

# **Magic Mirror – Bewegen in virtuellen Welten**

## **Magic Mirror – moving around in virtual worlds**

Jan Stuth  
Michael Rettig  
Steven Schmidt  
FH Schmalkalden  
Blechhammer  
98574 Schmalkalden  
Tel.: 03683/6884212, Fax: 03683/6884199  
E-Mail: jan.stuth@gmx.de, Internet: www.fh-schmalkalden.de

### **Zusammenfassung:**

Hinter dem Namen „Magic Mirror“ versteckt sich eine Software im Bereich der Digitalen Lernspiele (Edutainment). Diese Anwendung dient zur Erzeugung von immersiven Attraktionen bzw. Präsentationsräumen. Dabei agiert das Produkt als magischer Spiegel („Magic Mirror“), in dem sich der Betrachter wie durch Zauberhand in fremden Welten betrachten, sich darin bewegen und mit ihr interagieren kann. Damit können Themen in kulturellen Einrichtungen (z.B. Museen, Burgen, Schlösser usw.) durch ein interaktives Spiel- und Lernerlebnis erweitert werden. Dies kann vor allem Kinder und Jugendliche für das Thema der Ausstellung begeistern. Auf Wunsch kann sich der Betrachter ein Erinnerungsbild dieses virtuellen Besuchs einer historischen Stätte ausdrucken und Freunde sowie Verwandte zu Hause beeindrucken. Auch neuartige Produktpräsentationen und Messeauftritte können mit Hilfe dieser Anwendung realisiert werden.

### **Abstract:**

The name “Magic Mirror” represents software that fits into the sector of digital educational games (edutainment). This application can be used to create immersive attractions or presentation rooms. In doing so, the product acts like a magic mirror, in which the viewer can watch himself in foreign worlds, moving around and interact with it as if by magic. This allows enhancing topics in cultural facilities by an interactive game and didactic experience. Especially this gets kids and teenagers interested in the topic of an exhibition. By printing out a souvenir picture of the virtual visit of a historical site by request the viewer can impress his friends and relatives at home. Furthermore, it is possible to use this application to create new kind of product presentations and trade-fair appearances.

Im Zeitalter der digitalen Welt und der elektronischen Spielereien wird es zunehmend schwieriger, die Menschen für ihre Kultur und Geschichte zu begeistern. Der meist trockene Darstellungsweg klassischer Ausstellungen ist vor allem für Kinder und Jugendliche oft wenig interessant. Doch besonders in diesem Alter ist es wichtig Kultur und Geschichte zu vermitteln. Daher sind kulturelle Einrichtungen immer stärker an der Unterstützung ihrer Ausstellungen durch digitale Medien und Attraktionen interessiert, in denen sich die Besucher das Wissen durch spielerische Handlungen oder spannende Erzählungen selbst aneignen können. Diese Kopplung des Wissens (Education) an unterhaltende Medien (Entertainment) wird Edutainment genannt und findet immer breiteren Zuspruch<sup>1</sup>. Gute Beispiele sind auch auf der ARS Electronica in Linz<sup>2</sup> zu finden. Im Rahmen eines

---

<sup>1</sup> Ein Beispiel ist das „Museum für Naturkunde“ in Berlin, welches nach seiner Neugestaltung ganz gezielt Videosequenzen und 3D-Animationen verwendet, um den Besucher zum interessierten Lernen zu animieren.

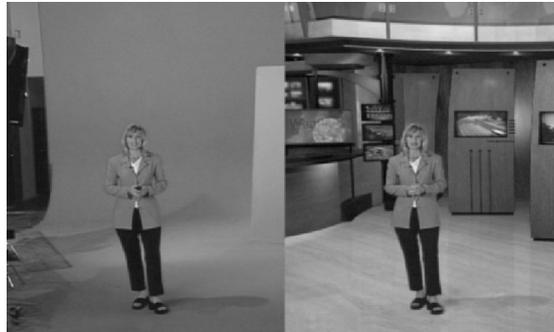
<sup>2</sup> Ars Electronica Linz GmbH, Ars-Electronica-Straße 1, 4040 Linz Austria, <http://www.aec.at>

Forschungsprojektes an der FH- Schmalkalden<sup>3</sup> und in einer darin integrierten Diplomarbeit[1] wurde die nachfolgend beschriebene Lösung entwickelt.

Neben der Darbietung von Informationen in Video- und Animationssequenzen erfreut sich, wie bereits erwähnt, vor allem das spielerische Erlernen neuen Wissens großer Beliebtheit. Hierbei kann der Besucher selbst aktiv werden. In diesem Bereich gliedert sich die Anwendung „Magic Mirror“ ein. Die Idee hinter der Software ist es, eine immersive Attraktion zu schaffen, die es Besuchern ermöglicht, wie durch ein Portal, in fremde Welten blicken zu können. Die Anwendung agiert dabei als magischer Spiegel. Der Besucher wird beim Blick in den Spiegel in eine andere Welt versetzt und kann diese erforschen. Dabei kann sich der Betrachter in den gegebenen Grenzen des Spiegels frei bewegen und mit dieser Welt interagieren. Bei der Interaktion begibt er sich auf die Suche nach Informationen und kann so spielerisch Wissen erlangen.

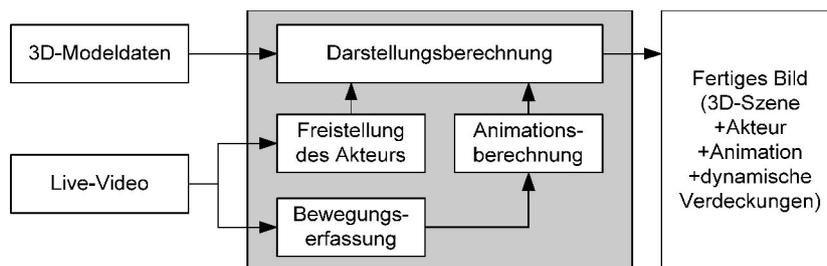
Diese Software wurde bereits als prototypische Implementierung an der Fakultät Informatik der Fachhochschule Schmalkalden<sup>4</sup> umgesetzt. Um einen hohen Immersionsgrad<sup>5</sup> der Anwendung zu erreichen, soll dem Benutzer der Eindruck vermittelt werden, dass er wirklich in der „Spiegelwelt“ existiert. Er kann mit virtuellen Objekten interagieren oder sich um Objekte bewegen.

Das Realisierungsprinzip beruht auf einer Blue- bzw. Green-Screen<sup>6</sup> Anwendung, bei der ein Videobild über eine Kamera vom System verarbeitet und abhängig von den Bewegungen der Person in einem virtuellen Umgebungsraum bewegt wird.



**Abbildung 1 klassischer Einsatz eines Blue- bzw. Green-Screens bei Nachrichten, links Blue-Screen Aufnahme, rechts Ergebnisbild mit virtuellem Hintergrund**

Ziel war es, diese Positionsbestimmung ohne die Verwendung von Markern und Trackingsystemen zu ermöglichen, um den technischen Aufwand und die Kosten gering zu halten. Dadurch ergibt sich folgender konzeptioneller Systemaufbau.



**Abbildung 2 konzeptioneller Systemaufbau mit Ein- und Ausgangsdaten**

Für die Integration des Museumsbesuchers ist es notwendig, das aktuelle Kamerabild als „3D“-Objekt in die Umgebungsszene zu versetzen und mit einer Animationsberechnung zu versehen.

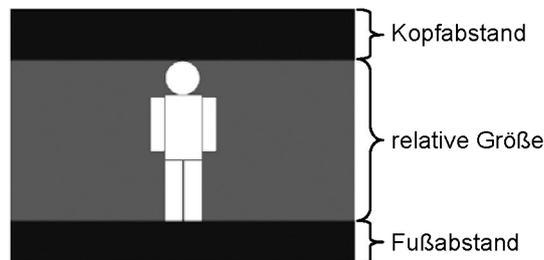
<sup>3</sup> InnoTP, gefördert durch das BMBF, FKZ: 03i2821b, www.innotp.de, Projektleitung: Prof. Dr. Ralf Böse Fachbereich Informatik, Fachhochschule Schmalkalden

<sup>4</sup> www.fh-schmalkalden.de

<sup>5</sup> Das sinnliche, emotionale Eintauchen in eine künstliche Welt

<sup>6</sup> Bei Blue- bzw. Green-Screen Anwendungen, werden die Akteure vor einem blauen bzw. grünen Hintergrund aufgenommen. Dieser einfarbige Hintergrund wird in einem nachgeschalteten Prozess durch einen meist virtuellen Hintergrund ersetzt.

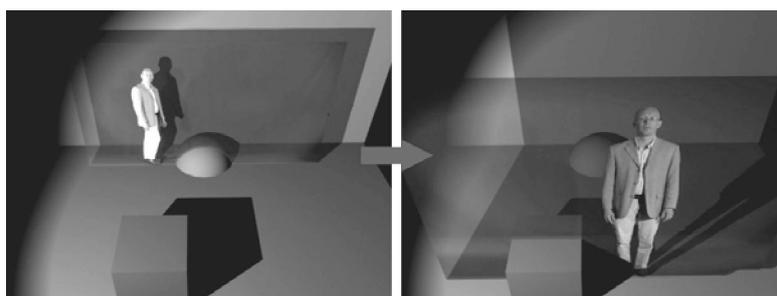
Diese Berechnung benötigt die aktuelle Position der Person im Raum vor der Kamera. Wichtig ist hierbei die Tiefenposition, also der Abstand des Benutzers zur Kamera. Da ein Kamerabild nur reine 2D-Daten enthält, musste ein Algorithmus geschrieben werden, der die Bildinformationen extrahiert und die benötigten 3D-Tiefeninformationen daraus berechnet. Da sich die Tiefe (Entfernung) einer Person in einer Größenveränderung im Bild widerspiegelt, wurde durch eine Bildanalyse die relative Größe der Person im Videobild ermittelt. Um dabei die Echtzeitfähigkeit zu gewährleisten, wurden die Abstände der Füße und des Kopfes von den jeweiligen Bildkanten gemessen und von der Gesamthöhe des Videobildes subtrahiert (siehe Abbildung).



**Abbildung 3 Messen des Kopf- und Fußabstandes zur Kalkulation der relativen Größe**

Da große Videoauflösungen (z.B. HD-Video) hohe Datenmengen bedeuten, musste ein effizienter Lösungsweg gefunden werden, diese Daten nach den benötigten Informationen zu durchsuchen. Die Lösung liegt in der Ausnutzung der Potentiale paralleler Prozesse. In diesem Anwendungsfall wurde von einem aufwändigen CPU-gesteuerten Multi-Thread-Konzept abgesehen. Moderne Grafikkarten bieten durch ihre parallele Struktur[2] neue innovative Möglichkeiten zum Bearbeiten großer Datenmengen. Da das Videobild als Textur auf der Grafikkarte gehalten wird und von der Hardware pixelgenau abgearbeitet werden kann, bietet es sich daher zusätzlich an, die freiprogrammierbaren Recheneinheiten (Shader) für das Messen der Abstände zu verwenden. Dabei profitiert die Anwendung von der hohen parallelen Rechenleistung aktueller Grafikkarten und vom geringen softwaretechnischen Aufwand beim Ansprechen der einzelnen Bildpunkte. Der Performance-Vorteil gegenüber klassischen CPU Lösungen ist signifikant.

Die anschließende Animationsberechnung ermittelt dann die entsprechende Tiefe im virtuellen Raum. Dabei wird sich das Keyframe-Animationsverfahren zur Hilfe genommen. Mit diesem Verfahren ergibt sich die Position im virtuellen Raum durch lineare Interpolation zweier Schlüsselbilder (Keyframes) in Abhängigkeit zur errechneten relativen Größe der Person. Damit wird es möglich, dass sich die Person tatsächlich in der virtuellen Umgebungswelt befindet und sich darin bewegen kann.



**Abbildung 4 Bewegungsanimation des Akteurs im virtuellen Raum**

Dank der vollständigen Integration ergeben sich positionsabhängige Effekte, wie eine automatische Verdeckung der Person oder der Objekte in der Szene. Das erzeugt einen sehr realistischen Eindruck und lässt so den Betrachter tief in das Geschehen eintauchen (Immersion). Ein weiterer Effekt, der den Grad des Realismus weiter anhebt, ist die Möglichkeit einer Schattenberechnung. Wie im folgenden Bild zu sehen ist, ermöglicht diese Art der Bildmischung einen Schattenwurf des Akteurs auf die Umgebungsobjekte und sogar einen Schatten der Objekte auf die Person. Die prototypische Umsetzung liefert zurzeit noch keine Schattenberechnung. Im weiteren Entwicklungsprozess wird diese Funktionalität in das System integriert.



**Abbildung 5 Szene mit Schattenwurf auf die Person und auf den Hintergrund**

Bei der Weiterentwicklung wird der Schwerpunkt auf Szenarien des spielerischen Lernens liegen. Dabei soll der Benutzer durch Interaktion mit den Umgebungsobjekten Informationen zu dem behandelten Thema erhalten und so sukzessive sein Wissen erweitern. Themenbezogene Aufgabestellungen stehen im Vordergrund, die der Museumsbesucher durch spielerische Handlungen und Erforschung der virtuellen Spiegelwelt lösen soll. Neue controllerfreie Steuermöglichkeiten wie z.B. spezielle Infrarotkameras (oder auch ZCams<sup>7</sup>) bieten ein hohes Potential, um den speziellen ergonomischen Anforderungen gerecht werden zu können.

Auf Wunsch kann sich der Besucher dann ein Erinnerungsbild seines virtuellen Besuchs ausdrucken lassen. Damit kann er Freunde sowie Verwandte zu Hause beeindrucken und die aktuelle Ausstellung umwerben. Somit steigert er das Interesse an einer Ausstellung und kann dadurch neue Besucher gewinnen.

Weitere Vorteile dieses Ansatzes sind die relativ moderaten Kosten. Denn trotz des hohen Berechnungsaufwandes ist es dank der Rechenleistung moderner Grafikkarten möglich, das System auf handelsüblichen PCs auszuführen, ohne spezielle und teure Hardware zu beschaffen und zu administrieren.

#### Literatur:

- [1] Jan Stuth: „Konzeption und prototypische Implementierung eines Echtzeit-3D-Compositingverfahrens, auf Basis neuer Shader-Technologien, zur Unterstützung stereoskopischer Blue-Box-Aufnahmen“, FHS- Diplomarbeit, November 2007
- [2] „NVIDIA GeForce 8800 GPU Architecture Overview“, Technical Brief von NVIDIA, November 2006

---

<sup>7</sup> ZCams, sind spezielle Infrarotkameras die nach dem „Time-of-Flight“-Prinzip die Abstände von der Kamera zu Objekten errechnen. ([www.3dvsystems.com](http://www.3dvsystems.com))