

Kloster Georgenthal im Bauernkrieg - ein virtuelles, immersiv-räumliches Gruppenerlebnis

Monastery Georgenthal in the Peasant Wars – an immersive- spatial group experience

Prof. Dr. Ralf Böse
FH Schmalkalden
Blechhammer, D-98574 Schmalkalden
Tel: +49 (0)3683 6884101, Fax: +49 (0)3683 6884499
E-mail: r.boese@fh-sm.de, Internet: www.fh-schmalkalden.de/informatik.html

Prof. Dipl.-Des. Ulrike Spierling
FH Erfurt
Altonaer Str. 25, 99085 Erfurt
E-mail: spierling@fh-erfurt.de, www.ai.fh-erfurt.de/spierling

Hans-Georg Struck
E-mail: georg.struck@gmail.com

Dr. Sandra Brix
Fraunhofer IDMT
Ehrenbergstr. 31, D-98693 Ilmenau
Tel: +49(0)3677 467 380, Fax: +49(0)3677 467 467
E-mail: brix@idmt.fraunhofer.de, Internet: www.idmt.fhg.de

Zusammenfassung:

In diesem Beitrag werden die Konzeption und die prototypische Umsetzung eines stereoskopischen Kurzfilms in Verbindung mit einem 3D Soundsystem auf Basis der Wellenfeldsynthese vorgestellt. Die Installation ist Teil einer Museumskonzeption für den geplanten barrierefreien Erlebnispark ‚Klostervision‘ in Georgenthal, Thüringen. Sie ist weltweit die erste Installation in diesem Anwendungskontext. Mit Hilfe einer packenden Story wird die Immersion des Mediums für die Wissensvermittlung ausgenutzt, und deren Wirkung erläutert. Herausforderungen waren Stereoskopie, computergrafische Simulationen, 3D- Compositing und Integration in das räumliche Audiosystem IOSONO.

Summary:

In this article, the concept and prototype production of a stereoscopic film is presented. The film is shown with a 3D sound system based on wave field synthesis. The piece is part of a museum design for the cultural heritage park of a Monastery in Georgenthal, Thuringia. This is the world's first installation in this application context. Main emphasis is on the content concept, designed to exploit the new medium's immersive effects for knowledge transfer, and its implications. The technical challenges in the project were the integration of stereoscopic footage with computer graphics, 3D compositing and the final integration with the spatial audio rendering system IOSONO.

1 Einleitung

Im Projekt InnoTP¹, welches sich der medialen Wiederaufbereitung des Klosters Georgenthal in Thüringen widmete, wurde ein neuer Weg der technisch gestützten Wissensvermittlung in einer Museumskonzeption beschritten. Durch eine integrierte immersiv-virtuelle und physische Gestaltung werden Seh-, Hör- und Tastsinn parallel angesprochen. In der Gesamtkonzeption stehen Menschen mit Behinderungen im Vordergrund.

Im Projekt wurde ein Park der Sinne mit unterschiedlichen Etappenpunkten konzipiert. Ein wesentlicher Etappenpunkt ist ein „Multivisionskino“, welches als Einstiegspunkt Motivation und Neugier bei den Besuchen erzeugen soll. Die hier beschriebene Installation ist ein Prototyp, mit dem stereoskopische 3D Computergrafik, 3D Real-Video und 3D Sound mit einer erzählten Micro-Geschichte aus der Reformationszeit anschaulich verbunden werden.

Das InnoTP-Projekt lässt sich in den Kontext „Virtual Cultural Heritage“ (VHC) einordnen. Die Schaffung virtueller, fiktiver Erlebniswelten zur Vermittlung von Wissen über vergangene Zeiten ist heute ein modernes Kommunikationswerkzeug. Einige EU Projekte haben sich dieser wichtigen Aufgabe angenommen und diese gefördert². Das interdisziplinäre geförderte Forschungsprojekt InnoTP bot darüber hinaus die Möglichkeit, eine Vermittlung von historischem Wissen mit Unterstützung von immersiven 3D Technologien zu konzipieren und zu testen, die in ihrer Form keine Vorlage hat.



Bild 1: Halle unter der Abtwohnung



Bild 2: Halle unter der Abtwohnung heute

2 Dramaturgische Konzeption

Im Zentrum der Konzeption stand die Gestaltung eines interaktiven Parks der Sinne (Parcours), der über das ehemalige Klostergelände führt und Sehende und Blinde gleichermaßen zu einzelnen Sinneserfahrungen einladen soll. Erste konzeptionelle Vorarbeiten wurden hierfür durch ein Architekturbüro und die Stiftung Thüringer Schlösser und Gärten vor Projektbeginn durchgeführt, und bei der späteren Story-Entwicklung berücksichtigt.

Speziell von der Wirkung des Raumklangs nach der Methode der Wellenfeldsynthese – in Kombination mit den Möglichkeiten der Stereoprojektion – wurde erwartet, dass nicht nur Faktenwissen zu vermitteln sei, sondern auch sinnliche Qualitäten, wie z.B. das Gefühl der Präsenz in einem wiederbelebten, vor langer Zeit untergegangenen Kloster. Im Folgenden wird daher die Inhalts-Recherche und Suche nach einer integrierenden Story näher beleuchtet.

2.1 Wissensaufbereitung und integriertes Konzept

Die Frage nach dem Gegenstand der Wissensvermittlung wurde mit zunehmender Recherche komplexer. Die Besonderheiten genau dieses Zisterzienser-Klosters waren durch die lückenhaft vorhandenen Quellen schwierig festzustellen, also wurden von vorne herein Informationen aus Annahmen über Vergleichsobjekte und Allgemeinwissen über die Zeit des Klosters gewonnen und dem gesicherten Wissen hinzugefügt. Hinzu kam die Erkenntnis, dass die gezielt „sinnliche“ Erfahrung eines Klosters außer baulichen Merkmalen auch Informationen über das Leben darin zu jener

¹ InnoTP, Langtitel: "Untersuchungen und Festlegungen notwendiger Voraussetzungen und Rahmenbedingungen für einen barrierefreien Tastparcours mit virtuellem Raum für Menschen mit unterschiedlichen Fähigkeiten in der Modellregion" gefördert vom BMBF 2005-2006

² EPOC- European Research Network on Excellence in Processing Open Cultural Heritage, <http://www.epoch-net.org>

Zeit transportieren muss. Dabei wurde auch an Zielgruppen gedacht, die sich nicht ohne Weiteres für ein historisches Kloster interessieren – also eine spannende Geschichte als Einstiegspunkt brauchen. Es wurden folgende Schwerpunkte für die Gesamtkonzeption des Parcours herausgearbeitet:

- Alle Sinne des Menschen und seine Emotionen sind anzusprechen.
- Das Konzept der Wissensvermittlung wird einerseits spielende und selbstaktivierende Komponenten, aber auch Gruppenerlebnisse enthalten.
- Einen Höhepunkt als Gemeinschaftserlebnis wird das entwickelte Multivisionskino mit seiner erzählten Micro- Geschichte darstellen. Diese Geschichte wird einem dramaturgischen Konzept folgen und historische Fakten mit Fiktion verbinden.
- Mittels dieses Ansatzes soll der Besucher motiviert werden, sich mit der geschichtlichen Substanz durch weitere und ergänzende Angebote im Parcours zu beschäftigen.

2.2 Storytelling

Spannende Geschichten fesseln das Publikum, in dem Menschen (Hauptfiguren) zum Identifizieren angeboten werden. Daher wurde im historischen Material nach Personen gesucht, die eine Hauptrolle spielen könnten, am besten mit Anknüpfungspunkten an Allgemeinwissen, die Interesse wecken. Dabei wurde die Figur des Georg Spalatin entdeckt, der einst Novizenmeister im Kloster war und dessen Bibliothek aufbaute. Später, zu Zeiten des Kloster-Untergangs, war er bereits ein einflussreicher Unterstützer Luthers, Übersetzer wichtiger antiker Schriften und eine Schlüsselfigur des deutschen Humanismus. Bei der Entwicklung der Geschichte stand „Erlebnisse vermitteln“ und „Interesse wecken“ im Vordergrund.

2.3 Story und Plot

Auf der Grundlage des gewählten Themas wurde ein Plot entwickelt, der bei dem Protagonisten den in ‚Querela Pacis‘ geforderten Selbst-Erkenntnisprozess durchmacht. Der junge Mönch ‚Thomas‘ gerät in einem Tagtraum als ‚Domenicus‘ in die Stürmung des Klosters 1525 durch die Bauern und sucht nach einem Ausweg aus der bedrohlichen Kriegssituation. Wehrlos hört er, wie die aggressiven Bauern die Klostermauern überrennen und in das Kloster eindringen.

2.4 Fazit

Die Installation stellt eine persönliche, emotionale Verbindung zwischen den Besuchern und den Klosterresten her. Die Geschichte spricht u.a. mit dem Thema Krieg Emotionen an. So wird aus den tatsächlich vorhandenen Steinfragmenten und einem virtuellen Klostermodell ein persönliches Gegenüber „das dem Besucher etwas zu sagen hat“.

3 Technische Umsetzung

In diesem Abschnitt werden Besonderheiten bei der Umsetzung beschrieben, die aus den komplexen Anforderungen des Projekts resultierten. Dies betrifft die Stereoskopie, die Zusammenführung (Compositing) von Computeranimation und Realdreh, die Audio- Integration auf Basis der Wellenfeldsynthese (WFS) sowie die Gesamt-Installation. Die Nutzung von Spezialeffekten unter Einbeziehung von Computern bei der Postproduktion wird unter dem Begriff VFX³ zusammengefasst. Gerade die Stereoskopie erlebt eine moderne Renaissance. VFX mit Stereoeffekten erreichen auch das normale Massenpublikum, da immer mehr Kinos mit der notwendigen Technik ausgestattet werden. Auf der größten Multimedia- und Computergrafikmesse der Welt, der Siggraph⁴ in den USA, gab es in diesem Jahr eine speziell ausgezeichnete Session zu diesem Thema mit einer überwältigenden Resonanz.

Da im Gesamtkonzept die Nutzung der stereoskopischen Abbildung ein wesentliches dramaturgisches Gestaltungsmittel war, musste der gesamte Workflow der Filmproduktion darauf abgestimmt werden. Deshalb sollen im Folgenden einige praktische Herausforderungen dargestellt werden.

³ www.wikipedia.de: Als **visuelle Effekte** oder **visual effects (VFX)** bezeichnet man Effekte in Filmen, die in der Postproduktion erzeugt werden, heutzutage meist mit Computern. Sie bilden damit den Gegensatz zu Spezialeffekten (SFX), die am Set gedreht werden. 9/2008

⁴ www.siggraph.org/s2008: Stereoscopic 3D: Research, Applications and Entertainment

3.1 Stereoskopie

Im Laufe der Entwicklung stereoskopischer Wiedergabeverfahren haben sich vielfältige Technologien etabliert, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann. Einen allgemeinen Überblick zur stereoskopischen Abbildungspipeline ist bei Herbig [1] zu finden. Die folgende Grafik gibt in Anlehnung an den genannten Autor einen Überblick zur stereoskopischen Abbildungspipeline.

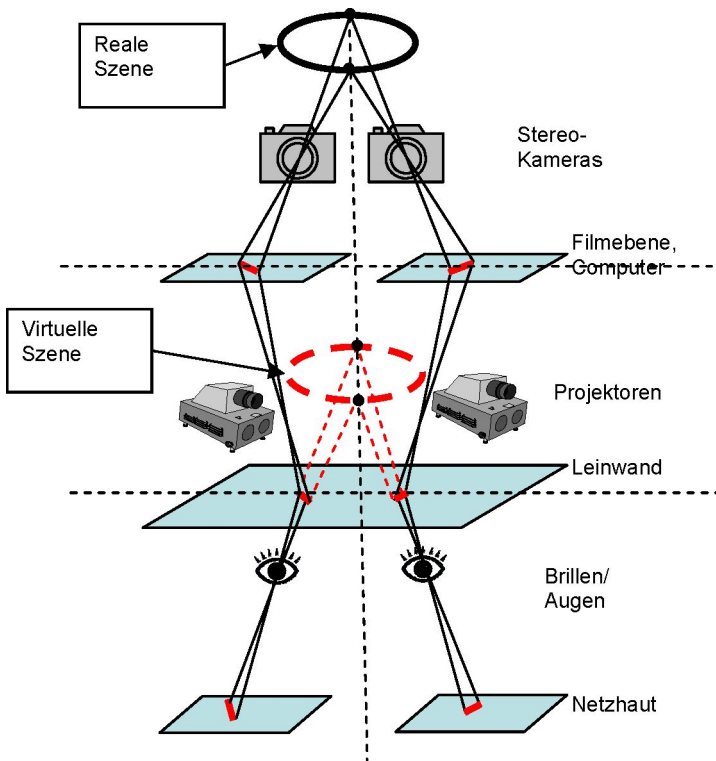


Bild 1: Stereoskopische Abbildung

Zu beachten ist, dass im virtuellen Objekt eine Tiefe existiert. Dieser Tiefeneindruck ist eng mit den Aufnahme und Wiedergabebedingungen verbunden. Um bei realen und virtuellen Szenen einen optisch gleichen Szeneneindruck zu erhalten, sind die Parameter exakt abzustimmen, da ansonsten stark sichtbare perspektivische und andere Fehler auftreten. Hierfür müssen am realen Set alle Kamera- und Raumverhältnisse aufgezeichnet werden, um sie dann in die virtuellen Szenen zu übertragen.

Bei stereoskopischen Filmprojekten kann man zwischen technisch/ geometrischen und gestalterisch/ dramaturgischen Aspekten unterscheiden. Die Wahl dieser Parameter bestimmt für den späteren Zuschauer ganz wesentlich den Stereoeindruck und die damit verbundene „Verträglichkeit“ der Bilder. Hierbei spielen die Begriffe der Disparität bzw. Deviation eine entscheidende Rolle, da diese ein Maß für den Abstand der Teilbilder für das linke und rechte Auge sind. Der Mensch kann sich, individuell verschieden, nur an eine begrenzte Disparität der Bilder anpassen, was im ungünstigen Fall zu Schwindelgefühlen und Kopfschmerzen führen kann.

Die technisch/geometrische Einstellungen bei der Aufnahme werden hauptsächlich durch die verwendeten Kameras und deren Parametrisierung bestimmt. Neben der physischen Beschaffenheit und der Aufnahmetechnologie sind aus der Erfahrung heraus folgende Parameter von entscheidender Wichtigkeit:

- Absolut verlässlicher mechanischer Aufbau,
- Synchrones Starten und Stoppen,
- Einstellbarer Augenabstand,
- Justierbare horizontale und vertikale Konvergenz der Kameras,
- Synchronität aller Bildparameter, wie Weißabgleich, Focus, Tiefenschärfe, Kontrast etc.

Für die geometrischen Grundregeln des Szenenaufbaus und der Aufnahme sind die klassischen Erkenntnisse der Stereoskopie [1] zu berücksichtigen. Einige wichtige praktische Erfahrungen sind:

- Ein stereografisches Halbbild sollte über seine räumliche Tiefenausdehnung scharf sein.
- Nah- und Fernpunkt im Stereogramm dürfen nicht zu weit auseinander liegen. Das Auge kann aufgrund der unterschiedlichen Konvergenzwinkel das Motiv nicht mehr vollständig erfassen.
- Höhenparallaxen sind zu vermeiden, da sie beim Betrachten zur erschwerten Fusion führen.
- Artefakte bei den Kameraeinstellungen, wie Lensflare, sind auszuschließen.
- Teleaufnahmen führen zur starken Bildverflachung und mindern den stereoskopischen Eindruck.

Eine nachträgliche Korrektur von Fehlern ist in der Postproduktion später nicht oder nur mit großem Aufwand möglich.



Bild 2: Schauspieler in virtueller Kulisse

Gestalterische und dramaturgische Parameter folgen sowohl den obigen Gesetzmäßigkeiten, sollten aber auch die Sehgewohnheiten und psychischen Eigenheiten des Publikums integrieren. Einige grundsätzliche Handlungsprämissen können dabei festgehalten werden:

- Die Raumtiefe der Abbildung ist sorgsam zu wählen, da sie entscheidenden Einfluss auf die Konvergenz bzw. den zu wählenden Augenabstand hat.
- Aufnahmen von nur auf einem Auge sichtbaren Objekten sind zu vermeiden.
- Schnelle Schnitte führen zu Irritationen bei Betrachtern.
- Weitwinklige Einstellungen mit langsamen Bewegungen geben Zuschauern genügend Zeit, sich optisch anzupassen.
- Der Effekt von vor der Leinwand „schwebenden“ Objekten ist anstrengend für die Betrachter und sollte nur sparsam dramaturgisch eingesetzt werden.

Im Weiteren werden einige zusätzliche praktische Umsetzungsaspekte angesprochen.

3.2 Digitale Szenen-Modellierung

Das komplette Klostergelände mit der Basilika wurde am Fachbereich Informatik der Fachhochschule Schmalkalden mit den architektonischen Attributen auf Basis des vorhandenen Quellenmaterials als digitales, animierbares stereoskopisches 3D Modell rekonstruiert. Bild 3 zeigt eine Innendarstellung der virtuellen Basilika.



Bild 3: Ein Ausschnitt aus dem virtuellen 3D Modell der Basilika und des Klostergeländes

Um eine größtmögliche historische Richtigkeit des Modells zu erzielen, wurden für das Projekt Historiker und Museumsdidaktiker hinzugezogen. Im Rahmen der Drehbuchentwicklung kamen weitere komplexe Anforderungen hinsichtlich Innenausstattung, Licht- und Farbwahl hinzu.

3.2.1 Bildgestaltung

Die Bildgestaltung umfasst alle Elemente, die neben der virtuellen 3D-Geometrie einen photorealistischen und emotionalen Eindruck beim Betrachter erzeugen, wie Layout, Licht und Farbgebung. Richtschnur waren die Vorgaben von den realen Drehorten, die später passgenau mit den Computergrafiken zu überlagern waren. Eine besondere Herausforderung bestand darin, in allen Szenen eine Abend- bzw. Nachstimmung zu erzeugen. Die geringen Helligkeits- und Kontrastverhältnisse stellten eine Schwierigkeit für die nachfolgenden Schritte des Compositing dar.

Um keinen visuellen Bruch zwischen den computergenerierten und den real gedrehten Szenen zu erzeugen, wurden für die Modelle Fotos an den Drehorten gemacht und später am Rechner überarbeitet und modifiziert, um sie dann in die virtuellen Szenen einfügen zu können.

3.2.2 Virtuelle und Reale Stereo-Kameras

Grundsätzlich wurde „realdrehführend“ gearbeitet. Für die Produktion der virtuellen Szenen wurde eine spezielle virtuelle Stereokamera entwickelt. Dabei wurden bestehende Attribute (z.B. Brennweite, Schärfentiefe etc.) der rechten Kamera mit denen der linken Kamera programmtechnisch verbunden, um eine fehlerfreie Einstellung zu garantieren.

Beim Dreh wurden zwei baugleiche Camcorder eingesetzt, die durch eine spezielle entwickelte Aufnahmeeinheit mit Stativ fixiert wurden. Die Steuerung erfolgte über eine Synchronisationseinheit, die die beiden Camcorder parallel angesteuert. Eine besondere Herausforderung war die Abstimmung des Weißabgleichs und der Helligkeiten der beiden Kameras. Einige weitere Aspekte bei stereoskopischen Aufnahmen findet sich in [4] und in [7].

3.2.3 Rendering

Durch die vorgesehene Großprojektion mit entsprechend hohen Auflösungen und die Verbindung mit stereoskopischen Realfilmaufnahmen durch Compositing und Blue Screen Techniken stiegen die Anforderungen an die Entwurfs- und Rechenkapazitäten stark an. Die Datenbank der virtuellen Modelle, Texturen und Projektdaten hatte eine Gesamtgröße von ca. 100 GB. Um die Versionsvielfalt zu beherrschen, wurde ein Current Version System (CVS) integriert. Für die reinen Computerszenen wurden ca. 10.500 Einzelbilder mit jeweils ca. 10 Minuten Renderzeit benötigt. Dies bedeutet rund 1.750 Stunden reine Rechenzeit für die finalen Computeranimationen, bei mehr als 2,5 M Polygonen im Modell.

3.3 Integration

Laut Drehbuch sollten sich reale Schauspieler in der historischen Kulisse des Klosters bewegen. Reine Realszenen konnten an alternativen Drehorten durchgeführt werden. Für menschliche Handlungen in dem virtuell rekonstruierten Hintergrund mussten alle Aktionen in einer „Blue Box“ gedreht werden. Diese wurden dann mittels Chroma-Keying-Verfahren in die virtuellen Bilder eingepasst.

3.3.1 Schnitt und Compositing

Der Schnitt und das Compositing stellten die abschließenden Arbeitsschritte im technischen Workflow dar. Die realen und virtuellen Aufnahmen wurden parallel geschnitten und dabei mit den Audio-Kanälen abgestimmt. Grundsätzlich wurde tonführend gearbeitet; das heißt, das Timing war bereits im räumlichen Audio-System festgelegt und lag als 3D-Tonspur vor.

3.3.2 Integration mit dem Audio-System IOSONO

Die neue, auf WFS basierende Audiotechnologie IOSONO [6] kann im Gegensatz zu bekannten mehrkanaligen Audiowiedergabesystemen (u.a. Dolby Digital 5.1) eine korrekte Schallrichtungslokalisation und Distanzwahrnehmung erzeugen. Die IOSONO Technologie - von Fraunhofer IDMT entwickelt - ist im Projektkontext für Personen besonders geeignet, die sich an Hand von Schallor-

tungen orientieren müssen, um sich einen Eindruck ihrer Umgebung zu verschaffen. Die WFS ist eine auf dem Huygen'schen Prinzip basierende Methode, bei der aus einzelnen Schallquellen Schallfeldern in einem Wiedergaberaum reproduziert werden. Die Voraussetzung für die Reproduktion des Schallfeldes ist eine durchgehende Lautsprecheranordnung. Ziel einer derartigen Audiowiedergabe ist es, eine möglichst natürlich und räumlich realitätsgetreue Wahrnehmung des Schallfeldes zu gewährleisten. Mit Hilfe von IOSONO können virtuelle Schallquellen in Form von Punktquellen, fokussierten Quellen und ebenen Wellen wiedergeben werden. Der Zuschauer hat bei dieser Installation sogar die Möglichkeit, Schallereignisse im Raum als fokussierte Quellen zu erkennen (Bild 4). IOSONO repräsentiert den Stand der Technik der Audiowiedergabe. Ein Ring von 128 (zuzüglich 4 Bass-Quellen) Lautsprechern wird durch ein spezielles Audio- Rendering System angesteuert.

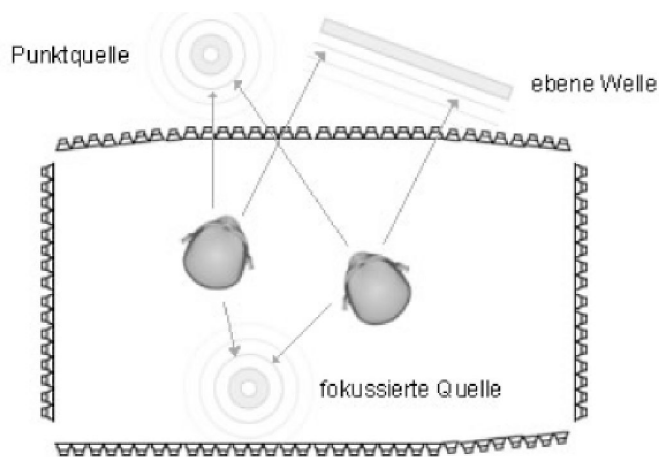


Bild 4: IOSONO Schallquellen

3.4 Aufbau

Die Installation wurde als Prototyp umgesetzt. Die Bildprojektion erfolgt von der Decke auf eine schalltransparente Leinwand.



Bild 5: Physischer Aufbau an der Fachhochschule Schmalkalden

4 Evaluation

Die enge und gute Zusammenarbeit zwischen Historikern, Architekten, Informatikern und Designern über die gesamte Projektzeit war essentiell für den Projekterfolg. Da von allen Beteiligten in dem interdisziplinären Forschungsprojekt Neuland betreten wurde, stellte sich die vorausschauende technische und dramaturgische Planung als schwierig heraus. Selbstkritisch konnten z.B. dadurch bedingte Mängel der eher traditionell orientierten Regie-Konzeption festgestellt werden, insbesondere bei den Schnitten und Bildeinstellungen. Bereits im Rohschnitt stellte sich heraus, dass schnelle Schnitte sich schlecht mit der Stereo-Projektion vertrugen. Im Gegensatz zum traditionellen Film benötigten Zuschauer nach jedem Schnitt etwa 1-2 Sekunden, bevor sich bei ihnen wieder die Illusion räumlicher Tiefe herstellte. In ähnlichen Produktionen sollte in Zukunft auf Einstellungen unter 5 Sekunden verzichtet werden. Empfehlenswert sind nach unserer Erfahrung lange Kamerafahrten zwischen 20 und 30 Sekunden (d.h. wesentlich länger als in Filmen üblich). Großaufnahmen ohne Hintergrund drohen ebenfalls „flach“ zu wirken. Stattdessen sind Totalen mit räumlicher Staffelung in Vorder-, Mittel- und Hintergrund zu empfehlen. Statische Aufnahmen sind für den Stereo-Effekt wirkungsloser. Besonders eindrucksvoll sind plötzliche Bewegungen auf das Publikum zu. Eine weitere Schwierigkeit bestand darin, dass es bisher kaum geeignete professionelle Werkzeuge zur Bearbeitung von stereoskopischem Material im Postprocessing gibt.

Die Ergebnisse einer formativen Evaluation des Prototyps (Beobachtung von verschiedenen Teilnehmergruppen, Leitfaden-Interviews und Fragebögen) lieferten im Mittel eine hohe Akzeptanz bei den unterschiedlichen Zielgruppen. Kriterien der Wirkung von Raumklang, Stereovision sowie der emotionalen Effekte wurden untersucht.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die im Projekt angewendeten 3D audiovisuellen Technologien eignen sich für den Einsatz im kulturellen Bereich, u.a. durch interaktive 3D-Darstellungen bei der Vermarktung (Präsentation) und Wissensvermittlung (eMuseum, virtuelle 3D-Modelle). Für zukünftige Fassungen werden sowohl die Verbesserung des technischen Equipments bei Realaufnahmen, sowie die rechtzeitige Berücksichtigung der Erkenntnisse von Umble [4] beim Drehbuch angestrebt und empfohlen.

6 Danksagung

Wir danken allen Projektmitarbeitern und den kooperierenden Firmen für die fruchtbare Zusammenarbeit: Jens Büttner, Architekturbüro Bießmann+Büttner Schmalkalden, Tonstudio Florian Stuttgart, Herrn und Frau Dr. Ernst, Dr. Witte und Dr. Schmied vom Projektträger. Besonderer Dank gilt dem Drehteam und den Schauspielern.

7 Literatur

- [1] Herbig, G. P.: Virtuelle Wahrnehmung der Tiefe bei der Stereoprojektion. <http://www.herbig-3d.de/german/tiefenwahrnehmung.htm> .
- [2] Hamatschek, H: Konzeption und Entwicklung einer auf 3D-Koordinaten basierenden prototypischen Multimedia Anwendung zur Synchronisation zwischen Raumklangsystemen und computergrafischer Produktion im speziellen Kontext des Themas InnoTP. Schmalkalden: Diplomarbeit Fachhochschule, 2006.
- [3] Howard, D., and Mabley, E.: The Tools of Screenwriting: A Writer's Guide to the Craft and Elements of a Screenplay. St. Martin's Press, New York, USA, 1993
- [4] Umble, E. A.: Making it real: the future of stereoscopic 3D film technology. Online: ACM SIGGRAPH Computer Graphics Quarterly 40, 1 (May. 2006)
- [5] InnoTP Projekt Homepage. <http://www.innotp.de>.
- [6] Sporer, T.: Wave Field Synthesis – Generation and Reproduction of Natural Sound Environments. Proc. of the 7th Int. Conference on Digital Audio Effects (DAFx'04), Naples, Italy, 2004
- [7] www.siggraph.org/s2008: Stereoscopic 3D: Research, Applications and Entertainment, 2008