

# Möglichkeiten erlebnisorientierter 3D-Visualisierung mit natürlicher Interaktion für Ausstellungslandschaften

## Possibilities of Experience-Oriented 3-D Visualization for Exhibitions and Museums allowing Natural Interaction

Dipl.-Inform. S. Renault, Dipl.-Inform. O. Stachel  
Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut (HHI)  
Einsteinufer 37, 10587 Berlin, Germany  
Tel.: +49 (0) 30 / 310 02-0, Fax: +49 (0) 30 / 310 02-213  
E-mail: renault@hhi.fraunhofer.de, stachel@hhi.fraunhofer.de  
Internet: www.hhi.fraunhofer.de/im

### Zusammenfassung:

Virtuelle Welten sind heutzutage mächtige Werkzeuge, um Daten jeder Art zu visualisieren, insbesondere wenn sie eine dreidimensionale Darstellungsform benötigen. In den Bereichen der Wissenschaft, Industrie oder Unterhaltung lassen sich so komplexe Informationen dem Benutzer oder den Benutzergruppen auf eine natürliche Art anbieten. In einer Mixed-Reality-Umgebung wird der Raum nicht nur sichtbar, sondern auch greifbar gemacht: Objekte lassen sich im Handlungsraum des Benutzers manipulieren. Die Maschine erkennt die Intention des Benutzers, weiß wo er hinschaut oder wo er sich im Raum befindet. Diese neuen Wege der Mensch-Maschine-Kommunikation ermöglichen es, phantastische Szenarien für interaktive Visualisierungssysteme zu entwickeln, damit das Arbeiten an und mit der Maschine zu einem großen Erlebnis wird.

### Abstract:

Nowadays virtual worlds are powerful tools to present any kind of data that needs 3D-representation. In areas such as science, industry or entertainment they are a natural way to present complex information to the user. In a Mixed-Reality environment data is not only projected into space, it can also be interacted with: the user can manipulate virtual objects which are projected into his field of action. The machine identifies the intention of the user, it knows in which direction the user is looking and where he is located. These new types of human-machine-communication allow the development of fantastic scenarios for interactive visualization systems in which working with the machine becomes an incredible experience.

## 1. Einleitung

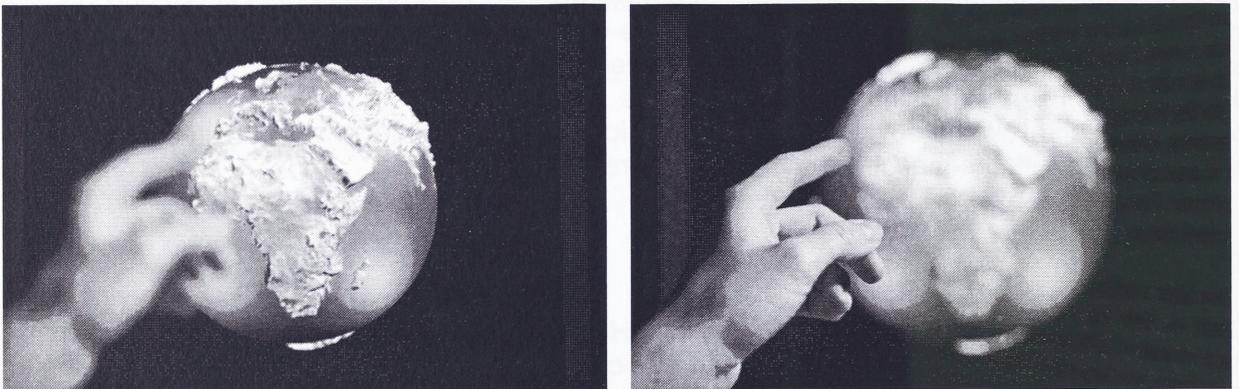
Das Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, entwickelt neue Techniken, die das Arbeiten in virtuellen Umgebungen erleichtern sollen. Dazu gehören autostereoskopische Displays und videobasierte Eingabesysteme, die Kopfposition, Handhaltung und Blickrichtung des Benutzers auswerten und in multimodale Eingabedaten für die interaktive, multimediale 3D-Umgebung umwandeln [1]. So kann der Anwender intuitiv mit den virtuellen Objekten interagieren oder in komplexen Datenbeständen navigieren. Durch die Kombination der verschiedenen Technologien können sehr unterschiedliche 3D-Systeme aufgebaut werden, angepasst an die vorhandenen oder zukünftigen Museums- und Ausstellungslandschaften, also passend zu den Informationen (Daten) und Themen, die bei einer Ausstellung visualisiert werden sollen. Da sowohl die Ausgabegeräte als auch die Eingabegeräte zusätzlich in der dritten Dimension arbeiten, sieht der Besucher vor sich ein räumliches Bild, in dem er direkt handeln kann: Die virtuelle Welt wird

mit realen Werkzeugen und Objekten fusioniert (Mixed-Reality<sup>1</sup>), so dass z.B. die Hand als Zeiger fungiert. Das Informationssystem der Zukunft benötigt nun keine Tastatur oder Maus mehr, da der Rechner „Augen“ bekommt, um dem Benutzer zu assistieren.

Bevor Daten in 3D-Umgebungen visualisiert werden können, ist es notwendig diese Daten zu erzeugen. Objekte aus der realen Welt, Videoaufnahmen, Schriften oder auditive Daten müssen in eine digitalisierte Form gebracht werden: Objekte werden eingescannt und Aufnahmen digitalisiert. Das bildet die Grundlage, um Kulturgüter, die nicht mehr existieren oder zerstört sind, computergrafisch zu rekonstruieren. Die gewonnenen Multimediadaten lassen sich dann in virtuellen Welten wissenschaftlich und künstlerisch verarbeiten und in virtuellen Räumen platzieren. Die Art und Weise wie das geschieht ist abhängig vom Zweck der Ausstellung: sollen eher Objekte gezeigt werden, soll in Archiven gesucht oder in einer rekonstruierten Landschaft navigiert werden? Die Vielfalt an möglichen Interaktionsformen lässt der Kreativität freien Lauf. Abhängig vom anzusprechenden Besucher sind neue Menüführungen, Navigation in Datenarchiven oder spielerische Anwendungen zu entwickeln. Mit all den hier beschriebenen mächtigen Werkzeugen zur 3D-Bildwiedergabe und 3D-Interaktion werden die Entwickler zu Künstlern, die Besucher zu Akteuren und jeder Besuch in einer Ausstellung zu einem futuristischen Erlebnis.

## 2. 3D-Display- und Interaktionstechnologien

Die neuartigen Display- und Interaktionstechniken haben als Grundziel, es dem Benutzer oder Besucher zu ermöglichen, mit dem Rechner auf eine natürliche Art und Weise zu kommunizieren. Er soll wie in seiner gewohnten Umgebung das System benutzen können: einfach, intuitiv, direkt und besonders ohne das Tragen eines zusätzlichen Gerätes [2]. Erfahrene aber auch unerfahrene, jüngere und auch ältere Personen brauchen nur eine äußerst kurze Lernphase (im Vergleich zur Benutzung der Maus), um ein solches 3D-System benutzen zu können. Das räumliche Sehen ist eine der Schlüsselkomponenten des Systems. Durch besondere optische Verfahren ist es möglich Informationen, die sonst auf einem Bildschirm flach dargestellt werden, räumlich zu visualisieren. Modelle, Fotografien oder sonstige 3D- und 2D-Daten lassen sich vor oder hinter dem Bildschirm platzieren.



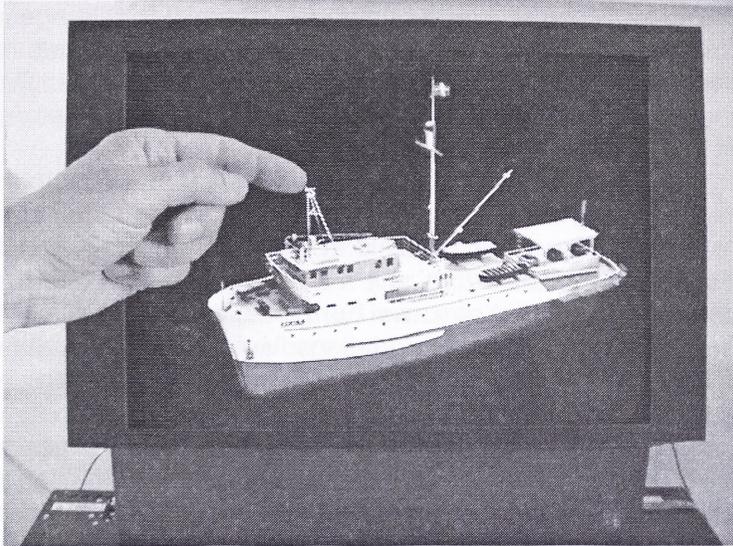
**Abb. 1:** Konflikt der Akkommodation (Fokus auf Erde vs. Fokus auf Hand, keine Fotomontage)

Herkömmliche Linsenrasterdisplays sind schon längere Zeit in Entwicklung und erlauben eine autostereoskopische Wiedergabe (ohne 3D-Brille) von dreidimensionalen Inhalten [3]. Diese Bildschirme erlauben aber nicht im Wahrnehmungsraum zu interagieren, da ein Akkommodationskonflikt<sup>2</sup> entsteht (siehe Abb. 1): Die Augen des Benutzers konvergieren zwar auf das virtuelle

<sup>1</sup> Das HHI Projekt „mixed3D – 3D Techniken für Mixed-Reality-Systeme“ wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und läuft im Dezember 2004 aus (Projektleitung: Dr. R. de la Barré).

<sup>2</sup> Als Akkommodation bezeichnet man die Fähigkeit des Auges zur Scharfeinstellung bzw. -abbildung beobachteter (fixierter) Gegenstände auf der Netzhautenebene in Relation zur jeweiligen Beobachtungsentfernung.

Objekt (also in der Luft) müssen aber auf den Bildschirm fokussieren. Der Benutzer kann daher nicht gleichzeitig ein reales Werkzeug und die virtuelle Welt scharf sehen. Um dieses Problem zu vermeiden wurde im HHI eine neue Technologie für 3D-Displays entwickelt: das Akkommodationsdisplay, ein autostereoskopisches Rückprojektionsgerät. Das Stereobild wird auf einer virtuellen Ebene vor dem Bildschirm wiedergegeben: Es entsteht ein scharfes, quasi-holographisches<sup>3</sup> Luftbild (siehe Abb. 2). Der Konvergenzabstand stimmt nun mit der Akkommodation der Augen soweit überein, dass ein natürliches Interagieren mit virtuellen Objekten vor dem Bildschirm - also in Mixed-Reality-Anwendungen - möglich wird. Dazu wurden im HHI auch Wege zu neuen Interaktionsformen gesucht.



**Abb. 2:** Akkommodationsdisplay ohne Konflikt (keine Fotomontage)

Der Mensch ist mit seiner natürlichen 3D-Umgebung vertraut: Er arbeitet (agiert) intuitiv in dieser Welt mit seinen Händen, er beobachtet mit den Augen um Verhältnisse zu verstehen und er bewegt sich (seinen Kopf) um Details zu erkennen. Um die Schnittstelle zwischen dem Computer und einem Benutzer zu vereinfachen, wurden im HHI Tracker<sup>4</sup> entwickelt [4]. Kleine Kameras, montiert am Tisch oder am Bildschirm, analysieren jede Bewegung der Augen, des Kopfes oder der Hand und geben diese Veränderungen weiter an den Rechner. Diese Daten werden an die virtuelle Benutzerschnittstelle weitergeleitet und in Aktionen oder Reaktionen umgesetzt. Der Rechner „denkt“ mit, assistiert und reagiert selbständig. Die Befehle werden aus Handgesten oder der Blickrichtung interpretiert. Ein optionales Spracheingabemodul unterstützt die Blickauswertung und dient der schnellen Befehlseingabe.

Die Kopfdaten dienen zusätzlich zur Nachführung der 3D-Bildschirme, damit der Betrachter immer ein gutes Stereobild sieht. Weiterhin wurde ein Krafrückmeldungsgerät integriert: das PHANToM<sup>TM</sup> von der Firma SensAble Inc. (USA/MIT). Das Gerät simuliert an der Stelle, an der die 3D-Modelle vor dem Bildschirm schweben, frei programmierbare Oberflächeneigenschaften. So ist es möglich, weiche oder harte Körper zu ertasten oder sogar Rauheit, Vibrationen, Gravitation und Flüssigkeiten zu simulieren. Die Technik dieser Interaktionsgeräte lässt sich sehr schnell in eine Multimedia-Umgebung integrieren, da sie auf konventioneller PC-Technologie basiert.

---

<sup>3</sup> Die Holografie ist ein Verfahren, mit dem es möglich ist, die gesamte optische Information eines Objektes auf einen Film aufzuzeichnen und räumlich wiederzugeben. Bei der Wiedergabe stimmt Akkommodation und Konvergenz überein.

<sup>4</sup> Tracker ist ein technischer Begriff aus der Computer Vision und beschreibt die Fähigkeit mit einer oder mehreren Kameras ein beliebiges Objekt automatisch zu verfolgen. Im HHI werden solche Verfahren benutzt um berührungslos mit dem Computer zu kommunizieren.

### 3. Ursprung der zu visualisierenden Daten

Die zu visualisierenden Daten können aus den verschiedensten Bereichen wie z.B. Architektur, Archäologie, Kunst, Medizin, Biologie usw. stammen und in unterschiedlicher Form vorliegen. Objektdaten können bereits als dreidimensionale Repräsentation vorhanden sein. Bild- und Videomaterial kann stereo- oder monoskopisch vorliegen. Für die räumliche Darstellung von Objekten wird eine Datenstruktur aus Raumpunkten benötigt, die die äußere Hülle des Objektes als ein Drahtgittermodell möglichst detailgenau beschreiben. Für eine naturgetreue Nachbildung werden zusätzlich Bilder der Oberfläche des realen Objekts benötigt, die als Texturen über das virtuelle Modell gelegt werden. Solche 3D-Objektdaten können mit Hilfe von 3D-Scannern erfasst werden [5] [6]. Im HHI wird hierfür der Minolta Digitizer VI-900 eingesetzt. Sollen Objekte visualisiert werden, die bereits zerstört oder für einen 3D-Scan ungeeignet sind, können diese mit CAD- und Konstruktionsprogrammen von Hand nachmodelliert werden. Die Texturierung muss hierbei ebenfalls manuell, z.B. an Hand von historischen Vorlagen oder Ausschnittsfotografien, vorgenommen werden.

Für die endgültige Visualisierung auf den 3D-Displays müssen die Objektdaten in ein geeignetes Format konvertiert werden. Liegen für ein Objekt keine 3D-Daten vor oder können keine erstellt werden, ist eine räumliche Visualisierung mit Hilfe von stereoskopischen Fotografien oder Filmaufnahmen möglich, die das Objekt aus zwei horizontal versetzten Blickwinkeln zeigen. Solche Stereoaufnahmen können für das Akkommodationsdisplay direkt verwendet werden, für ein Linsenrasterdisplay müssen die Aufnahmen zunächst spaltenweise verschränkt zu einem Bild zusammengefügt werden. In beiden Fällen kann per Software der Tiefeneindruck (Nullebene) des Objekts nachträglich angepasst werden. Die HHI eigene Workbench<sup>3D</sup> übernimmt unter anderem diese Aufgabe<sup>5</sup>. Die angesprochenen 3D-Daten, aber auch alle weiteren relevanten Informationsdaten wie Texte, Bilder, Töne, Videos und Musik können in Datenbanken zusammengefasst und organisiert werden, um einen kontextsensitiven Zugriff auf alle Informationen zu ermöglichen. Hierbei können bereits in der Datenbank weiterführende Beschreibungen und Beziehungen zu Objekten hinterlegt werden. Die Ergebnisse von Suchanfragen an eine solche Datenbank stellen selber wieder eine Datenmenge dar, die visualisiert werden kann. Die Workbench<sup>3D</sup> bietet hierfür einen prototypischen Lösungsansatz.

### 4. Visualisierungsmöglichkeiten der gewonnenen Daten

Mit den HHI-3D-Displays können beliebige Daten (2D und 3D) stereoskopisch im Raum wiedergegeben werden. Konventionelle Daten wie Texte, Töne und Musik besitzen zwar keine eigene visuelle dreidimensionale Struktur, können aber räumlich zueinander in Beziehung gebracht werden. Die dritte Dimension schafft somit zusätzliche Informationen und eine erlebnisorientierte Wahrnehmung. Das 3D-System verarbeitet die Daten in so genannter Echtzeit, so dass der Besucher ohne Verzögerung sieht, was sich in der virtuellen Welt verändert und direkt mit der Szene interagieren kann. Dazu werden die für ein 3D-Display benötigten zwei Ansichten für das linke und rechte Auge (Stereoskopie) erst zur Darstellungszeit berechnet.

Alle Objekte können virtuell hinter oder vor den 3D-Displays dargestellt werden. Sie können für sich alleine oder auch im Kontext mit anderen Objekten, Umgebungen oder Zusatzinformationen präsentiert werden. Audiodaten werden an Objekte gebunden und im 3D-Raum wiedergegeben. Die 3D-Technik ermöglicht z.B. die Erzeugung virtueller Multimediäräume, Vitrinen oder Podeste, in und auf denen Ausstellungsstücke gezeigt werden. Zweidimensionale Daten wie z.B. Bilder können ebenfalls räumlich präsentiert werden, indem sie an virtuelle Wände „gehängt“ oder in virtuellen Büchern angesehen werden können. Auch eine große Menge von Daten (2D und/oder 3D), die aus einer Datenbank stammen, kann im dreidimensionalen Raum wiedergegeben werden:

---

<sup>5</sup> Die Workbench<sup>3D</sup> ist eine im HHI entwickelte Anwendersoftware, die alle 3D-Technologien des HHI unter einer 3D-Benutzerschnittstelle verbindet. Beliebige multimediale und -modale Anwendungen können dadurch schnell entwickelt werden.

Die zwischen den Daten bestehenden Relationen (z.B. Alter, Größe, Herkunft, Material usw.) können für eine räumliche Gruppierung genutzt werden. Durch eine solche Anordnung können Wolken<sup>6</sup> von zusammenhängenden Daten entstehen, die durch die stereoskopische Darstellung leichter erfasst werden können. Die räumliche Positionierung von Daten kann auch zur Verdeutlichung ihrer Relevanz genutzt werden, indem beispielsweise relevantere Daten dichter beim Benutzer und weniger relevante Daten weiter entfernt vom Benutzer dargestellt werden (z.B. Suchergebnisse aus Datenbanken).

Eine andere Möglichkeit Daten zu strukturieren besteht darin, virtuelle Räume anzulegen, durch die der Benutzer navigieren kann (Raummetapher<sup>7</sup>). Dadurch können gesamte Ausstellungen oder virtuelle Führungen realisiert werden, die dem Besucher durch seine interaktiven Eingriffsmöglichkeiten ein neuartiges Erlebnis vermitteln. Auch herkömmliche GUI-Bedienelemente wie Menüs oder Schaltflächen können als 3D-Elemente beliebig im virtuellen 3D-Raum platziert werden, je nachdem wie der Benutzer mit ihnen interagieren soll.

## 5. Natürliche Interaktion mit den 3D-Daten

Die 3D-Eingabegeräte ermöglichen dem Benutzer direkt mit den Objekten der 3D-Umgebungen zu kommunizieren. Im Idealfall soll der Besucher gar nicht merken, dass Videokameras vor ihm installiert sind, sondern soll spielerisch angereizt werden, mit seinen natürlichen Möglichkeiten zu agieren. Tastatur und Maus sollen der Vergangenheit angehören – Video-Tracker übernehmen ihre Rolle und erlauben eine schnelle Erkennung von Intentionen und Gestiken. Die HHI-Tracker liefern neben räumlichen Koordinaten des Kopfes, der Blickrichtung und der Hand auch einfache Kommandos, die aus Bewegungsdaten und Konturen interpretiert werden. So lassen sich z.B. Handgesten wie „Hand offen“, „Hand geschlossen“, „Zeigen auf“, „Daumen nach links“ oder „Daumen nach rechts“ erkennen [7]. Zusätzliche Logik wird in der Workbench<sup>3D</sup> definiert und erlaubt sogar multimodale Interpretationen, d.h. mehrere Trackerdaten fließen zusammen in die Analyse ein und lassen komplexe Interaktionsformen zu. Das ermöglicht dem Benutzer das System intuitiv zu bedienen. Die Navigation in Räumen oder das Benutzen von virtuellen Werkzeugen sollen sehr einfach erlernbar sein. So wirkt das 3D-System in den Augen des Besuchers anpassungsfähig und Berührungängste verschwinden schnell.

Die Entwickler einer interaktiven 3D-Anwendung müssen sich mit physiologischen und ergonomischen Problemen beschäftigen. Die genauere Kenntnis der multimodalen Möglichkeiten - gegeben durch die HHI-3D-Technologien - ist in diesem Fall sehr wichtig und die Frage „Wofür können die 3D-Eingabedaten benutzt werden?“ lässt viel Kreativität zu. In Tabelle 1 folgen einige Beispiele für Interaktion mit den 3D-Daten.

Aufgabe	Beispiel	Modalität
Kommandobasierende Eingabe	- Steuerung von 3D-Bedienelementen (3D-Touchscreen) - Entscheidungen: Ja/Nein, OK/Cancel usw.	Hand
Gestaltung der 3D-Umgebung	- Rekonstruktion / Modellierung - Bewegung von Objekten, Exponaten usw. - Interaktives platzieren von Lichtquellen - Ändern von Farben und Texturen	Hand
Navigation in virtuellen Räumen	- Gebäude-, Etagen- und Raumselektion - Richtungsangabe („Walk Through“) - Türen oder Schränke öffnen - Gegenstände aktivieren	Hand, Kopf

<sup>6</sup> Wolken beschreiben eine allg. Visualisierungsmethode von vielen thematisch ähnlichen Objekten in einem 3D-Raum, damit der Betrachter leichter Zusammenhänge zwischen diesen erkennen kann.

<sup>7</sup> Räume werden in der VR gerne als Metapher benutzt und bieten dem Benutzer ein vertrautes Umfeld, in dem er sich gut zu Recht finden kann.

Rückmeldungen anzeigen	- Informationen über die Exponate - Wegweiser, Hilfesystem - Assistent / Avatar	Blick (Focus of Interest)
Betrachten von Exponaten	- Rotation - Dynamische Perspektive - Selektion von Objekten - Schnelle Suche in Archiven, Datenbanken - Vergrößerung für detaillierte Ansicht	Hand, Kopf
Kraftrückmeldung	- Simulation von Texturoberflächen - Sehr genaues Positionieren im 3D-Raum - Dynamische Effekte (Programmierbar)	PHANToM™

**Tabelle 1:** Beispiele für Interaktionsformen

Im Gegensatz zu Interaktionen mit Kopf oder Hand ist der Blick unbewusst, so dass er nicht für eine alleinige Kommandoingabe geeignet ist [8]. Durch weitere Interpretationen der Trackerdaten ist es auch möglich, Rückschlüsse über das Verhalten eines oder aller Besucher zu ziehen und dies im System zu berücksichtigen (z.B. mit Hilfe eines Avatars<sup>8</sup> und einer Sprachsynthese). Einige Beispiele sollen dies verdeutlichen:

- Mit den Kopf-Daten lässt sich sehr einfach feststellen, ob überhaupt jemand vor dem Display steht. Als Reaktion auf „nicht anwesend“ kann das System in einen automatischen Modus gelangen, um z.B. andere Besucher heran zu locken.
- Falls jemand vor dem System sitzt aber nichts tut, kann der Computer diese Person auffordern aktiv zu werden.
- Werden allerdings Hände erkannt, aber keine Person (Gesicht) vor dem Bildschirm identifiziert, ist es anzunehmen, dass jemand das System von der Seite aus testet.
- Sitzt oder steht jemand vor dem Bildschirm und wird dabei kein „gültiger“ Blick gefunden, dann ist der Besucher abgewendet (abgelenkt, spricht mit jemandem o. ä.).
- Bewegt sich jemand sehr schnell, dann ist er vielleicht in Eile und es kann auf längere Erläuterungen verzichtet werden.

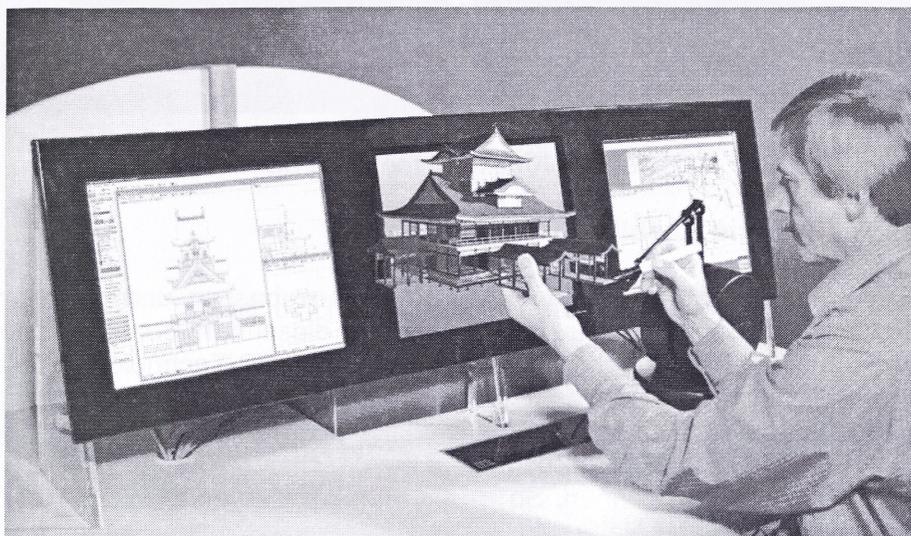
## 6. Anwendungen und Szenarien

Die im HHI entwickelten 3D-Technologien (Displays, Tracker, Software) können modular kombiniert werden, um eine spezielle Lösung zu realisieren. Entsprechend den Anforderungen an die Anwendung können beliebige Eingabegeräte zusammen mit unterschiedlichen Displays eingesetzt werden. Die Verbindung zwischen den einzelnen Hardwarekomponenten stellt die Workbench<sup>3D</sup> her. Die Workbench<sup>3D</sup> ist flexibel an die vorhandenen eingesetzten Komponenten anpassbar. Hierdurch ist es möglich, ohne größere Änderungen dieselbe Anwendung in einer anderen Umgebung, in der z.B. nicht alle Eingabegeräte oder andere Displays vorhanden sind, einzusetzen (Die Kompatibilität mit Standardkomponenten ist gewährleistet). Diese Flexibilität erlaubt die einfache Erstellung von Anwendungen, die an spezielle Zielgruppen angepasst sind: Anwendungen für wissenschaftliche Untersuchungen benötigen beispielsweise ein anderes Arbeitsumfeld als reine Präsentationssysteme für Ausstellungsbesucher. Alle Arten von Anwendungen greifen jedoch auf dieselben Module zurück. Als Szenarien für Einsatzmöglichkeiten im Museums- und Ausstellungsbereich werden hier ein 3D-Arbeitsplatz und ein Kiosksystem mit Interaktionsmöglichkeiten beschrieben.

Bei der wissenschaftlichen Bearbeitung, Aufbereitung oder Rekonstruktion von Kulturgütern soll ein Spezialist einerseits seine herkömmlichen Daten in Tabellen, Datenbanken, Texten und Bildern erfassen, zusätzlich können ihn die 3D-Technologien des HHI bei der Verwertung dieser Daten

<sup>8</sup> Im computergraphischen Bereich stellt ein Avatar eine visuelle Figur dar (meisten in 3D) die als Aufgabe hat, dem Benutzer in seiner Arbeit mit dem Computer zu assistieren.

und der visuellen Rekonstruktion von Objekten unterstützen (siehe Abb. 3). Vorstellbar ist hier also eine Kombination aus einem herkömmlichen Bildschirm und einem 3D-Display für die Visualisierung von Ergebnissen und zur unterstützenden Bearbeitung von Objektdaten. Für präzise Interaktionen und Objektmanipulation im 3D-Raum und für taktile Rückmeldungen wird ein Phantom-System mit dem 3D-Display kombiniert. Mit diesem kann der Experte z.B. für rekonstruierte Objekte verschiedene Materialeigenschaften testen. Ein solcher professioneller Arbeitsplatz ist die konsequente Erweiterung der herkömmlichen 2D-Arbeitsumgebung um intuitive Ein- und Ausgabegeräte, die die Arbeit in natürlicher Art und Weise unterstützen. Herkömmliche Geräte wie Maus und Tastatur werden hier nicht verdrängt, da sie sich für schnelle und genaue Dateneingabe bewährt haben.

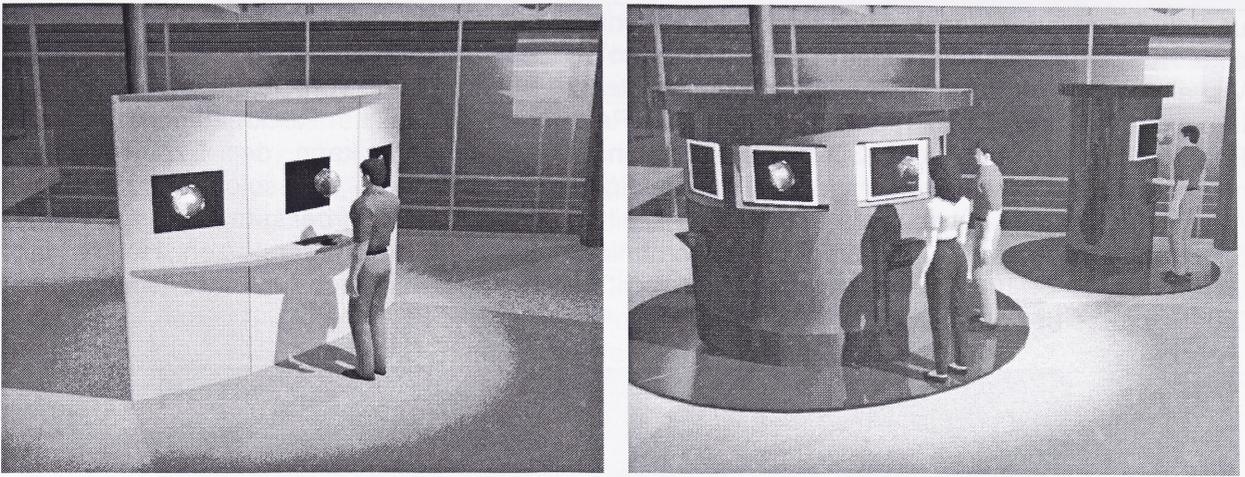


**Abb. 3:** Mixed-Reality-Arbeitsplatz (mit dem rekonstruierten Nobunaga Tempel<sup>9</sup>, © GFaI)

Ein Ausstellungsbesucher muss sich nicht mit der Erfassung wissenschaftlicher Daten zu einem Exponat beschäftigen oder diese gar verändern. Für ihn ist eine ansprechende Präsentation unter Berücksichtigung von Kontextinformationen wichtig. Durch den Einsatz der HHI-3D-Technologie kann der Besucher interaktiv in eine solche Präsentation eingreifen. Für einen Aufbau in Ausstellungsräumen ist ein Kiosk-System gut geeignet, bei dem die 3D-Darstellung und die intuitive Interaktion des Besuchers im Vordergrund stehen. Der Kiosk kann frei stehen oder in eine Wand eingelassen werden. Die Ausstellungsstücke werden durch ein Akkommodationsdisplay räumlich und „zum Anfassen“ präsentiert. Da die Objekte im Greifraum des Besuchers dargestellt werden, kann der oben beschriebene Handtracker eingesetzt werden. Der Besucher kann Objekte mit der Hand drehen, vergrößern, bewegen oder virtuelle Lichtquellen um ein Objekt oder in Landschaften positionieren und findet so einen viel engeren Zugang zur dargestellten Thematik. In ein solches Kiosk-System kann natürlich ein Phantom-System zur Krafrückmeldung eingebunden werden, um das „Aha-Erlebnis“ des Besuchers nochmals deutlich zu steigern.

In einer Ausstellung können auch mehrere Kiosk-Systeme eingesetzt werden, die in verschiedenen Ausstellungsräumen positioniert sind und den Besucher bei seinem realen Rundgang auch virtuell mit Informationen versorgen (siehe Abb. 4). Zusätzliche 2D-Bildschirme in einem Kiosk-System können durch Kontextinformationen (Texte, Bilder, Videos) das Interesse des Besuchers wecken und ihn zum virtuellen Teil eines Exponats oder Themas im 3D-Display überleiten. Eine Ausstellung wird somit einerseits durch eine neuartige Präsentationsform bereichert, andererseits kann das Volumen einer Ausstellung ohne größeren Platzbedarf durch virtuelle Exponate beliebig erhöht werden.

<sup>9</sup> Auf Initiative und unter Leitung von Prof. Dr. A. Iwainky (GFaI, IIEF) wurden in interkultureller (deutsch-japanischer) Kooperation der Nobunaga-Tempel (Gifu) und das Berliner Stadtschloss virtuell rekonstruiert.



**Abb. 4:** Beispiele für Kiosk-Systeme mit 3D-Technologien

## 7. Zusammenfassung und Ausblick

Es ist die Aufgabe der Computer sich dem Menschen anzupassen und nicht umgekehrt. Eine natürliche Interaktion mit der Maschine impliziert, dass diese den Benutzer beobachten kann (Kameras = Augen der Maschine). Noch sind die HHI-3D-Technologien nicht Standardkomponenten von heutigen PC-Systemen und deshalb noch sehr exklusiv. Durch diese Exklusivität wird jedes System mit 3D-Visualisierung und natürlichen Interaktionen zu einer erlebnisorientierten Reise durch die Zukunft: Die Maschine lernt ab sofort die natürliche „Zeichensprache“ der Menschen kennen. So ist die Interaktion in einer Mixed-Reality-Umgebung, in der das 3D-Luftbild in greifbarer Nähe des Betrachters schwebt, schon heute im HHI Realität.

Die Technologie wird sich im Laufe der Zeit weiterentwickeln: Sprachsynthese, Gesichtserkennung und andere Sensoren werden immer besser und lassen sich in eine multimodale Umgebung integrieren. Besonders in den Bereichen Unterhaltung, Kultur - also in Museen, Ausstellungen, Show-Rooms und Events - ist es wichtig, attraktive Technologien einzusetzen, die für das Publikum interessant und zukunftsweisend sind.

## Literatur

- [1] R. Skerjanc, S. Pastoor, „New Generation of 3-D Desktop Computer Interfaces“, SPIE Conf., San Jose, Febr. 8-14, 1997
- [2] S. Pastoor, J. Liu, S. Renault, „An Experimental Multimedia System Allowing 3-D Visualization and Eye-Controlled Interaction without User-Worn Devices“, IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 1 (1), pp. 41-52, 1999
- [3] S. Pastoor, M. Wöpking, „3-D Displays: A review of current technologies“, DISPLAYS, 17, pp. 100-110, 1997.
- [4] J. Liu, K. Talmi, „Eye and Gaze Tracking for Visually Controlled Interactive Stereoscopic Displays“, submitted to: IEEE Conference on CVPR, 1997
- [5] F. Duehkoep, „3D-Scan nach dem Silhouettenschnittverfahren“, Tagungsband zur 3D-NordOst 2002, pp. 5 – 9, 2002
- [6] M. Levoy, K. Pulli, B. Curless et al., „The Digital Michelangelo Project: 3D Scanning of Large Statues“, Computer Graphics (SIGGRAPH 2000 Proceedings), 2000
- [7] C. Nölker, H. Ritter, „Detection of Fingertips in Human Hand Movement Sequences“, Gesture and Sign Language in Human-Computer Interaction, Proceedings of the International Gesture Workshop, pp. 209-218, 1997
- [8] J. Nielsen, „Noncommand User Interfaces“, Communications of the ACM, 36(4), 83-99, 1993