Ralf Böse, Ulrike Spierling und Hans-Georg Struck

Virtual Cultural Heritage – eine immersive, multimediale Anwendung am Beispiel des Klosters Georgenthal

Virtual Cultural Heritage – an Immersive Multimedia Application Showcase of the Monastery Georgenthal

Virtual Cultural Heritage_Wellenfeldsynthese_Raumklang_Stereovision_Storytelling_Wissensvermittlung

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. Besonders wird auf das inhaltliche Konzept eingegangen, das mit Hilfe einer packenden Story die Immersion des Mediums für die Wissensvermittlung ausnutzt, und deren Wirkung erläutert. Weiterhin wird die Umsetzung beschrieben, deren Herausforderungen in stereoskopischen Realaufnahmen, computergrafischen Szenen, 3D-Compositing und einer Integration in das räumliche Audiosystem IOSONO bestanden.

Summary. In this article, the concept and prototype production of a stereoscopic film is presented, in conjunction with a 3D sound system based on wave field synthesis. The piece is part of a museum design for the planned barrier-free 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, which lets a thrilling story fully exploit the new medium's immersive effects for knowledge transfer, and its implications. Further, some production challenges are explained, which were the integration of stereoscopic footage with computer graphics, 3D compositing and the final integration with the spatial audio rendering system IOSONO.

1. Einleitung

Der Begriff „Virtual Cultural Heritage“ sowie die Schaffung künstlicher, fiktiver Erlebniswelten zur Vermittlung von Wissen über vergangene Zeiten finden eine immer weitere Verbreitung. Digitale Rekonstruktionen sind besonders gut geeignet, historische, nicht mehr vorhandene Architektur und Situationen zu simulieren. Im bisherigen Einsatz des Mediums im musealen Kontext wird meist durch 3D Computergrafiken Wissen über historische Details vermittelt. Im hier beschriebenen Projekt „InnoTP“¹, das sich der medialen Wiederaufbereitung des Klosters Georgenthal in Thüringen wid-

mete, wurde ein anderer Weg der technisch gestützten Wissensvermittlung in einer Museumskonzeption beschritten:

- Durch eine integrierte immersiv-virtuelle und physische Gestaltung werden mehrere Sinne parallel angesprochen. In der Gesamtkonzeption sind u. a. der räumliche Seh-, Hör- und Tastsinn berücksichtigt, auch um einem Ausschließen von Menschen mit Behinderungen entgegen zu wirken.
- Verschiedene Wissens-Ebenen wurden in eine packende Erzählung integriert, wie z. B. Kenntnisse über das konkrete Kloster Georgenthal, Hintergrundwissen über das Klosterleben der Zisterzienser, sowie historische Daten über die Reformation und den Bauernkrieg im Jahr 1525.

- Menschliche Beweggründe zwischen Glauben, Zweifel, Liebe und Krieg stehen bei der umgesetzten Story im Zentrum; dabei werden bewusst Emotionen angesprochen, um Besucher für das historische Faktenwissen zu interessieren. In dieser Hinsicht wird historische Geschichte mit einer fiktiven Ebene angereichert.

Die hier beschriebene, resultierende Installation ist ein Prototyp, mit dem stereoskopische 3D Computergrafik,

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 BMB+F 2005-2006

Bild 1: Halle unter der Abtwohnung des Klosters Georgenthal

Bild 2: Halle unter der Abtwohnung heute

3D Real-Video und 3D Sound (per Wellenfeldsynthese) mit einer erzählten Geschichte aus der Reformationszeit anschaulich verbunden werden.

1.1 Motivation und Zielsetzung

Die Aufgabe im Projekt InnoTP war es, eine Museumskonzeption für einen besonderen Fall eines historischen Monuments zu schaffen: Die Klosterruine Georgenthal. Die Ruine im südthüringischen Georgenthal ist kaum noch sichtbar und besteht aus wenigen Resten der Grundmauern und einzelner Artefakte, die den zahlreichen Plünderungen und Abtragungen nach ihrer Zerstörung im 16. Jahrhundert nicht zum Opfer fielen. Dennoch sind die Reste Zeugnisse eines der bedeutendsten Zisterzienserklöster in direkter Filial-Abstammung vom Mutterkloster Morimund in Frankreich. Das Kloster Georgenthal wurde um 1140 gegründet und in der Folge der Bauernunruhen im Jahre 1525 verlassen und stillgelegt. Zerstört wurde es ca. 1550 und in der Folge abgetragen (vgl. Bild 1 und 2).

Für dieses Projekt wurde dieser augenscheinliche Nachteil historischer Anschaulichkeit in einen Vorteil umgemünzt. Sind in anderen Museumsprojekten die Aufgaben der Erhaltung und Konservierung eines Artefakts den Aufgaben der Präsentation und Vermittlung zumeist übergeordnet, so ist in diesem Projekt eine Vermittlung der historischen Gegebenheiten ohne Medien nicht denkbar. Diese können von vorne herein derart gestaltet werden, dass sie mehrere Zielgruppen ansprechen, die neben dem allgemeinen und regionalen Tourismus auch behinderte Gruppen mit einschließen. Motivation war, die für Sehbehinderte und Sehende ähnliche Situation des „Nicht-Sehen-Könnens“ der damali-

gen Gebäude auszunutzen, um eine gemeinsame, integrierende Erlebniswelt zu schaffen.

Die im Projekt verwendete immersive Audiotechnik ‚IOSONO‘ (2008), die auf Basis der Wellenfeldsynthese (Sporer 2004) genaue räumliche Hörerfahrungen ermöglicht, wurde daher nicht nur als Add-On der Visualisierung, sondern als hauptsächliches Zielmedium in der Vermittlung angesehen. Hierfür wurde erstmals ein Drehbuch geschrieben, das direkt auf die Verwendung dieses Audio-Systems abzielt. Die integrierte Konzeption dieser „Story“ ist im Abschnitt 2 beschrieben.

Weiterhin steht im Zentrum der Museumskonzeption die Gestaltung eines interaktiven Parks der Sinne, 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.

2. Konzeption

Das interdisziplinäre, geförderte Forschungsprojekt InnoTP bot die Möglichkeit, eine neuartige Vermittlung von historischem Wissen mit Unterstützung von immersiven 3D Technologien zu konzipieren und zu testen, die in ihrer Form keine Vorlage hat. Speziell von der Wirkung des Raumklangs – besonders 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. Dazu kam die Erkenntnis, dass die gezielt „sinnliche“ Erfahrung eines Klosters außer baulichen Merkmalen auch Informationen über das Leben darin zu jener 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.

Faktenwissen

Das Entwurfsteam recherchierte zunächst mehrere Wissensgebiete, bevor deren Integration in einer Geschichte begonnen wurde. Zu diesem „Faktenwissen“ gehört zunächst die möglichst genaue Wiedergabe der Architektur und Innenarchitektur in der Visualisierung, relevant für die 3D Modellierung (vgl. Abschnitt 3). Weiter gehörten dazu die Umstände und Zeitmarken der Gründung des Klosters, besonderer zeitgeschichtlicher Einschnitte und dessen Ende. Die Gründe des Untergangs verweisen auf Wissen über die Re-

formationskriege, die speziell in Mitteldeutschland verheerende Wirkung hatten. Weiterhin wurden die Regeln und der strukturierte Tagesablauf der Zisterzienser-Mönche recherchiert, die heute wie damals gelebt werden und so eine zeitliche Brücke darstellen. Historische Fakten betreffen auch die zur Klosterzeit gültigen Verhaltensregeln, Kleidung, genaue Sprache, Gesang, typische Geräusche, Raumausstattung, Ernährung u. v. m., wenn man ein Stimmungsbild davon erzeugen will. Von besonderem Interesse waren hier auch der damalige Umgang mit Büchern und Wissen, sowie Beschreibungen von konkreten Personen im Kloster Georgenthal.

Storytelling

Spannende Geschichten fesseln das Publikum, in dem Menschen (Hauptfiguren) zum Identifizieren angeboten werden. Der amerikanische Dramaturg Frank Daniel definiert eine Geschichte: „*A story starts with a character.*“ (Howard and Mabley 1993). Weiter definiert er als Basis des Drama: „*Somebody wants something badly and is having difficulty getting it.*“ Demnach gehören zu einer Geschichte eine Hauptfigur mit Charakter, deren Ziele sowie ein Hindernis, diese zu erreichen.

Daher wurde also 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. Diese Figur wurde zum Anknüpfungspunkt für eine Geschichte. Bei der Entwicklung der Geschichte stand „Erlebnisse vermitteln“ und „Interesse wecken“ im Vordergrund.

Dafür traten – sozusagen als Kehrseite der Medaille – andere Aspekte in den Hintergrund, nämlich das Vermitteln von vollständigen historischen Fakten. Die Story erforderte eine beschränkte Auswahl in der schier unendlichen Wissenssammlung. Es wurde die Entscheidung getroffen, die vollständige Faktenvermittlung anderen Medien zu überlassen, und

die immersive Rauminstallation mit Fiktion anzureichern, um damit Begeisterung und offene Fragen für das Thema zu wecken.

Fakten und Fiktion

Im Projekt war man sich der Tatsache bewusst, dass mit der Einführung einer Story eine Gratwanderung begangen wurde. Alle Teilnehmer waren sich einig, dass eine Verdrehung von geschichtlichen Ereignissen ausgeschlossen werden sollte; auch von einem eventuellen „Vergnügungspark“ mit Geschichts-Thema wurde sich distanziert. Für die zukünftige Realisierung dieser Installation wurde daher empfohlen, eine begleitende Ausstellung mit ‚Fakten und Fiktion‘ durchzuführen, die über diese Unterschiede informiert. Das auferlegte Motto bei der Story-Findung war: „Es muss nicht so gewesen sein, aber es spricht nichts dagegen, dass es so hätte sein können!“

Ein Beispiel soll hier erläutert werden:

- Fakt: Georg Spalatin baute 1505–1508 die Georgenthaler Bibliothek auf. Er übersetzte später u. a. das Buch ‚Querela Pacis‘ von Erasmus von Rotterdam ins Deutsche (ca. 1521). In dieser Schrift, wörtlich übersetzt ‚Klage des Friedens‘, spricht der als weibliche Gestalt allegorisierte Frieden zur Menschheit. Der Text mahnt die Menschen, ihre privilegierte, göttliche Natur nicht zu vergessen und nicht wegen einer wesenlosen, schattenhaften Welt unnötiges Leid zu schaffen.
- Fakt: Bei der bevorstehenden Stürmung der mitteldeutschen Klöster durch die Bauern (1525) wurden teilweise Kloster-Bibliotheken vorsorglich ausgeräumt, um die seltenen Bücher zu retten.
- Fiktion: In der Story taucht (i. J. 1525) Georg Spalatin plötzlich als Besucher in Georgenthal auf und versucht, mit Hilfe einer attraktiven Novizin „seine“ Bücher zu retten. Er hat die ‚Querela Pacis‘ im Gepäck.
- Fiktion: Dies erfahren die Zuschauer durch die Augen der fiktiven Hauptfigur ‚Thomas‘ aus der Gegenwart, der als Mönch ‚Domenicus‘ im geschichtlichen Kloster einen Tagtraum erlebt. Die Figuren sprechen eine Sprache, die der heutigen entspricht.
- Immersiver Medien-Effekt: Eine weibliche Stimme rezitiert angesichts der Kriegssituation Auszüge aus Erasmus‘

Text und zieht durch ihre räumliche und befreiende Wirkung die Zuschauer in ihren Bann. („*Quelle, Mutter, Patronin und Schützerin des Lebens bin ich. Dennoch finde ich eher Eingang bei den wildesten Tieren, als bei diesem einen Tier, dem rationalen, unsterblichen Tier genannt Mensch.*“)

2.2 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. Die Bedrohung wird noch dadurch verstärkt, dass er als vermeintlicher Dieb im Refektorium des Klosters eingesperrt ist und nicht wie die anderen Mönche fliehen kann. Wehrlos hört er, wie die aggressiven Bauern die Klostermauern überrennen und in das Kloster eindringen.

Auf der Suche nach einem Fluchtweg begegnet er der geheimnisvollen Gestalt des Georg Spalatin, der auf provozierende Art und Weise furchtlos ist. Die Mentorenfigur Spalatin befreit den jungen Mönch und weist ihm einen Ausweg: er soll sich zu seiner Schülerin Magdalena in der Bibliothek durchschlagen, die ihn aus dem Kloster retten könne. Domenicus soll dabei für Spalatin ein Buch in Sicherheit bringen. Er drückt Domenicus eine neu illustrierte Fassung der ‚Querela Pacis‘ in die Hand. Während der Protagonist zunächst auf seine Flucht fixiert ist, wird ihm in der Begegnung mit Spalatin und seiner Schülerin ein neues Ziel gesetzt, mit dem zum ersten Mal eine konstruktive Perspektive eröffnet wird: statt nur zu fliehen, kann der Mönch nun aktiv der Sache des Friedens dienen.

Die Idee des Friedens wird dabei zunächst historisch und sachlich korrekt in Spalatins Buchedition vergegenständlicht. Darüber hinaus lässt die Geschichte die sprichwörtliche „Friedensgöttin“ aus der ‚Querela Pacis‘ selbst zu Wort kommen. Wenn das Buch geöffnet wird, ist sie in einer raumfüllenden, ortlosen Stimme zu hören (s. o.), die das Raumklang-System besonders eindrucksvoll zur Geltung bringt. Visuell erhält diese Friedensgöttin eine Entsprechung in Magdalena,

der jungen und außergewöhnlich schönen Schülerin des Hofkaplans, welche den Wunsch des Protagonisten, dem Frieden zu dienen, um eine sinnliche, emotionale Dimension erweitert.

Der Protagonist lässt von seiner kurz-sichtigen, buchstäblich blendenden Angst ab und kann sich neu orientieren. So entdeckt er, dass er der Gefangene einer Illusion ist: Kloster und Angriff der Bauern sind lediglich ein intensiver Tagtraum. In Wahrheit ist er in der Gegenwart und in Sicherheit. Um diese Lösung zu ermöglichen, wurde eine Rahmenhandlung eingeführt, in welcher das Publikum den Protagonisten zu Beginn kurz in der Gegenwart vor der Klosterruine sieht, wo der junge Mönch ‚Thomas‘ ein Steinfragment in einem Bach findet. Am emotionalen Höhepunkt des Albtraums kehrt er nun in diese Ausgangssituation zurück – und erkennt, dass das Steinfragment Auslöser dieses intensiven Tagtraumes war.

Jeder Stein hier erzählt eine Geschichte, erfährt der Zuschauer, oder, wie es Georg Spalatin in seinen Schlussworten formuliert: in jedem Stein sei sein Kloster noch erhalten und warte darauf, von den Besuchern neu erbaut zu werden. Mit dieser Lösung konnte dem Publikum mit ‚Thomas‘ ein Klosterbesucher aus der Gegenwart als Identifikationsfigur geboten werden, ohne eine Zeitreisegeschichte erzählen zu müssen.

Ästhetik des Mediums

Die handwerklichen und technischen Mittel wurden in der Ausgestaltung der Geschichte so gewählt, dass der Zuschauer sich mit der Hauptfigur identifiziert und in der Installation persönlich bedroht fühlte. Er sollte das Gefühl haben, zur falschen Zeit an einen gefährlichen Ort geraten zu sein – und dort persönlich anwesend zu sein.

Die Raumklang-Technik auf Basis der Wellenfeldsynthese wurde genutzt, um dieses Gefühl der Anwesenheit zu verstärken. Im Unterschied zu anderen Surround-Sound-Anlagen ist der Besucher nicht in der klangperspektivisch neutralen Blase des Kinosalles geschützt. Der Zuschauerraum wird selbst Teil des akustisch simulierten Raumes – und eine Schallquelle kann durch den Zuschauerraum und zwischen die Besucher treten. Auf höchst beunruhigende Weise erlebt das Publikum so die Stürmung des Klos-

ters. Durch die präzise Verortung der Schallquellen scheinen die Angreifer viel realer – und erzeugen eine Unruhe beim Zuschauer. Die gewählte stereoskopische Projektion verstärkt noch weiter das Gefühl, ungewohnt ‚präsent‘ zu sein.

Immer wenn die beängstigenden Momente in der Geschichte überhand nehmen, fällt das Bild aus und liefert die Zuschauer der Dunkelheit und damit der noch unmittelbaren akustischen Ebene aus. Nach einiger Zeit lässt die Illusion nach und die Besucher finden in der bergenden Dunkelheit des Zuschauerraumes wieder zu sich. Besonders in den Zwischensequenzen mit dem musikalischen Leitmotiv der ‚Friedensgöttin‘ und ihrer beruhigenden Stimme findet das Publikum mit ihrer Hilfe die Ruhe und Gelassenheit, um die Kraft des Albtraums zu durchschauen. Der Besucher spürt, dass er sich nicht in einem realen Raum, sondern in einer instabilen, „gefühlten“ Welt bewegt.

2.3 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‘. Die Ruinen zeugen nun von einer Aggression, die der Besucher am eigenen Leib miterlebt hat. Die Zerstörung des Klosters bedeutet ihm mehr als die Dekonstruktion eines Bauwerkes – sie scheint als Angriff auf ein verletzliches, kostbares Wesen.

Einschränkend muss gesagt werden, dass die immersive Story dem Publikum nur eine sehr eingeschränkte, persönliche Lesart des Klosters Georgenthals nahe bringt – u. a. als Keimzelle des deutschen Humanismus. Der Wegbereiter und Mentor Luthers Georg Spalatin hatte als Novizenmeister in Georgenthal damit begonnen, humanistische Schriften mit Hilfe der Fugger über die Alpen zu importieren. Das Bild der ‚Friedensgöttin‘ erinnert an diese kaum bekannte, humanistisch-pazifistische Tradition in Deutschland und schafft ein einprägsames Bild.

Andere, eventuell wichtigere Aspekte der Klostergeschichte bleiben so allerdings unberücksichtigt. Wie bereits im Abschnitt ‚Storytelling‘ erläutert, müssen

Bild 3: Figur der Magdalena

Bild 4: Figur des Thomas/Domenicus

diese aber separat und durch andere Medien vermittelt werden; dies gilt ebenfalls für die Diskussion der fiktionalen Elemente in der Geschichte. Sinneserfahrungen und die sinnliche Vermittlung der Klostergeschichte standen bei der Zielsetzung für den Prototyp im Vordergrund; genau hierfür wurde die immersive Technologie benötigt, die nun in Abschnitt 3 näher beschrieben wird.

3. Umsetzung und technische Implementierung

In diesem Abschnitt werden Besonderheiten bei der Umsetzung beschrieben, die aus den komplexen Anforderungen des Projekts resultierten – wie bei der Produktion der Stereobilder durch Überlagerung von Computeranimation und Realdreh, bei deren Integration mit dem Audio-Rendering auf Basis der Wellenfeldsynthese, sowie bei der Gesamt-Installation.

3.1 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. Dafür wurde das professionelle Produkt Maya (Autodesk) verwendet. Bild 5 zeigt eine Innendarstellung der virtuellen Basilika.

Die Unsicherheiten bei der Bewertung der noch vorhandenen historischen Bausubstanz und anderer Quellen stellten dabei ein Problem dar. Um eine größtmögliche historische Richtigkeit des Modells zu erzielen, wurde das Projekt durch Historiker und Museumsdidaktiker beraten. Hierdurch und durch eigene Studien wurde ein Archiv von historischen Ansichten

Bild 5: Ein Ausschnitt aus dem virtuellen 3D Modell der Basilika

und Bildern vergleichbarer Standorte aufgebaut, sowie diverse Untersuchungen von Artefakten vor Ort durchgeführt. Im Rahmen der Drehbuchentwicklung kamen weitere komplexe Anforderungen hinsichtlich Innenausstattung, Licht- und Farbwahl hinzu.

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 war, dass in allen Szenen eine Abend- bzw. Nachstimmung erzeugt werden musste. Die geringen Helligkeits- und

Kontrastverhältnisse stellten eine Schwierigkeit für die nachfolgenden Schritte des Compositing dar.

Um keinen visuellen Bruch zwischen den computer-generierten und den real gedrehten Szenen zu erzeugen, wurden für die Modelle Fotos an den Drehorten gemacht. Diese wurden später am Rechner überarbeitet und modifiziert, um als Texturen verwendet werden zu können. Für Modellteile, welche in den Realaufnahmen nicht gezeigt wurden, wurden digital angefertigte Texturen genutzt.

Virtuelle Stereo-Kamera

Für die Produktion der virtuellen Szenen wurde eine spezielle Stereokamera in der Software Autodesk Maya entwickelt. Hierfür wurden zwei virtuelle Kameras nebeneinander angeordnet und miteinander verknüpft. Um die Stereo-Parame-

ter der Kamera verändern zu können, wurde durch ein MEL-Skript (Maya Embedded Language) die virtuelle Standard-Kamera um einige Attribute erweitert, z. B. um den Augenabstand. Des Weiteren wurden bestehende Attribute (z. B. Brennweite, Schärfentiefe etc.) der rechten Kamera mit denen der linken Kamera verbunden, um eine fehlerfreie Einstellung zu garantieren.

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 1750 Stunden reine Rechenzeit für die finalen Computeranimationen, bei mehr als 2,5 M Polygonen im Modell.

3.2 Integration mit Realaufnahmen

Laut Drehbuch sollten sich reale Schauspieler in der historischen Kulisse des Klosters bewegen. Für Detail-Aufnahmen konnten hierfür alternative Drehorte gefunden werden; sollte aber menschliche Handlung vor dem virtuell rekonstruierten Hintergrund stattfinden, mussten alle Aktionen in einer „Blue Box“ gedreht werden, und hinterher mit einem Chroma-Keying-Verfahren mit den virtuellen Bildern überlagert werden.

Bild 6: Das Brunnenhaus

Bild 7: Das virtuelle Klostergelände

Bild 8: Blue Box Aufnahme Thomas und Spalatin

Bild 9: Compositing-Szene vor digitalem Hintergrund

Ein Großteil der Dreharbeiten fand in der Arnstädter Liebfrauenkirche und am Standort des ehemaligen Klosters in Georgenthal statt. Die Blue Box- Aufnahmen wurden an der Fachhochschule Schmalkalden durchgeführt. Da bei der späteren stereoskopischen Projektion ein Teil des Lichtes durch die notwendigen Filter verloren geht, wurden die Szenen etwas heller als bei normalen Dreharbeiten ausgeleuchtet. Beim Dreh wurden zwei baugleiche Camcorder eingesetzt, die durch eine speziell entwickelte Aufnahmeeinheit mit Stativ fixiert wurden. Die Steuerung erfolgte über eine Synchronisationseinheit, die die beiden Camcorder parallel ansteuert. Eine besondere Herausforderung war die Abstimmung des Weißabgleichs und der Helligkeiten der beiden Kameras. Eine Zusammenfassung von ähnlichen Besonderheiten bei stereoskopischen Aufnahmen findet sich in einem Praxis-Interview mit Sony Produzenten (Umble 2006).

Schnitt und Compositing

Der Schnitt und das Compositing stellten die abschließenden Arbeitsschritte im technischen Workflow dar. Die realen und virtuellen Aufnahmen wurden parallel geschnitten, dabei mit den Audio-Kanälen sowie stereoskopisch abgestimmt und aufbereitet. Grundsätzlich wurde dabei *tonführend* gearbeitet; das heißt, das Timing war bereits im räumlichen Audio-System festgelegt, als 3D-Tonspur geliefert und konnte aus Aufwandsgründen nicht mehr verändert werden.

Im Rahmen dieser Post-Produktion mussten durch intensive Nacharbeit unumgängliche Fehler der Stereo-Abstimmung (z. B. Farbtemperatur-Unterschiede trotz zweier baugleicher Kameras) ausgeglichen werden. Auch bei der Justierung und Feinabstimmung der Bildüberlagerungen durch das Chroma-Keying Verfahren war überdurchschnittlicher Aufwand nötig, zum einen durch die Stereo-Anpassung, sowie bedingt durch die Nachtaufnahmen mit schlechten Lichtverhältnissen.

3.3 Integration mit der Audio-Installation

Mit Hilfe der Wellenfeldsynthese (WFS) können virtuelle Schallquellen in Form von Punktquellen, fokussierten Quellen und ebenen Wellen wiedergeben werden. Ein Ring von Lautsprechern wird durch ein spezielles Audio-Rendering System angesteuert. Unter einer Punktquelle versteht man ein virtuelles Schallobjekt, welches Schallwellen in alle Richtungen emittiert. Punktquellen können unabhängig vom Standort des Zuhörers am selben Ort lokalisiert werden. Ebene Wellen kann man als Aneinanderreihung von Punktschallquellen verstehen. Dabei nehmen die Zuhörer das Signal aus der gleichen Richtung kommend wahr. Sie werden insbesondere zur Modellierung von akustischen Raumgeometrien eingesetzt. Fokussierte Quellen befinden sich vor den Lautsprecherzeilen bzw. innerhalb des von Lautsprechern umgebenen Raums. Um diese Art von Punktquellen richtig

wahrzunehmen, muss sich der Hörer innerhalb des Rekonstruktionsgebiets aufhalten.

Besonders eindrucksvoll in unserer Installation ist das Erlebnis durcheinanderlaufender und rufender Stimmen während einer Dunkelphase bei der Stürmung des Klosters. Der Zuschauer erlebt mit dem WSF-System eine einzigartige akustische Transparenz, die es ermöglicht, die einzelnen Stimmen und andere Schallquellen genau zu lokalisieren.

Für eine solche Produktion sollten alle Audio-Quellen möglichst „trocken“ aufgenommen werden, um später die notwendige Raumakustik unabhängig synthetisieren zu können. Zusätzlich sind die Daten für die Raumgeometrien zu übergeben. Entsprechend Ablauf und Drehbuch wurden alle statischen und dynamischen Bildraumkoordinaten in das WFS-System überführt. Eine direkte Übernahme der Transformationen aus einem Animationstool ist theoretisch möglich, war hier aber noch nicht nutzbar (Hamatschek 2006).

Entsprechend des Timecodes berechnet das WSF-System die Schallfelder, die damit für die weitere Produktion fix sind. Dies erfordert eine große Disziplin bei der Ablaufplanung, insbesondere bei der Verortung der Schallquellen in Abhängigkeit von Kamera- oder Quellenbewegungen. Besondere Anforderungen ergaben sich in Verbindung mit der stereoskopischen Projektion, da es bei divergierenden Zuschauerpositionen zu einem Auseinanderfallen akustischer und optischer

Bild 10: Szene aus Bild 5 im Anaglyph-Stereo-Verfahren (per Rot-Cyan-Brille anzusehen)

Positionen kommt. Hierzu wurden spezielle Untersuchungen durchgeführt (Hammatschek 2006). In gewissem Rahmen werden solche Effekte aber vom Menschen toleriert, so dass im Anwendungskontext keine negativen Auswirkungen erwartet wurden. Der Umgang mit WSF-Systemen unterscheidet sich in vielen Fragen sehr von den klassischen Produktionsabläufen, erfordert ein Umdenken und auch höhere Kosten bei den Soundstudios. Die Umsetzung der Soundmischung erfolgte durch einen professionellen Projektpartner.

Stereoprojektion

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 gibt Herbig (Herbig 2008). Im vorliegenden Szenario werden die Bilder durch zwei Projektoren auf eine Leinwand projiziert. Filter trennen das Bild für das linke und rechte Auge. Nach einer eingehenden Analyse wurde sich für die Infitec-Technologie entschieden. Hierbei handelt es sich um eine passive Projektion mit Brillen und Interferenzfiltern. Diese Filter bewirken, dass die Lichtfarben auf dem Farbspektrum für das eine Auge etwas in Richtung ultraviolett, und für das andere Auge in Richtung infrarot verschoben

werden. Die zugehörigen Brillenfilter dekodieren das Licht wieder für das entsprechende Auge.

Ein Vorteil dieser Projektionsart ist, dass die Kanäle für beide Augen perfekt getrennt werden. Es entstehen keine Geisterbilder, welche man sonst als leichte Schleier wahrnimmt, und es kann auf jede beliebige Fläche projiziert werden. Damit sind keine teuren Metallbeschichtungen notwendig. Es ist eine freie Bewegung des Kopfes möglich. Der Nachteil ist, dass wie bei allen passiven Stereoprojektionen zwei Projektoren benötigt werden. Die Ausgangslichtmenge wird durch Filterverlust reduziert und die Brillen sind kostenintensiver als bei einer Anordnung mit Polarisationsbrillen.

Bild 11: Physischer Aufbau an der Fachhochschule Schmalkalden

Aufbau

Die Installation wurde als Prototyp an der Fachhochschule Schmalkalden umgesetzt. In einem Ring aus 128 IOSONO WFS-Lautsprechern (zuzüglich 4 Bass-Quellen) befindet sich der Zuschauer-raum für ca. 15 Personen. Die Bildprojektion erfolgt von der Decke auf eine schalltransparente Leinwand. Für die spätere Umsetzung in Georgenthal ist eine Erweiterung auf 40–50 Plätze vorgesehen. Für den Raum ist eine absolute Verdunklung notwendig, um Fremdlirritationen an den Brillen zu vermeiden.

4. Evaluation und Diskussion

4.1 Selbstkritik, „Lessons Learned“

Selbstkritisch konnten schon vor der Evaluationsphase einzelne Mängel der eher traditionell orientierten Regie-Konzeption festgestellt werden, insbesondere bei den Schnitten und Bildeinstellungen. Bereits im Rohschnitt stellte sich heraus, dass schnellere 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. Durch zu kurze Einstellungen wurde so leider der besondere Reiz der 3D-Projektion geschmälert.

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), in denen Zuschauer die ungewöhnliche räumliche Plastizität in aller Ruhe genießen können. 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 – wenn sich die Kamera nicht bewegt, sollte sich wenigstens der Aufnahmegegenstand bewegen. Besonders eindrucksvoll sind – wie oft in 3D-Kinos zu sehen – plötzliche Bewegungen auf das Publikum zu. Zum Beispiel ließ sich ein Schockeffekt bei den Zuschauern erzielen, als plötzlich ein

Bild 12: Übersicht Evaluierungsergebnisse (Wichtig: Der Idealwert ist jeweils in eckigen Klammern angegeben.)

Dreschflegel der Bauern auf sie zu schwang. Bewegungen in der Z-Achse (auf das Publikum zu bzw. von ihm weg) haben größere Effekte als seitliche Bewegungen.

4.2 Formative Evaluation

Die Ergebnisse einer ersten Evaluation des Prototypen (Beobachtung von Teilnehmergruppen, Leitfaden-Interview und Fragebögen) lieferten erste tendenzielle Aussagen zur allgemeinen Wirkung. Vorrangig wurden die Kriterien der Wirkung von Raumklang, Stereovision, sowie der emotionalen Effekte untersucht. In den nachfolgenden Wochen wurden weitere Befragungen mit 86 Teilnehmern durchgeführt. Insgesamt besuchten rund 200 Zuschauer die Vorführungen. Leider konnten nicht alle befragt werden, da entweder zeitliche Restriktionen bestanden oder Evaluationsbögen keinen Rücklauf hatten.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die bisher durchgeführten Evaluationen zeugen von einer hohen Akzeptanz bei den unterschiedlichen Zielgruppen. Tiefergehende Untersuchungen mit Behindertengruppen sind in der Planung.

Nach den Erfahrungen des Projektes ergeben sich weitere Potenziale durch rechtzeitige Berücksichtigung der Anmerkungen von Umble (2006) schon

beim Drehbuch und durch die Verbesserung des technischen Equipments bei den Realaufnahmen.

Die Gemeinde Georgenthal will dieses Projekt in den nächsten 2 bis 3 Jahren vor Ort umsetzen. Für die weitere Verwertung haben sich Spin-Off's ausgegründet bzw. befinden sich in der Gründungsphase.

Danksagung

Das Projekt InnoTP (Langtitel: Untersuchungen und Festlegungen notwendiger Voraussetzungen und Rahmenbedingungen für einen barrierefreien Tastparcours mit virtuellem Raum für Menschen mit unterschiedlichen Fähigkeiten in der Modellregion) wurde im Rahmen des InnoRegio – Modellvorhabens Barrierefreie Modellregion „Tourismus für alle“ vom BMBF gefördert (2005-2006).

Wir danken allen Projektmitarbeitern und den kooperierenden Firmen für die fruchtbare Zusammenarbeit. Für die Vorbereitung und die Durchführung des Projektes Jens Büttner aus dem Architekturbüro Bießmann+Büttner Schmalkalden, dem Tonstudio Florian Stuttgart, dem Fraunhofer Institut für Digitale Medientechnologie in Ilmenau, hier Frau Dr. Sandra Brix und Mitarbeitern. Für die museale Beratung Herrn und Frau Dr. Ernst herzlichen Dank. Dies gilt auch den Herren Dr. Witte und Dr. Schmied vom Projektträger für Ihre verständnisvolle Begleitung. Für die Filmproduktion danken wir dem gesamten Drehteam und den Schauspielern, besonders Ariana Antunovic (Magdalena), Alexander Döring (Thomas) und Uwe Zerbe (Spalatin). Besonderer Dank gilt aber der Fachhochschule Schmalkalden und den vielen Studierenden und Mitarbeitern, hier insbesondere Britt Büttner, Stefan Gorsboth, Thomas Hinz und Sven Noack, ohne die kein erfolgreicher Projektverlauf möglich gewesen wäre.

Literatur

- Herbig, G. P.: Virtuelle Wahrnehmung der Tiefe bei der Stereoprojektion. <http://www.herbig-3d.de/german/tiefenwahrnehmung.htm> (Letzter Zugriff: 29.2.2008).
- 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.
- Howard, D.; 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.
- Umble, E. A.: Making it real: the future of stereoscopic 3D film technology. Online: ACM SIGGRAPH Computer Graphics Quarterly 40, 1 (May. 2006), 3, DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1181080.1181086>, 2006.
- InnoTP Projekt Homepage. <http://www.innotp.de> (Letzter Zugriff: 29.2.2008).
- IOSONO: <http://www.iosono-sound.de> (Letzter Zugriff: 29.2.2008).
- Sporer, T.: Wave Field Synthesis – Generation and Reproduction of Natural Sound Environments. In: *Proc. of the 7th Int. Conference on Digital Audio Effects (DAFx'04)*. Naples, Italy, 2004.

1

2

3

1 Prof. Dr. Ralf Böse ist seit 1994 Professor für Computergrafik und Multimedia an der Fachhochschule Schmalkalden. Schwerpunkte seiner Arbeit sind Virtuelle Realität, Virtual History und interaktive Präsentationen. Er leitete das Projekt InnoTP.

E-Mail: r.boese@fh-sm.de
www.fh-schmalkalden.de/informatik.html

2 Prof. Dipl.-Des. Ulrike Spierling ist seit 2002 Professorin für Mediendesign an der Fachhochschule Erfurt. Ihr Forschungsgebiet ist Interactive Storytelling. Ihre Rolle in InnoTP war die inhaltliche Konzeption und Story-Entwicklung.

E-Mail: spierling@fh-erfurt.de
www.ai.fh-erfurt.de/spierling

3 Hans-Georg Struck ist freier Drehbuchautor und Regisseur. Er lebt und arbeitet in Berlin, schrieb u. a. für Kinderproduktionen wie „Schloß Einstein“. Für den entstandenen Film in InnoTP schrieb er das Buch und führte Regie.