ohne Bühnenelemente, Ansicht mit Benutzeroberfläche, Still aus »Video Festspielhaus Hellerau«, Min. 0:19 – 0:41, »KVL«, 3D-Modell: King's College London, Stand 2008.



□ 207

Avatar bewegt sich vom großen Saal in einen Raum im Obergeschoss, Ansicht mit Benutzeroberfläche, Still aus »Video Festspielhaus Hellerau«, Min. 0:04 – 0:14, »KVL«, 3D-Modell: King's College London, Stand 2008

Zum Gesamteindruck dieses virtuellen Rundgangs ist anzumerken, dass der Avatar leicht über dem Boden zu schweben scheint anstatt tatsächlich darauf zu gehen, denn es kommt keine Berührung zustande. Seine Art der Fortbewegung sowie seine Gesten sind nicht vollkommen flüssig. Im Video sind beim Wechsel zwischen den Räumen Einzelbilder zu sehen, die extreme Perspektiven wiedergeben, die an diesen Stellen keinen Sinn machen. So wird beispielsweise beim Übergang von der Eingangshalle zum Großen Saal die Unterseite der Stühle im Zuschauerraum gezeigt [208]. Ähnlich ist es auch beim Wechsel zu dem Raum im Obergeschoss. Hier ist zunächst der Fußboden im Treppenhaus, dann eine Wand und dann der Blick unter den Tisch zu sehen, bevor der gewünschte Raum im Bild ist. Die Logik hinter diesen Abfolgen erschließt sich im Video nicht. Dies erweckt den Eindruck, dass sich der Nutzer vollkommen frei durch das virtuelle Bauwerk, also auch durch Mauern hindurch bewegen kann. Den realistischen Eindruck schmälert dies allerdings.



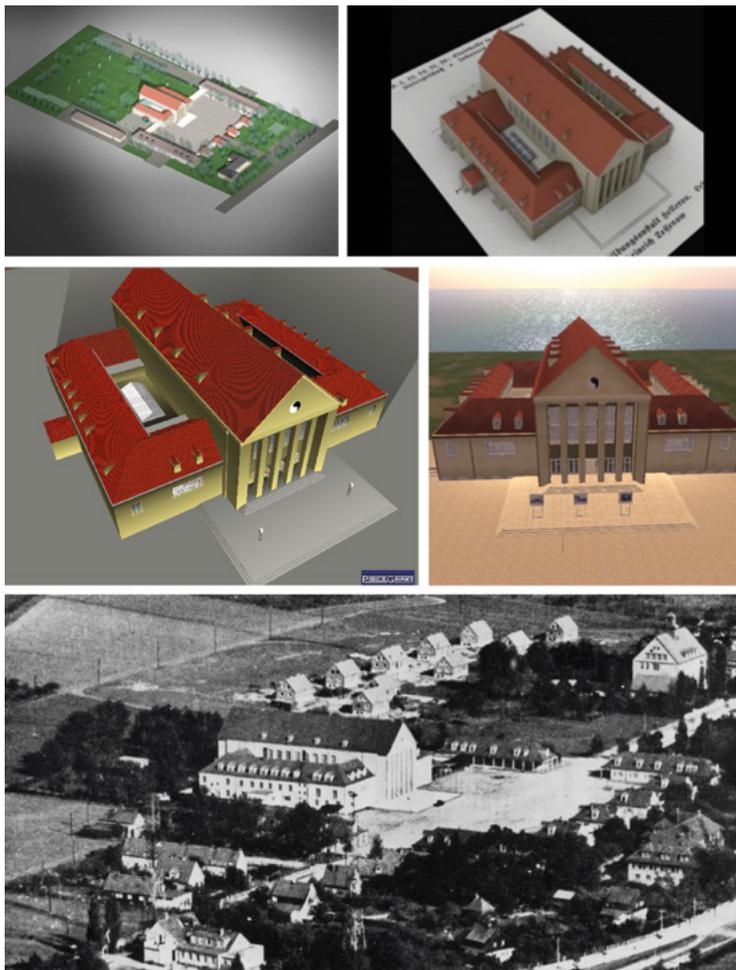
□ 208

Beim Wechsel zwischen Räumen angezeigte Einzelbilder, Ansicht mit Benutzeroberfläche, Still aus »Video Festspielhaus Hellerau«, Min. 0:04 – 0:14, »KVL«, 3D-Modell: King's College London, Stand 2008.

An diesen Vergleichen wird deutlich, dass folgende Faktoren Einfluss darauf haben, ob eine Ansicht eines 3D-Modells für sich genommen verständlich ist: räumliche Kontextualisierung, Wahl der Perspektive und des Bildausschnitts. Insbesondere die Wahl der Perspektive hat großen Einfluss auf die Wirkung des gezeigten Raums. Je nach Standpunkt der virtuellen Kamera wird ein objektiv oder subjektiv geprägter Blick wiedergegeben. Den Personen, die Ansichten von 3D-Modellen generieren, obliegt demnach die verantwortungsvolle Aufgabe abzuwägen, welche Wirkung die Bilder haben sollen, immer auch im Hinblick auf den intendierten Betrachter.

Vergleich der Visualisierungen mit historischen Ansichten des Festspielhaus Hellerau

Im Folgenden werden die computertechnisch generierten Bilder mit historischen Ansichten verglichen, um zu erörtern, inwiefern sie möglicherweise einen Mehrwert gegenüber den Fotografien aufweisen. Zunächst sei hier auf historische Fotografien des Äußeren des Festspielhauses eingegangen, beginnend mit Bildern aus der Vogelperspektive [209].



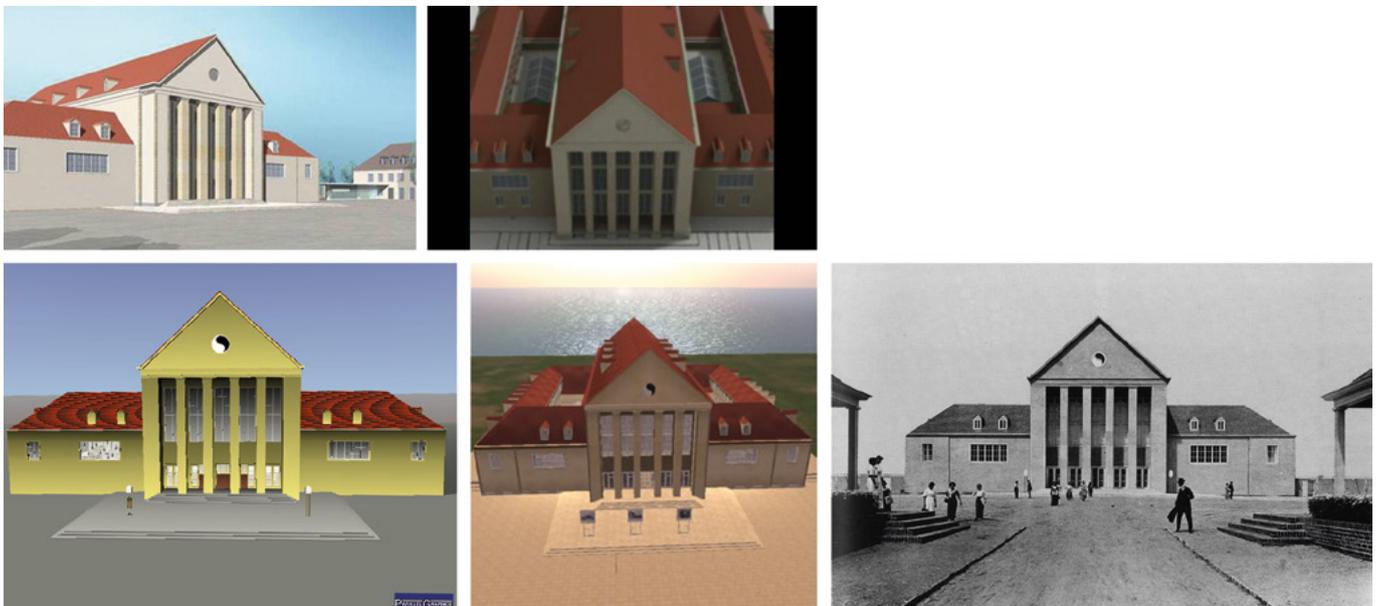
□ 209

Blick auf das Festspielhaus Hellerau aus der Vogelperspektive aus Südwesten: Rendering zu CAD-Modell, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten«, um 1994/1996 (oben links); Still aus dem Video der digitalen Rekonstruktion des Gebäudes, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten« und Richard Beacham/ University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung), (oben rechts); Bildschirmfoto der »VRML«-Anwendung des »Theatron 2 module«, University of Warwick und King's College, ca. Anfang 2000er-Jahre (Mitte links); Rendering des 3D-Modells in »Second Life«, King's College London, Stand 2008 (Mitte rechts); historische Luftaufnahme, o. J. (unten).

Hier wird abermals deutlich, dass das Erscheinungsbild der 3D-Modelle stark variiert und zwar in Abhängigkeit des jeweiligen Zwecks für den sie erstellt wurden. So unterscheidet sich auch der visuelle und inhaltliche Mehrwert: In den computergenerierten Ansichten finden sich zwar wenige bis keine stadträumli-

chen Details, aber sie liefern verschiedene inhaltliche Ergänzungen zu dem historischen Foto. Das Rendering des CAD-Modells zeigt einen bestimmten thematischen Ausschnitt, indem nur das Grundstück des Festspielhauses mitsamt der Bebauung abgebildet wird. Das Filmstill aus dem ersten Video umfasst ein hybrides Bild, da es aus einem historischen Grundriss und einem 3D-Modell zusammengesetzt ist. Es stellt einen visuellen Bezug zur Bildquelle her, ordnet es aber nicht stadträumlich ein. Somit bildet es eine auf das Wesentliche – die Architektur – reduzierte Visualisierung. Hierin kann ein visueller Mehrwert festgestellt werden, der der inhaltlichen Fokussierung geschuldet ist. Allerdings bedarf diese Ansicht weiterer Erläuterungen, da sie aus dem räumlichen Zusammenhang gerissen ist. Auch wenn das Rendering zum Modell in *Second Life* einen Vorplatz, eine grüne Wiese und einen See am Horizont abbildet und somit eine konkrete Umgebung zeigt, so handelt es sich dennoch nicht um eine der historischen Realität entsprechende Umgebung. Aus kunsthistorischer Perspektive bietet das Bild daher keinen substanziellen inhaltlichen Mehrwert gegenüber der historischen Fotografie.

Fotografisch festgehalten ist auch die Südfassade des Festspielhauses. Die Aufnahme von 1913 zeigt ein mit Passanten belebtes Bild, das in symmetrischem Aufbau das Gebäude frontal abbildet. Dieser Bildsprache am nächsten kommt die Ansicht des CAD-Modells, die einer computertechnisch generierten Architekturfotografie entspricht, die das Bauwerk aus der Perspektive eines Fußgängers darstellt [210]. Lediglich Staffagefiguren sind hier nicht eingefügt. In den Videos ist es hingegen nur aus der Vogelperspektive zu sehen, wodurch die Größendimensionen nicht deutlich werden, da Bezugsgrößen fehlen.



□ 210

Die Darstellung der Fassade in den digitalen Rekonstruktionen im Vergleich mit einer historischen Fotografie des Festspielhaus Hellerau: Rendering zu CAD-Modell, Jim Webster und Fabian Zimmermann/ »atelier4d Architekten«, um 1994/1996 (oben links); Still aus dem Video der digitalen Rekonstruktion des Gebäudes, Jim Webster und Fabian Zimmermann/ »atelier4d Architekten« und Richard Beacham/University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung), (oben rechts); Bildschirmfoto der »VRML«-Anwendung des »Theatron 2 module«, University of Warwick und King's College London, ca. Anfang 2000er-Jahre (unten links); Rendering zu 3D-Modell in »Second Life«, King's College London, ca. 2007–2012 (unten Mitte); historische Fotografie, um 1913 (unten rechts).

Die Anwendung von **Second Life** bietet mit dem Avatar hingegen eine Bezugsgröße. Auch im **Theatron 2 module** finden sich zumindest im Inneren des Festspielhauses Figuren, die als Informationsstandpunkte dienen. So kann ein Nutzer beispielsweise die Dimensionen des Großen Saals leichter einschätzen [211]. In den übrigen 3D-Modellen wurden keine Personen eingefügt. Welche Wirkung die Abbildung von Menschen hat, wird in einer historischen Fotografie erkennbar, die eine Gymnastikübung im Rahmen der Festspiele 1912 zeigt. Sie verdeutlicht die Tiefe und Höhe des Raums sowie die Nähe der Zuschauer zum Geschehen im Bühnenbereich. Insbesondere da es sich hier um ein Theatergebäude handelt, ist die Einbeziehung von Personen in eine 3D-Rekonstruktion sinnvoll und erkenntnisfördernd.



□ 211

Blick in den großen Saal des Festspielhauses Hellerau in Richtung Bühnenraum: Rendering zu CAD-Modell, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten«, um 1994/1996 (oben links); Still aus dem Video der digitalen Rekonstruktion des Gebäudes, Jim Webster und Fabian Zimmermann/»atelier4d Architekten« und Richard Beacham/University of Warwick und King's College London, um 1994/1996 (3D-Modell), 2006 (Veröffentlichung), (oben rechts); Bildschirmfoto der »VRML«-Anwendung des »Theatron 2 module«, University of Warwick und King's College London, ca. Anfang der 2000er-Jahre (Mitte links); Still aus Video zu 3D-Modell in »Second Life«, King's College London, ca. 2007–2012 (Mitte rechts); historische Fotografien, um 1912/1913 (unten links) und 1912 (unten rechts).

Ähnlich verhält es sich mit den Bühnenobjekten, die in allen 3D-Modellen außer in demjenigen des ersten Videos wiedergegeben sind. Sie stellen ein zentrales Element in der digitalen Rekonstruktion des Festspielhauses dar, da sie von Appia für den Großen Saal entworfen und auch tatsächlich darin verwendet wurden. In historischen Fotografien, wie in den hier abgebildeten, finden sich häufig diese Objekte. Insofern ist es konsequent diese auch im digitalen Modell zu zeigen, zumal sie eine wichtige Funktion für das Festspielhaus hatten und ein Novum im Bereich des Theater- und Bühnenbaus bildeten.

Dieser Bildvergleich führte somit vor Augen, wie entscheidend im Hinblick auf die Darstellung digital rekonstruierter Architektur der jeweilige Entstehungskontext des 3D-Modells und der mit ihm verfolgte Zweck ist. Denn beispielsweise wurden in die interaktiven Modelle Avatare eingefügt, um als Informationspunkt zu fungieren beziehungsweise dem Erkunden des Bauwerks zu dienen. In den beiden Arbeiten, die zum Präsentieren des Gebäudes erstellt wurden, finden sich hingegen keine Personen. Hier liegt der Fokus vollkommen auf der Architektur. Insbesondere in den beiden Videos wird deutlich, dass darin nur diejenigen Räume gezeigt wurden, die offenbar präsentiert werden sollten. Es wurde somit eine Auswahl getroffen und nicht das gesamte Gebäude erkundet, wie es beispielsweise in den Projekten zu Old Minster und Cluny III erfolgte.

Eng verknüpft mit dem Zweck des jeweiligen 3D-Modells ist auch seine ästhetische Erscheinungsweise, die hier stark variiert. So ist das CAD-Modell der 1990er-Jahre deutlich als von Architekten für einen architektur-spezifischen Kontext erstellt zu identifizieren. Eine klare Bildsprache, die gestalterische Elemente wie stilisierte Bäume und materialgerechte Texturen aufweist, und eine bewusste Perspektivwahl (Vogel- und Normalperspektive) für die Renderings zeichnet das CAD-Modell von atelier4d Architekten aus. Hinsichtlich des Bildaufbaus ist zu erkennen, dass diesen Ansichten verstärkt Prinzipien der Architekturfotografie zugrunde liegen. Sie stellen daher auf formaler Ebene einen engen Bezug zu den historischen Fotografien her. Zudem bilden sie auch die Nachbargebäude mit ab und ermöglichen so die räumliche Verortung des Bauwerks. Demgegenüber weisen insbesondere die im Internet präsentierten digitalen Modelle im **Theatron 2 module** und in **Second Life** eine weitaus gröbere Darstellungsweise aus. Wie bereits erwähnt wurden die großen CAD-Dateien für die online-Anwendung in leichter handhabbare VRML-Dateien umgewandelt. In Zuge dessen musste sicherlich auch eine grundsätzliche Vereinfachung in der Geometrie und Oberflächenwiedergabe der Modelle vorgenommen werden, um eine Bedienung in Echtzeit zu ermöglichen. Allerdings kann im Falle des selbstständigen Navigierens durch die interaktiv angelegten 3D-Modelle ein Nutzer sämtliche erdenkliche Positionen in dem virtuellen Bauwerk einnehmen und dadurch fast unendlich viele Ansichten generieren. Insofern geht diese Art der Visualisierung über die historischen Fotografien hinaus, die nur punktuelle Ansichten des Gebäudes wiedergeben.

Eine Sonderstellung nimmt das 3D-Modell ein, das im ersten Video gezeigt wird, denn sein Erscheinungsbild hat große Ähnlichkeit mit dem ursprünglichen CAD-Modell. So wirkt es ebenso detailliert und präzise im Gegensatz zu den Darstellungen für die online-Anwendungen. Auch dies spricht dafür, dass dieses für das erste Video realisierte digitale Modell spätestens Anfang der 2000er-Jahre erstellt wurde.

Mediale Präsenz und Zugänglichkeit damals und heute

Wie gezeigt wurde existieren mehrere Versionen an 3D-Modellen des Festspielhaus Hellerau, die in verschiedenen Kontexten erstellt und veröffentlicht wurden. Dementsprechend divers gestaltet sich auch deren mediale Zugänglichkeit.

Von dem ursprünglichen CAD-Modell, das in den 1990er-Jahren realisiert wurde, sind nur mehr einige Renderings im Rahmen der Webseite zu

■ 829

Vgl. Webseite des »Theatron 2 module«: <http://www.kvl.cch.kcl.ac.uk/THEATRON/>.

■ 830

Die technischen Voraussetzungen zur Verwendung des »Theatron 2 module« werden in [Kapitel 5.1](#) (→ 301) erläutert.

■ 831

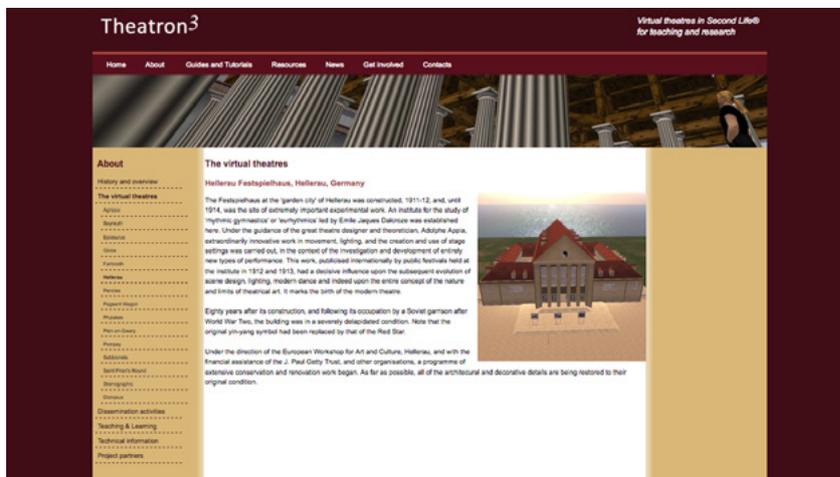
Webseite des ersten »Theatron« Projekts: <http://www.theatron.org/>.

■ 832

Vgl. Webseite des Projekts »Theatron 3«: <http://www.theatron3.cch.kcl.ac.uk/>.

Theatron 2 module online zu finden. [829](#) Sie sind als Illustration in die Informationstexte zu den digital rekonstruierten Theatergebäuden eingefügt. Zwar ist diese Webseite prinzipiell zugänglich, jedoch kann nur dann auf Informationen, Renderings und 3D-Modelle zugegriffen werden, wenn der Nutzer über bestimmte technische Voraussetzungen verfügt. [830](#) Daher wäre eine Migration der zugrundeliegenden Dateien zu heute üblichen Standards durchaus wünschenswert und würde der nachhaltigen Datensicherung entgegenkommen. Hingegen ist das erste Theatron Projekt (1998–2001) nur in Form einer kurzen Dokumentation online zu finden. [831](#) Texte und Bildschirmfotos geben Aufschluss über diese Initiative, ohne Videos bereitzustellen oder einen direkten Zugang zu den VRML-Modellen zu gewähren.

Auch zum später entstandenen Projekt Theatron 3 existiert eine Webseite, die allerdings weit umfangreicher mit Informationen ausgestattet ist als die zuvor beschriebene. [832](#) Bis jetzt können zu 15 digital rekonstruierten Theaterbauten Informationen abgerufen werden: Zu jedem dieser Gebäude wird eine Baugeschichte angegeben, die mit jeweils einem Rendering des zugehörigen 3D-Modells bebildert ist [212](#). Hier kann allerdings nicht auf die 3D-Modelle selbst zugegriffen werden. Lediglich einzelne Videos sind hinterlegt, die einen Einblick in beispielsweise die interaktive Exploration des Festspielhaus geben. [833](#)



□ 212

Informationsseite zum digital rekonstruierten Festspielhaus Hellerau im Rahmen des Projekts »Theatron 3«, Bildschirmfoto, 2017.

■ 833

Vgl. Video zum Festspielhaus Hellerau auf »YouTube« sowie auf der Webseite von »Theatron 3«: <https://www.youtube.com/watch?v=Enhm0vE73iU>; <http://www.theatron3.cch.kcl.ac.uk/index.php-id=69.html>.

■ 834

Vgl. [Appendix 2.4](#) (→ 663), Interview mit Richard Beacham, [Frage 7](#).

■ 835

Vgl. [Appendix 2.4](#) (→ 663), Interview mit Richard Beacham, [Frage 11](#).

Der Zugang zu den digitalen Rekonstruktionen auf den virtuellen Inseln von Theatron in Second Life ist seit 2012 nicht mehr möglich. Denn die Gebühren für das Betreiben der virtuellen Inseln wurden kurz nach Beginn der Arbeit drastisch erhöht, sodass für das King's College London eine dauerhafte Finanzierung nicht möglich war. [834](#) Alle Daten wurden zwar daraufhin am KVL gesichert, aber sind bis heute nicht mehr öffentlich zugänglich. Hieran wird deutlich, wie problematisch die Abhängigkeit eines Forschungsprojekts von externen Dienstleistern sein kann. In diesem Fall wäre eine im eigenen Haus realisierte Infrastruktur sicherlich nachhaltiger gewesen, um das Projekt auch für zukünftige Forschung und Anwendung zur Verfügung zu stellen. Allerdings erläuterte Richard Beacham der Autorin im Interview, dass alle Daten zu Projekten, die er am KVL realisierte, nach seiner Emeritierung 2011 dort gespeichert wurden. [835](#) Hier wäre ein Zugang zu den Daten für Forscher wünschenswert.

Die beiden hier analysierten Videos sind wie zuvor beschrieben online beziehungsweise über eine Publikation von Beacham zugänglich und gewähren

■ 836

Vgl. Beacham 2009; Beacham 2006, S. 93. Für weitere Publikationen und Informationen zu Vorträgen zur digitalen Rekonstruktion des Festspielhaus sowie zum Projekt »Theatron« allgemein vgl. Literaturliste in: Appendix 1.5 (→ 623), Festspielhaus Hellerau (um 1994/1996–2012).

■ 837

Diesen Sachverhalt erläuterte Richard Beacham am Rande des Interviews am 17.07.2017.

■ 838

Vgl. Denard 2009 (Die Londoner Charta), S. 4 u. S. 12. Auf das Thema der Langzeitarchivierung von 3D-Rekonstruktionen wird in Kapitel 6.2 (→ 469) genauer eingegangen.

■ 839

Eigene Recherchen haben keinen Hinweis auf weitere 3D-Rekonstruktionen des Festspielhaus Hellerau ergeben. Auch Richard Beacham sind keine anderen Projekte bekannt, wie er der Autorin am Rande des Interviews am 17.07.2017 erklärte.

■ 840

Ravelhofer 2002.

■ 841

Kurze Übersichten zu digitalen Rekonstruktionen von Theaterbauten sind zu finden in: De Paepe 2010, S. 29; Hann 2010.

auf diese Weise einen Einblick in die digitale Rekonstruktion. Ausgewählte Abbildungen der 3D-Modelle finden sich beispielsweise in Publikationen des Theaterwissenschaftlers, die im Rahmen seiner Vorträge entstanden. **836** Gegenstand von musealen Ausstellungen war **Theatron** allerdings nie – im Gegensatz zu den meisten anderen 3D-Projekten, die in dieser Arbeit in eigenen Kapiteln detailliert analysiert werden. **837**

Diese Übersicht zeigt, dass in Bezug auf eine langfristige Sicherung und mediale Zugänglichkeit aller 3D-Modelle des Festspielhaus Hellerau keine ideale Situation vorliegt. Denn die digitalen Rekonstruktionen sind vor allem aufgrund technischer Einschränkungen schwer zugänglich. Hier besteht Handlungsbedarf insbesondere nach der Emeritierung von Richard Beacham am KCL, der als Direktor des KVL eine Schlüsselposition in der Vorhaltung der Daten innehatte. Daran wird deutlich, wie eng verknüpft 3D-Projekte mit teils einzelnen Persönlichkeiten sind und der zukünftige Umgang mit der Arbeit nach dem Ausscheiden der Person vorausschauend gesichert werden sollte. Diese Situation ist insofern besonders prekär, als Beacham einer der Initiatoren der **London Charter** ist, deren Ziel unter anderem die langfristige Sicherung der Zugänglichkeit von 3D-Modellen ist. **838** An **Theatron** zeigt sich wie der Anspruch an ein 3D-Projekt und die tatsächliche Umsetzung in der Realität auseinanderklaffen können.

Weitere digitale 3D-Rekonstruktionen von Theaterbauten außerhalb von »Theatron«

Bis heute gab es außer den von Richard Beacham initiierten digitalen Rekonstruktionen des Festspielhaus Hellerau keine weiteren 3D-Projekte zu dem Gebäude. **839** Dies hat sicherlich etwas damit zu tun, dass der Bau jahrzehntelang zweckentfremdet war und zudem lange nicht in den Fokus der Forschung kam, da er für die Öffentlichkeit nicht zugänglich war. Daher sei an dieser Stelle kurz auf andere digitale Rekonstruktionen von historischen Theaterbauten der letzten Jahre verwiesen. An solchen Projekten waren vornehmlich Theaterwissenschaftler beteiligt, auch wenn die Bauten für Kunsthistoriker, Architekten und Archäologen ebenso relevant waren.

Im Kontext von digitalen Rekonstruktionen von historischen Theaterbauten bezeichnete die Literaturwissenschaftlerin Barbara Ravelhofer **Theatron** im Jahr 2002 als »[t]he most ambitious online heritage project« **840**. Jedoch weist sie darauf hin, dass es auch schon vorher Projekte zu digital rekonstruierten Theatern und zugehörigen online-Anwendungen gab und listet einige Arbeiten aus diesem Bereich auf: Vor allem in den USA und im Vereinigten Königreich wurden verschiedene Anwendungen erstellt, die beispielsweise historische Bühnenbilder zugänglich machen (animierte Simulation des von Adolphe Appia 1892 entworfenen Bühnenbilds für **Die Walküre** in Wagners Festspielhaus in Bayreuth, **Kent Interactive Digital Design Studio**, University of Kent – KIDDS) oder auch Spezialeffekte im barocken Theater visualisieren (**QuickTime**-Animationen, Appalachian State University, Boone, North Carolina, USA).

Aber auch unabhängig von einer Online-Anwendung entstanden in den 2000er-Jahren in verschiedenen Kontexten digitale Rekonstruktionen von Theaterbauten. **841** Ein Beispiel für ein 3D-Projekt, das stärker als **Theatron** auch den kulturellen und urbanen Kontext der Gebäude einschließt, findet sich an der

Universität Antwerpen. Im Jahr 2006 wurde dort am **Department Letterkunde: Afdeling Renaissance** (Department für Literatur, Abteilung für Renaissance) unter dem damaligen Doktoranden und Stipendiaten der **Flanders Research Foundation**, Timothy De Paepe, ein Forschungsprojekt initiiert, in dessen Zentrum die Geschichte der Antwerpener Theater zwischen 1610 und 1762 stand, die mit 3D-Rekonstruktionen der historischen Theaterbauten untersucht wurde. ⁸⁴² Die Besonderheit des anvisierten Zeitraums liegt darin begründet, dass damals viele Theaterstücke explizit für bestimmte Bühnen geschrieben wurden. Insofern waren sie eng mit den Theaterbauten, der Größe der Bühne und der Bühnentechnik verbunden und wurden teilweise umgeschrieben, wenn das intendierte Theater umgebaut wurde. De Paepe brachte diese wechselseitige Beziehung auf den Punkt: »Looking at the play tells us something about the stage, just as looking at the stage tells us something about the play.« ⁸⁴³ So konnte beispielsweise das heute nicht mehr existierende Almoners Theater (1661–1709), von dem keinerlei bildliche Überlieferungen erhalten sind, auf Basis von archivalischen Schriftquellen (Verträge, Ausgaben für Bau und Dekoration, Beschreibung einer Aufführung) und Informationen aus Theaterstücken, die für dessen Bühne geschrieben wurden, digital rekonstruiert werden.

Die Gesamtstruktur des Gebäudes ist in einem schematisch angelegten 3D-Modell visualisiert, das in Graustufen gehalten ist und anhand von Maßangaben auch die Größenverhältnisse des Innenraums nachvollziehbar macht ²¹³. Der Theaterraum wurde zudem in einem weiteren 3D-Modell fotorealistisch dargestellt und mit zeitgenössischen Lichtquellen ausgestattet. Viele architektonische Details sowie zwei in Grau visualisierte Avatare ermöglichen auch hier dem Betrachter die Größenverhältnisse einzuschätzen.

■ 842

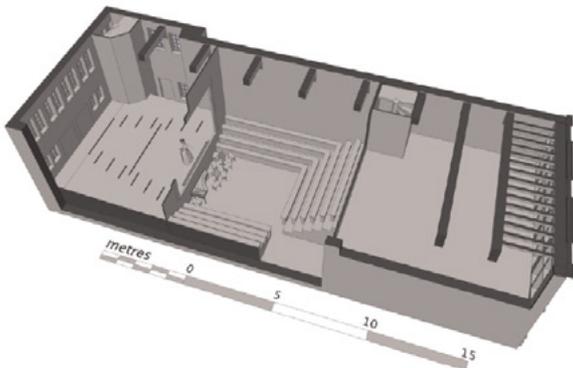
Ausführliche Informationen zum Projekt, seinen Zielen und der Umsetzung sind zu finden in: De Paepe 2010. Vgl. auch kurze Zusammenfassung des Projekts auf der Webseite »3DVisA«: <http://3dvisa.cch.kcl.ac.uk/project104.html>.

■ 843

De Paepe 2010, S. 36.

■ 844

Zur verwendeten Software vgl. kurze Zusammenfassung des Projekts auf der Webseite »3DVisA«: <http://3dvisa.cch.kcl.ac.uk/project104.html>.



□ 213

Hypothetische Rekonstruktionen des Almoners Theater in Antwerpen im Zustand um 1682, Axonometrie (links) und um 1695, Ansicht des Innenraums (rechts), Universität Antwerpen, ca. 2006–2010.

Verwendung fand hier die Open Source-Software **Google SketchUp Pro** sowie die Renderingsoftware **Kerkythea**. ⁸⁴⁴ Die Bedeutung dieser Rekonstruktion fasst De Paepe folgendermaßen zusammen:

»A computer model not only quickly illustrates these elements, it is also a test bed for the various hypotheses that

have been developed based on the above information and the model effectively ties together the many loose strands of information gained from archival research. Until now, no computer model has existed to provide a concrete visual image of this theatre; moreover it offers a model with which any play written for its stage can be envisaged.« ⁸⁴⁵

■ 845

De Paepe 2010, S. 40.

■ 846

Vgl. Hann 2010.

■ 847

Vgl. Kapitel 3.1 (→ 065); Golder 1984.

Ähnlich wie Beacham sieht auch er in einem 3D-modellierten Theatergebäude das Potential, historische Aufführungen zu rekonstruieren.

Zuletzt sei noch auf ein Ende der 2000er-Jahre realisiertes Projekt verwiesen: Die Szenografin Rachel Hann erstellte im Rahmen ihrer 2010 veröffentlichten Dissertation digitale Rekonstruktionen von drei zwar in den 1920er- und 1930er-Jahren geplanten, jedoch nie gebauten Theatern. ⁸⁴⁶ Dabei bezieht sie sich explizit auf die in der **London Charter** dargelegten Richtlinien zur wissenschaftlichen Erstellung von 3D-Modellen. Auf diese Prinzipien wird in Kapitel 6.2 (→ 469) genauer eingegangen.

Die wohl erste digitale Rekonstruktion eines historischen Theatergebäudes realisierte der Theaterwissenschaftler John Golder 1984 mit einer computergenerierten Visualisierung des Théâtre du Marais in Paris im Jahr 1644, die in Kapitel 3.1 (→ 065) bereits vorgestellt wurde. ⁸⁴⁷ Somit reihen sich die digitale Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau und die weiteren 3D-Modelle historischer Theaterbauten in Europa, die innerhalb des Projekts **Theatron** in den vergangenen Jahren realisiert wurden, in eine sich nun über 30 Jahre erstreckende Forschungstradition ein.

Fazit – Bedeutung und Einordnung des Projekts

Die Bedeutung insbesondere der Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau ist vielschichtig gelagert. Zunächst diente die erste computertechnische Modellierung der Restaurierung des Bauwerks. Sie war Mitte der 1990er-Jahre Auslöser für die Idee zum Langzeitprojekt **Theatron**, das selbst insofern eine Besonderheit darstellt, als es eine interaktive Lernumgebung bot, innerhalb der sich Benutzer online auf vielfältige Art und Weise mit digital rekonstruierten historischen Theaterbauten auseinandersetzen und diese erforschen konnten. In diesem Zusammenhang attestiert ihm David Z. Saltz, Theaterwissenschaftler mit Schwerpunkt für modernes Theater und Performance Theorie, bereits 2004 einen besonderen Mehrwert, den die interaktiven 3D-Modelle dem Nutzer auf verschiedenen Ebenen boten: Immersion, Gefühl für die Größenverhältnisse sowie das Erleben der Struktur von Theaterräumen. ⁸⁴⁸ Auch die Auszeichnung mit dem **21st Century Achievement Award des Computerworld Honors Program** im Jahr 2002 zeigte früh, welche Innovation dieses Projekt im Bereich der Lehre und im Speziellen der Theaterwissenschaft bedeutete. ⁸⁴⁹ Die Integration von 3D-Modellen in **Second Life** konnte während der Projektlaufzeit 2007 bis 2012 gewinnbringend genutzt werden, jedoch wurde das Projekt aus Kostengründen abgebrochen. Dies zeigt die Schwierigkeit von Projekten, die mit externen Dienstleistern kooperieren.

Die Gegenüberstellung von vier verschiedenen Versionen an 3D-Modellen zum Festspielhaus verdeutlichte, zu welchen unterschiedlichen Zwecken

■ 848

Vgl. Saltz 2004, S. 123.

■ 849

Vgl. Beacham/Denard/Baker 2011, S. 465; Webseite des »Theatron« Projekts: <http://www.theatron.org/>.

diese erstellt wurden und inwiefern sie dadurch visuell differieren. Hier zeigten sich große Unterschiede in der Ästhetik, insbesondere zwischen dem von Architekten erstellten CAD-Modell für die Restaurierung und den von Computerspezialisten realisierten VRML-Modellen für die Echtzeitanwendung im Internet.

Im Laufe der Zeit konnte die Navigation durch die online verfügbaren Rekonstruktionen verbessert werden. Der Rundgang durch das Festspielhaus in **Second Life** ist wesentlich flüssiger in seinen Abläufen als noch im **Theatron 2 module**. Die interaktiv angelegten digitalen Modelle liefern insbesondere bei nicht mehr existierenden Theaterbauten oder bei stark verfallenen Gebäuden wie dem Festspielhaus einen exklusiven Blick auf und in historische Architektur. Der Nutzer kann selbstständig entscheiden, aus welchen Blickwinkeln er das rekonstruierte Bauwerk in Augenschein nehmen möchte. Dies ist ein eindeutiger Mehrwert gegenüber festgelegten virtuellen Rundgängen. Allerdings ist es bedauerlich, dass für die online-Anwendung die 3D-Modelle technisch stark vereinfacht werden mussten und somit ihre ästhetische Erscheinungsweise nicht mehr dem CAD-Modell entspricht.

Aus kunst- und architekturhistorischer Perspektive wäre es generell wünschenswert gewesen, in den digitalen Rekonstruktionen des Festspielhauses auch die tatsächliche, räumliche Kontextualisierung des Gebäudes – wie es im frühen CAD-Modell der Architekten der Fall war – zu integrieren. So hätten beispielsweise grundlegende Informationen zum Festspielhaus, der Bedeutung des Bauwerks in Bezug auf die Gartenstadt Hellerau oder auch der unmittelbaren Nähe zu Dresden integriert werden können.

Auch heute finden die digitalen Rekonstruktionen noch Verwendung: Im Rahmen der Festlichkeiten **Rekonstruktion der Zukunft. Raum – Licht – Bewegung – Utopie** im Oktober 2017 am Festspielhaus Hellerau wurden sie herangezogen, um ein historisches Bühnenbild von Adolphe Appia virtuell zu modellieren und dann als reale Szenerie umzusetzen.

Bemerkenswert an **Theatron** gegenüber anderen Arbeiten zur digitalen Rekonstruktion von Theaterbauten ist, dass das Projekt über einen langen Zeitraum hin entwickelt wurde. Es umfasst ein breites Spektrum an historischen Gebäuden im Hinblick auf den Errichtungszeitraum, den Standort und kulturellen Kontext. Zudem wurde das Projekt unmittelbar in Lehre und Forschung miteinbezogen und bot somit nicht nur Studierenden sondern auch Wissenschaftlern auf der ganzen Welt über verschiedene online-Anwendungen Zugang zu den 3D-Modellen. Einzig die Langzeitarchivierung und Vorhaltung der Inhalte stellt hier ein noch zu lösendes Problem dar.

Publiziert in: Messemer, Heike, Digitale 3D-Modelle historischer Architektur. Entwicklung, Potentiale und Analyse eines neuen Bildmediums aus kunsthistorischer Perspektive. Heidelberg: arthistoricum.net ART-Books, 2020 (Computing in Art and Architecture, Band 3). DOI: <https://doi.org/10.11588/arthistoricum.516>

4.5 Neue Technologien als Katalysatoren

Der Überblick über die 1990er-Jahre zeigte die große Ausweitung des Bereichs der digitalen Rekonstruktion im wissenschaftlichen Kontext. Mit der Einrichtung von Forschungsinstitutionen konnten sich vor allem an Universitäten einzelne Zentren bilden, die teils bis heute aktiv sind und einen großen Beitrag zur Institutionalisierung dieses Bereichs lieferten beziehungsweise weiterhin liefern. Einen weiteren wichtigen Faktor stellen hierbei die in diesem Jahrzehnt gegründeten, einschlägigen Konferenzen dar. Sie zeigen den großen Bedarf, 3D-Projekte vorzustellen und in der Community zu diskutieren. Auch diese Foren existieren bis heute und werden nach wie vor zur Präsentation von Arbeiten und zur Vernetzung von Experten und Wissenschaftlern aus unterschiedlichen Bereichen wahrgenommen.

Diese Entwicklungen deuteten bereits an, dass in den 1990er-Jahren ein großer Anstieg an 3D-Projekten zu verzeichnen ist. Dies ist auch in den in diesem Jahrzehnt erscheinenden Sammelbänden zu beobachten, die insbesondere in der Archäologie, innovative Arbeiten zusammenstellten und gleichsam eine Art Überblick zum Status Quo lieferten. Wissenschaftler blickten nun auch zurück auf die Anfänge digitaler Rekonstruktion historischer Architektur und erstellten erste Übersichten zu wichtigen frühen Projekten. Im Zuge dessen reflektierten sie über bisherige Initiativen und resümierten, dass vor allem eine Kennzeichnung von Hypothesen im 3D-Modell vorgenommen werden sollte. Diese Forderung beruhte vor allem auf den technischen Fortschritten, die einen zunehmenden Fotorealismus ermöglichten und somit für den Betrachter die Unterscheidung zwischen gesichertem Wissen und Vermutungen erschwerten.

Weitere technische Innovationen konnten insbesondere im Bereich der Virtuellen Realität festgestellt werden. Diese hielt Mitte der 1990er-Jahre Einzug in das Internet, einer zunehmend wichtigen Plattform zur Präsentation und Veröffentlichung von 3D-Modellen.

Aus der großen Fülle an 3D-Projekten, die in diesem Jahrzehnt entstanden, wurden drei herausragende Initiativen ausgewählt und in je eigenen Kapiteln vertieft betrachtet und detailliert analysiert:

Die von Werner Müller und Norbert Quien Anfang der 1990er-Jahre realisierte Rekonstruktion eines spätgotischen Kirchenchors sticht aus den in der Kunstgeschichte in dieser Zeit unternommenen 3D-Projekten hinsichtlich mehrerer Aspekte heraus. So umfasste ihre Arbeit mit der computertechnischen Modellierung gotischer Gewölbeentwürfe eine neue Methode, die sie in die

kunsthistorische Forschung einführten. Sie nahmen damit eine Vorreiterrolle in diesem Feld ein, denn erst in den 2010er-Jahren fanden ähnliche Ansätze zu computertechnischen Verfahren in der Fachcommunity verstärkt Eingang. Auch in technologischer Hinsicht betraten sie mit ihrem Projekt Neuland. Denn der Mathematiker Norbert Quien entwickelte eigens eine auf Müllers Fragestellungen hin abgestimmte Software. Zudem konnten sie auf einen Großrechner an der Universität Heidelberg zugreifen, ein besonderes Privileg, wie der Blick auf andere 3D-Projekte der Zeit verdeutlicht.

Die zweite umfassend dargestellte Initiative widmet sich dem 3D-Projekt zur Dresdner Frauenkirche von 1993. Eine Besonderheit, die diese Arbeit auszeichnet, ist die Verwendung der digitalen Rekonstruktionen im Rahmen unterschiedlicher Kontexte. So wurde ein 3D-Modell zur Einwerbung von Spendengeldern für den Wiederaufbau des Gotteshauses im Fernsehen gezeigt, eines diente dazu die Ruinentrümmerteile digital zu erfassen und räumlich zu verorten und ein weiteres wurde als Prototyp einer VR-Anwendung präsentiert. Dementsprechend waren viele verschiedene Experten an der jeweiligen Umsetzung beteiligt, die mit damals modernsten Technologien erfolgte. Der hohe wissenschaftliche Anspruch, den die Beteiligten an die Rekonstruktion stellten, war sicherlich keine Selbstverständlichkeit, zumal die 3D-Modelle teils als werbewirksame Präsentationen fungierten, deren Fokus üblicherweise auf Aufmerksamkeit erregenden Effekten lag und weniger auf einer quellenbasierten Darstellung. Durch die zahlreichen Veröffentlichungen in unterschiedlichen Medien erreichte das Projekt internationale Aufmerksamkeit.

Bei dem dritten detailliert analysierten Projekt handelt es sich um die digitale Rekonstruktion des Festspielhaus Hellerau. Als Auslöser für die Initiierung des theaterwissenschaftlichen Langzeitprojekts **Theatron** kam dem ersten 3D-Modell des Theatergebäudes, das um 1994/1996 realisiert wurde, eine besondere Bedeutung zu. Im Laufe der Jahre diente es als Grundlage für darauf aufbauende digitale Rekonstruktionen des Festspielhauses, die allesamt in verschiedenen Kontexten Verwendung fanden, sei es als virtueller Rundgang in Form eines Videos, als interaktives **VRML**-Modell für die Lehre und Forschung oder als 3D-Modell in **Second Life**. Insbesondere die Einbindung des 3D-Modells in eine virtuelle Lernumgebung konnte ein wichtiges Potential für die Lehre und Forschung im Bereich der Theaterwissenschaft zeigen, das aber auch auf andere Fächer wie die Kunstgeschichte übertragbar ist.

Diese drei exemplarisch ausgewählten Projekte spiegeln die große Bandbreite an Themen, Entstehungskontexten, Visualisierungs- und Präsentationsmöglichkeiten sowie verwendeten Technologien wieder, die die 1990er-Jahre prägten. Das nun folgende Kapitel widmet sich der Zeit um das Jahr 2000, in der sich verdichtet eine Vielzahl an 3D-Projekten findet, die über einen langen Zeitraum hinweg erarbeitet wurden und teils bis heute noch andauern.