

Universität Ulm  
Fakultät für Informatik

Proseminar „Virtuelle Präsenz“  
Sommersemester 2005



# Eingabegeräte für virtuelle Präsenz

Ausarbeitung von

**Mark Poguntke**  
mark.poguntke@informatik.uni-ulm.de

Betreuer: Markus Fakler

## Mehr als Tastatur und Maus...

Um Virtuelle Präsenz zu erzeugen, werden besondere Interaktionsgeräte benötigt, die über die Möglichkeiten von Tastatur und Maus hinausgehen. Bewegung in sechs Freiheitsgraden, intuitive Bedienung und möglichst natürliche Interaktion sind die wichtigsten Anforderungen an Eingabegeräte für Virtuelle Präsenz. In der vorliegenden Ausarbeitung werden anhand der Vorstellung einiger besonderer Geräte und Techniken sowie deren Anwendungsgebiete die derzeitigen Möglichkeiten aufgezeigt und das steigende Bedürfnis an spezieller Hardware verdeutlicht.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
1.1.	Motivation	3
1.2.	Anforderungen an Eingabegeräte	3
<b>2.</b>	<b>Verschiedene Eingabegeräte</b> .....	<b>4</b>
2.1.	3D-Mouse	4
2.2.	Datenhandschuh (Data Glove)	4
2.3.	Datenanzug	6
2.4.	Laufband (treadmill)	6
2.5.	Haptische Eingaben	7
2.6.	Biometrische Eingabe: Augen	8
2.7.	Gedankeneingabe	8
2.8.	Sprache und Gestik	8
<b>3.</b>	<b>Tracking</b> .....	<b>9</b>
3.1.	Trackingverfahren für die Positionsbestimmung im Raum	9
3.2.	Mechanisches Tracking	9
3.3.	Elektromagnetisches Tracking	9
3.4.	Ultraschall Tracking	9
3.5.	Optisches Tracking	10
3.6.	Weitere Verfahren	10
<b>4.</b>	<b>Anwendungsbeispiele</b> .....	<b>10</b>
4.1.	Medizin	10
4.2.	Militär	10
4.3.	Forschung und Industrie	11
4.4.	Architektur	11
4.5.	Unterhaltung/ Spiele	11
<b>5.</b>	<b>Ausblick</b> .....	<b>11</b>
<b>6.</b>	<b>Quellenverzeichnis</b> .....	<b>12</b>

## 1. Einleitung

### 1.1. Motivation

Virtuelle Welten sind in der Regel einer echten Umgebung nachempfunden oder sollen eine erfundene Umgebung so darstellen, als gäbe es sie wirklich. Dafür ist Dreidimensionalität unumgänglich. Um in einer solchen virtuellen Welt interagieren zu können, benötigt man mehrdimensionale Interaktionsgeräte, die die Bewegungen und Handlungen des Benutzers in Echtzeit erfassen können.

Bei der Entwicklung eines Systems für Virtuelle Realität sollte die optimale Schnittstelle zwischen Mensch und Computer im Vordergrund stehen, um dem Benutzer das Gefühl vermitteln zu können, wirklich in der virtuellen Welt anwesend zu sein.

Die vorliegende Ausarbeitung befasst sich in erster Linie mit Eingabegeräten für virtuelle Umgebungen und Techniken für die Bestimmung von Position und Bewegungen im Raum (Tracking). Die Vielfalt von Verwendungsmöglichkeiten wird anhand einiger Anwendungsbeispiele deutlich.

### 1.2. Anforderungen an Eingabegeräte

Bewegungen und Handlungen im Raum müssen eindeutig über ein dreidimensionales Eingabegerät möglich sein. Hierzu definiert man sechs Parameter auf folgende Weise:

- Für die Verschiebung im Raum dienen die x-, y- und z-Achse, die auch als optische, horizontale und vertikale Achse bezeichnet werden
- Für die Drehung im Raum dienen *roll* (etwa: rollen), *pitch* (etwa: kippen) und *yaw* (etwa: wenden) als Rotationsmöglichkeiten um die drei Achsen x, y und z.

Diese sechs Parameter werden als die sechs Freiheitsgrade bezeichnet.

Um sich also mit Hilfe eines Eingabegerätes auf eindeutige Weise im Raum bewegen zu können, sollten alle sechs Freiheitsgrade durch das Gerät unterstützt werden.

Eine möglichst natürliche und intuitive Bedienung des Eingabegerätes erhöhen das Gefühl virtueller Präsenz beim Anwender.

Im Folgenden sind einige der aktuell wichtigsten Eingabegeräte für virtuelle Umgebungen vorgestellt sowie Eingabemöglichkeiten besonderer Art, die auch virtuelle Präsenz erzeugen und interessante Möglichkeiten aufzeigen.

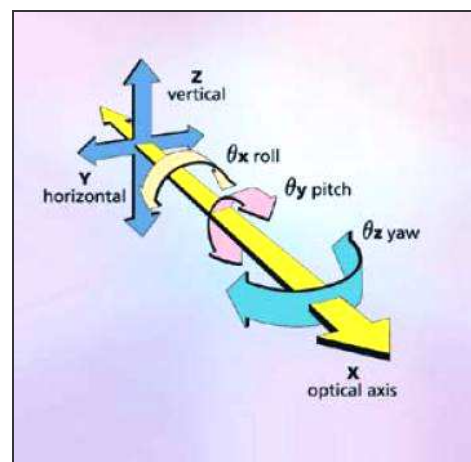


Abb. 1: Six Degrees of Freedom (Sechs Freiheitsgrade)

## 2. Verschiedene Eingabegeräte

### 2.1. 3D-Mouse

Das bekannte Prinzip der Computermaus, durch Verschieben der Maus eine äquivalente Verschiebung des Zeigers am Bildschirm hervorzurufen, wurde bei der 3D-Mouse um die dritte Dimension erweitert.

Die 3D-Mouse kann in allen sechs Freiheitsgraden im Raum bewegt werden. Die Position des Zeigers wird entsprechend in der virtuellen Umgebung angepasst.

Um die absolute Position und Bewegung der 3D-Maus im Raum bestimmen zu können, wird ein Trackingverfahren eingesetzt, was die eigentliche technische Neuerung an der Maus ausmacht. Dadurch wird es erst möglich, die Maus frei im Raum bewegen zu können. Ein Sender, der am Tisch montiert ist, sendet Ultraschalltöne aus, die von mehreren Mikrofonen an der Maus empfangen werden. Aus dem Zeitunterschied, mit dem die Töne die Mikrofone erreichen, wird die räumliche Position der Maus errechnet (akustisches Tracking). Die verschiedenen Trackingverfahren werden im Abschnitt 3 vorgestellt.

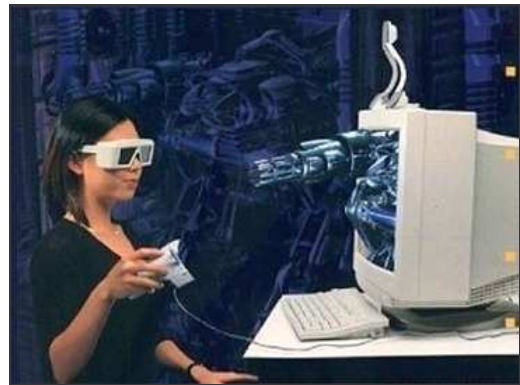


Abb. 2: 3D-Mouse

### 2.2. Datenhandschuh (Data Glove)

Der Datenhandschuh ist eines der bekanntesten und wichtigsten Eingabegeräte für virtuelle Anwendungen. Er erfasst reale Hand- und Fingerbewegungen und übersetzt diese in die virtuelle Welt, in der bei den meisten Anwendungen eine virtuelle Hand simultan zur echten Hand bewegt wird. So lassen sich virtuelle Objekte greifen und verändern sowie bestimmte Anwendungen über vorher definierte Gesten steuern (z.B.: Antippen für Auswählen, Winken für Beenden, etc.).

Der Handschuh ist eng anliegend und aus einem dehnbaren Material (z.B. Lycra). Dadurch passt er sich optimal an die Hand an.



Abb. 3: Interaktion mit Datenhandschuh

Für die Übertragung der Hand- und Fingerbewegungen müssen zwei Sachverhalte beachtet werden:

- Die absolute Position der Hand im Raum sowie die Richtung der Bewegung (Sechs Freiheitsgrade).
- Die Fingerkrümmungen

Zur Bestimmung von absoluter Position und Bewegung im Raum dienen verschiedene Trackingverfahren. Diese werden im Einzelnen im Abschnitt 3 betrachtet.

Um Fingerkrümmungen zu messen, stehen verschiedene Techniken zur Auswahl. Drei verbreitete Methoden seien hier erläutert:

*Optisch:*

Über den Fingern und Handrücken sind Glasfaserkabel befestigt, durch die Licht geleitet wird. Sensoren an den Gelenken messen das durchgelassene Licht, woraus die Krümmung der Finger berechnet werden kann. Diese Methode ist relativ schnell, allerdings sind die Glasfaserkabel sehr bruchempfindlich und die Handschuhe müssen häufig neu kalibriert werden, um die Genauigkeit zu bewahren.



Abb. 4: Datenhandschuh mit Glasfaserkabeln

*Elektrisch:*

Winkelsensoren an den Gelenken ändern ihren elektrischen Widerstand gemäß Fingerkrümmung ab. Dadurch können die Bewegungen von Finger und Hand errechnet werden. Die elektrische Methode ist relativ genau.

*Mechanisch:*

Mechanische Gelenkaufsätze erfassen Veränderungen der Fingergelenke sofort und sehr genau. Aus den Veränderungen der mechanischen Gelenke wird die Bewegung der Finger errechnet. Mit dieser Methode lässt sich besonders gut ein Force-Feedback-Handschuh umsetzen, der über die Gelenke eine Kraft auf die Hand des Anwenders ausüben kann. Dadurch erhält der Benutzer das Gefühl, ein Objekt wirklich zu berühren und merkt auch, wenn die Beschaffenheit des Objekts eine weitere Veränderung der Hand- oder Fingerposition nicht mehr zulässt (z.B. wenn die Handfläche auf einen virtuellen Tisch gelegt wird).

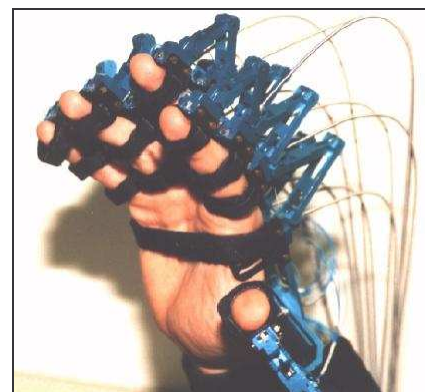


Abb. 5: Mechanisch arbeitender Force-Feedback-Datenhandschuh

Datenhandschuhe finden sich in den unterschiedlichsten Ausführungen. Die dargestellten Bilder sind nur eine kleine Auswahl verschiedener Modelle.

### 2.3. Datenanzug

Nach dem gleichen Prinzip wie der Datenhandschuh funktioniert der Datenanzug. Dabei wird die Bewegung und Position des ganzen Körpers erfasst. Auch hier kommen die bereits genannten verschiedenen Methoden zum Einsatz. Abbildungen 6 und 7 zeigen verschiedene Versionen des Datenanzugs.

Ziel des Datenanzugs ist die vollständige virtuelle Präsenz, der Benutzer soll mit seinem ganzen Körper in die virtuelle Welt eintauchen.

Hinderlich dabei ist jedoch, dass der Anzug sehr unhandlich und unbequem zu tragen ist, wodurch das Gefühl des Eintauchens in die virtuelle Welt deutlich geschmälert wird. Daher werden Datenanzüge hauptsächlich zum so genannten „Motion Capturing“ verwendet, wobei virtuellen Charakteren natürliche

Bewegungen gegeben werden sollen, die über einen realen Menschen im Datenanzug erfasst („eingefangen“) werden.

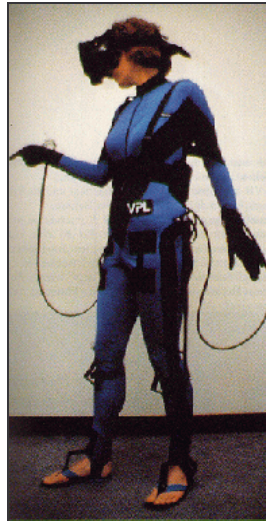


Abb. 6: Datenanzug mit Glasfibrerkabeln



Abb. 7: Mechanischer Datenanzug

### 2.4. Laufband (treadmill)

Ein weiteres Prinzip der Eingabe von Bewegungen in eine virtuelle Umgebung wird mit einem Laufband (treadmill = Tretmühle) umgesetzt.

Der Anwender ist in seiner Bewegung frei und nicht zwangsläufig mit dem Computer verbunden, da die Interaktion über das Gerät selbst erfolgt. Laufgeschwindigkeit und Richtung werden mit Hilfe verschiedener Verfahren in die virtuelle Welt übertragen. Ein einfaches Gerät lässt den Benutzer über eine Art Lenker die Richtung beeinflussen und über ein Laufband die Geschwindigkeit, mit der er sich bewegen will. Das in Abbildung 8 gezeigte Laufband ist eine so genannte „split belt treadmill“, die Richtungsveränderungen über die unterschiedliche Laufgeschwindigkeit zweier unabhängiger Laufbänder registriert.

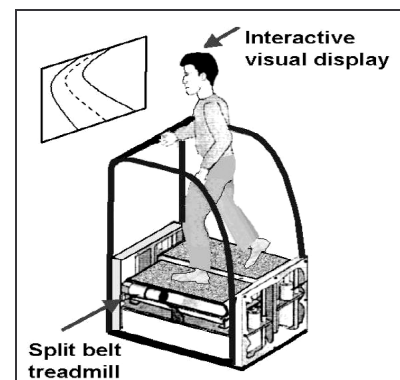


Abb. 8: Laufband

Die Ausgabe der virtuellen Umgebung erfolgt meistens über ein großes Display, wie in Abbildung 8 angedeutet.

Denkbar wäre auch die Ausgabe über einen Monitorhelm oder eine Monitorbrille (Head Mounted Display). Dies würde aber wieder umfangreiche Trackingverfahren benötigen, um die Darstellung im Sichtfeld des Monitorhelms den Kopfbewegungen anpassen zu können.

Bei der Benutzung eines Laufbandes alleine kann man sich zwar nicht in allen Freiheitsgraden bewegen, dennoch hat man einen enormen Effekt durch den realen Eindruck, sich wirklich von der Stelle zu bewegen.

Eine geschickte Kombination von Datenanzug, Monitorbrille, Laufband und haptischem Feedback wäre also eine ziemlich ideale Möglichkeit für das menschliche Bewegen und Interagieren in einer virtuellen Umgebung. Die Umsetzung eines solchen Systems mit einem in hohem Grade realistischen Eindruck virtueller Präsenz bleibt aber noch Zukunftsvision.

## 2.5. Haptische Eingaben

Die Einbeziehung des menschlichen Tastsinns (Haptik) ist eine weitere besondere Möglichkeit der Eingabe. Je nach Anwendungsbereich können die Geräte dazu sehr unterschiedlich sein. Allen gemein ist die Möglichkeit virtuelle Objekte durch Berühren/Anfassen zu ertasten, untersuchen und verändern.

Die speziellen Haptik-Anwendungen können mit besonderen Software-Toolkits implementiert werden. Ein Beispiel in C++ ist das GHOST SDK (General Haptic Open Software Toolkit).

Zwei grundsätzliche Prinzipie haptischer Eingaben sind anhand Abbildungen 9 und 10 vorgestellt:

Mit dem SensAble PHANTOM kann sich der Anwender in allen sechs Freiheitsgraden im virtuellen Raum bewegen. Stößt das virtuelle Zeigegerät an ein virtuelles Objekt, so erfolgt Force-Feedback, dessen Stärke nach der Beschaffenheit des virtuellen Objektes und der Geschwindigkeit des Auftreffens bestimmt wird. Auf diese Weise können Eigenschaften der Festigkeit und Oberflächenbeschaffenheit von virtuellen Objekten untersucht und verändert werden.



Abb. 9: SensAble PHANTOM

In Abbildung 9 „malt“ der Anwender mit einem virtuellen Stift ein dreidimensionales Objekt an. Das Prinzip hierbei ist: Verschieben/Verändern ruft Force-Feedback hervor.

Der HapticMASTER der Firma FCS ist ein Roboterarm mit starkem Force-Feedback und funktioniert im Prinzip „anders herum“: Kraft ruft eine Veränderung hervor. An das Ende des Arms können spezielle Endstücke – je nach gewünschter Anwendung – montiert werden, mit denen virtuell Vorgänge und Objekte auf den aufzubringenden Kraftaufwand und den auftretenden Widerstand hin untersucht werden können. In Abbildung 10 ist als Endstück ein Getriebeschalthebel montiert, der



Abb. 10: FCS HapticMASTER

real geschaltet werden kann. Der Roboterarm hilft dabei, Leicht- und Schwergängigkeit zu überprüfen und verändert außerdem die Schaltung des virtuellen Getriebes.

## 2.6. Biometrische Eingabe: Augen

Die bisher vorgestellten Eingabemöglichkeiten stehen alle in direktem Bezug zu virtuellen 3D-Welten. Im Folgenden sind weitere recht ausgefallene Eingabemöglichkeiten erläutert, die auch im Zusammenhang mit virtueller Präsenz stehen und in Zukunft noch bedeutender werden könnten.

Über so genanntes Eye Tracking kann die Bewegung der Augen durch spezielle Kameravorrichtungen erkannt werden (siehe Abbildung 11). Dadurch wird die Steuerung einer Anwendung durch „Hinsehen“ möglich. Längeres Fixieren eines Objektes könnte beispielsweise die Auswahl desselben bewirken.



Abb. 11: Eye Tracking

Eye Tracking wird vor allem für Usability Studien an Software benutzt. Dabei kann der Untersuchungsleiter etwa überprüfen, ob das zu testende Programm die Blicke des Anwenders in die richtigen Regionen leitet.

## 2.7. Gedankeneingabe

Eine weitere, recht ausgefallene Möglichkeit mit dem Computer zu interagieren, bietet die Eingabe über Gedanken.

Über ein Elektroenzephalogramm (EEG) werden Hirnströme gemessen (siehe Abbildung 12). Nach langem Training des Systems können Anwender über die Gedanken einfache Interaktionen, wie die Bewegung eines Zeigers oder die Auswahl eines Objektes, initiieren.



Abb. 12: Gedankeneingabe

Die Interaktion mit Gedanken ist in erster Linie ein Thema für die Forschung. Ernsthaftige marktfähige Systeme sind noch nicht vorhanden.

## 2.8. Sprache und Gestik

Um vollständige virtuelle Präsenz möglich zu machen, sind ein funktionierendes Spracheingabesystem sowie die Eingabemöglichkeit über Gesten erforderlich. Der Mensch unterhält sich auch im realen Leben in erster Linie über Sprache und Gestik. Letztere kann relativ gut über Datenhandschuhe oder Datenanzug realisiert werden. So bekommen beispielsweise Taubstumme die Möglichkeit, sich in einer virtuellen Welt zu verständigen.

Auch die Spracheingabe wäre technisch gar kein Problem. Und der Mund wäre bei allen vorgestellten Eingabegeräten zum Sprechen frei. Dennoch gibt es bisher noch kein vernünftig funktionierendes System für die Spracherkennung. Dies liegt vor allem daran, dass man wenige Möglichkeiten hat, dem Computer das sinnerfassende Übersetzen und das richtige Deuten von Betonungen beizubringen.

Jeder neue Anwender muss lange mit dem Computersystem trainieren, um seine Sprache dem Computer wenigstens etwas verständlich zu machen. Forschung wird auf diesem für die virtuelle Präsenz immens wichtigen Gebiet intensiv betrieben. Beispielsweise versucht man



über die Kombination aus Erkennen der Lippenbewegung und der Akustik die Möglichkeiten, den Anwender zu verstehen, für das Computersystem zu verbessern. Letztlich sind die Systeme nach wie vor (noch) nicht zufrieden stellend.

### **3. Tracking**

#### **3.1. Trackingverfahren für die Positionsbestimmung im Raum**

Wie bereits an einigen Stellen erwähnt, nimmt die Bestimmung der Position und Orientierung des Benutzers im virtuellen Raum einen wichtigen Teil bei den meisten Eingabegeräten ein. Über Trackingverfahren wird dem Computer die Position des Benutzers (mit Datenanzug) bzw. des entsprechenden Eingabegerätes (3D-Maus, Datenhandschuh, Monitorbrille) übermittelt. Wichtig ist dies vor allem auch bei Monitorbrillen/-helmen (Head Mounted Displays), da sich Bewegungen des Kopfes unmittelbar auf das Sichtfeld im Display auswirken müssen.

Für das Tracking gibt es verschiedene Techniken. Einige gängige Verfahren sind im Folgenden kurz vorgestellt:

#### **3.2. Mechanisches Tracking**

Bei dieser ältesten Form des Tracking ist das zu untersuchende Objekt über einen Gelenkarm, der aus mehreren Teilstücken besteht, mit einer fest installierten Station an der Decke oder Wand verbunden. Winkelveränderungen am Gelenkarm werden mittels optischer Sensoren gemessen. Daraus lässt sich die Position im Raum ermitteln. Dieses Verfahren liefert schnell exakte Ergebnisse und ist relativ preisgünstig. Dem gegenüber steht die stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit durch den Gelenkarm.

#### **3.3. Elektromagnetisches Tracking**

Ein sehr häufig angewandtes, aber recht teures Verfahren ist das elektromagnetische Tracking. Von einem Transmitter (Sender) werden durch elektromagnetische Spulen Magnetfelder erzeugt. Am zu untersuchenden Objekt ist ein Receiver (Empfänger) angebracht, der diese Magnetfelder empfängt. Mit Hilfe der empfangenen Spannungssignale kann die Position und Orientierung des Objektes im Raum mit hoher Genauigkeit berechnet werden. Die Bewegungsfreiheit bleibt durch dieses Verfahren uneingeschränkt. Wegen der aufwändigen Messmethode können allerdings lange Verzögerungszeiten entstehen. Außerdem ist diese Methode störanfällig gegenüber Magnetfeldern, wie z.B. durch Stahlbetonwände.

#### **3.4. Ultraschall Tracking**

Ein preiswertes und leicht zu realisierendes Verfahren bietet das Ultraschall Tracking. Ein Sender am zu untersuchenden Objekt sendet in sehr kurzen Abständen Ultraschallsignale aus. Im Raum befinden sich mehrere Mikrofone, in der Regel vier, die das Signal mit unterschiedlichen Zeitabständen empfangen. Aus den gemessenen Zeitunterschieden des eintreffenden Schalls kann die Position ermittelt werden, allerdings mit etwas geringerer

Genauigkeit als bei den bisher vorgestellten Verfahren. Das Ultraschall Tracking ist gegenüber akustischen Nebengeräuschen störanfällig.

### 3.5. Optisches Tracking

Beim optischen Tracking wird zwischen aktivem und passivem Verfahren unterschieden.

Beim aktiven Verfahren werden von mehreren kleinen Infrarotkameras, die sich am zu untersuchenden Objekt befinden, Infrarot-Leuchtdioden in Matrix-Anordnung an der Decke oder Wand aufgenommen. Anhand deren Lage kann die Position der Kameras festgestellt werden.

Beim passiven Verfahren wird das zu untersuchende Objekt mit reflektierenden Markierungen versehen. Von einer Kamera, die ihrerseits mit Leuchtdioden versehen ist, werden die Markierungen erfasst. Mit Hilfe von Bilderkennungsalgorithmen wird dann die Position des Objektes bestimmt. Unter Umständen kann es durch den aufwändigen Algorithmus zu längeren Verzögerungszeiten kommen.

### 3.6. Weitere Verfahren

Neben dem *kinematischen Trackingverfahren*, bei dem durch verändertes Drehverhalten eines am Objekt angebrachten kardanisch gelagerten Kreiselkompasses die Position eines Objektes ermittelt werden kann, möchte ich vor allem das **satellitenbasierte Trackingverfahren** abschließend nennen. Für die Positionsbestimmung einer 3D-Maus oder eines Monitorhelmes sicherlich ungeeignet, doch es spielt vor allem bei der Fahrzeugnavigation über eine virtuelle Straßenkarte eine große Rolle. Fast jedes neuere Automobil ist mit einem Satellitenempfänger des GPS (Global Positioning System) ausgestattet. Dadurch kann die Position des Fahrzeuges mit Hilfe der global verfügbaren Satellitensignale bis auf wenige Meter genau bestimmt werden.

## 4. Anwendungsbeispiele

Anhand einiger ausgewählter Anwendungen soll die Vielfalt der Möglichkeiten, virtuelle Realitäten einzusetzen, deutlich gemacht werden. Dabei möchte ich speziell auf die Eingabegeräte, die dort verwendet werden können, aufmerksam machen.

### 4.1. Medizin

Im Bereich der Medizin wird vor allem in der Chirurgie mit virtuellen Objekten gearbeitet. Ein angehender Chirurg kann beispielsweise an einem virtuellen Menschen – zumindest teilweise – ausgebildet werden. Die Interaktion über Datenhandschuhe in Verbindung mit haptischen Geräten wäre dabei eine denkbare Möglichkeit.

### 4.2. Militär

Bereits seit längerer Zeit wird im Militärbereich mit virtuellen Umgebungen gearbeitet. Fahrsimulationen mit Panzerfahrzeugen durch virtuelle Kampfgebiete sind sehr verbreitet. Auch das Schießen mit Schießsimulatoren ist beim Militär an der Tagesordnung.

Bei der Bundeswehr werden mit dem AGSHP (=Ausbildungsgerät Schießsimulator Handwaffen/ Panzerabwehrwaffen, siehe Abb. 13) mit Erfolg Schießübungen durchgeführt.

Reale (aber ungeladene) Waffen, die mit einem Computer verbunden sind, dienen dabei als Eingabegeräte. Damit kann dann auf ein virtuelles Display geschossen werden, wobei akustisches und haptisches Feedback (Rückstoß) realitätsnah simuliert werden.



Abbildung 13: AGSHP-Schießen

#### **4.3. Forschung und Industrie**

Die Unterstützung durch virtuelle Welten und Modelle bei der Entwicklung von neuen Produkten oder Techniken spielt eine enorme Rolle in der industriellen Forschung und Entwicklung. Neue Automobile, Flugzeuge, neue Bahntrassen, neue Produkte aller Art werden in steigendem Ausmaß zuerst virtuell erstellt und untersucht. Für viele Anwendungen wird eine 3D-Mouse oder ein vergleichbares Zeigegerät genutzt, eine große Rolle spielt hier aber auch die Haptik, wie in Abschnitt 2.5. (Haptische Eingaben) schon erwähnt wurde.

In der Reihe von komplexen Simulatoren seien hier noch Flugsimulatoren erwähnt, die von Militär und ziviler Luftfahrt gleichermaßen eingesetzt werden, um Piloten auszubilden.

#### **4.4. Architektur**

Die Erstellung von Bauten erfolgt fast ausschließlich zuerst virtuell. Die Bauplanung ist ein großer Anwendungsbereich virtueller Realität. Mit einer 3D-Mouse oder vergleichbarem Gerät können die Pläne virtuell umgesetzt werden. Bei sehr großen Projekten ist unter Umständen sogar das Eintreten in das virtuelle Bauwerk via Datenanzug denkbar.

#### **4.5. Unterhaltung/ Spiele**

Der wahrscheinlich größte Bereich virtueller Welten ist die Spiele- und Unterhaltungsbranche. Das bereits erwähnte Motion Capturing über einen Datenanzug wird bei der Erstellung von Animationsfilmen eingesetzt. Und vor allem in der Spieleindustrie wird der Einfluss virtueller Welten ersichtlich: Fast in jedem Spiel ist eine virtuelle Welt integriert, in der über die unterschiedlichsten Geräte wie Joysticks, Lenkräder, spezielle Gamepads etc. interagiert werden kann.

Letztlich machen die zunehmend realistischer wirkenden Spiele- und Filmwelten auch den Erfolg beim Kunden aus.

### **5. Ausblick**

Die Vielfalt an bereits auf dem Markt erhältlichen Produkten und Lösungen sowie die vorgestellten Anwendungsbereiche zeigen: Das Interesse an virtuellen Umgebungen ist in allen Bereichen ansteigend und die Wünsche und Ideen der Anwender und Entwickler übersteigen die Möglichkeiten derzeit verfügbarer Interaktionsgeräte.

Innovatives Entwickeln und Verbessern spezieller Ein- und Ausgabemöglichkeiten wird also auch in Zukunft bedeutende Richtungen im Bereich der virtuellen Präsenz aufzeigen.

## 6. Quellenverzeichnis

- [a] *Teutsch, Michael: Benutzerschnittstellen für Telepräsenz Anwendungen*  
2003, Universität Karlsruhe, Intelligente Sensor-Aktor-Systeme  
[http://isas.uni-karlsruhe.de/downloads/proseminar/teutsch/  
Benutzerschnittstellen\\_fuer\\_Telepraesenzanwendungen.pdf](http://isas.uni-karlsruhe.de/downloads/proseminar/teutsch/Benutzerschnittstellen_fuer_Telepraesenzanwendungen.pdf)
- [b] *Bermes Barbara u. a.: Trackingsysteme in virtuellen Umgebungen*  
2000, FH Bonn-Rhein-Sieg, Medieninformatik  
[http://www2.inf.fh-bonn-rhein-sieg.de/mi/lv/vr/ws00/stud/Schumacher.Jens+Thielmann.  
Henrieke+Bermes.Barbara/index.html](http://www2.inf.fh-bonn-rhein-sieg.de/mi/lv/vr/ws00/stud/Schumacher.Jens+Thielmann.Henrieke+Bermes.Barbara/index.html)
- [c] *Nils Philippsen: Virtuelle Realität*  
1999, FH Esslingen, Fachbereich Informationstechnik  
[http://www.it.fht-esslingen.de/~schmidt/vorlesungen/vr/  
seminar/ws9899/virtuellerealitaet.html](http://www.it.fht-esslingen.de/~schmidt/vorlesungen/vr/seminar/ws9899/virtuellerealitaet.html)
- [d] *Thorsten Habel: Moderne VR-Techniken*  
2004, Univ. Karlsruhe, Inst. für Rechnerentwurf und Fehlertoleranz  
[http://www.iain.ira.uka.de/Teaching/ProseminarMedizin/  
Ausarbeitungen/WS0405/05\\_Moderne\\_VR-Techniken.pdf](http://www.iain.ira.uka.de/Teaching/ProseminarMedizin/Ausarbeitungen/WS0405/05_Moderne_VR-Techniken.pdf)
- [e] *Hendrik von Boxberg: Simulation und Virtuelle Realität*  
Magister-Arbeit 2004, Ruhr-Universität Bochum, Institut für Medienwissenschaften
- [f] *Virtalis Group*  
<http://www.virtalis.com>
- [g] *FCS Control Systems*  
<http://www.fcs-cs.com>
- [h] *SensAble Technologies*  
<http://www.sensable.com/>

**Abbildungen:** (1) aus [a], (2) <http://www.vrealities.com/3dmouse.html>, (3) <http://girls-day.izs.fhg.de/images/datenhandschuh.jpg>, (4) aus [a], (5) aus [a], (6) <http://www.it.fht-esslingen.de/~schmidt/vorlesungen/vr/seminar/ws9899/eingabegeraete-koerpereingabe.html>, (7) Eduard Horber: Motion Capturing, Universität Ulm, Seminar Modelling&Rendering, (8) Summer Bioengineering Conference, Juni 2003 (9) aus [h], (10) aus [f], (11) <http://www.mpi.nl/world/tg/eye-tracking/eye-tracking.html>, (12) Michael Weber, Interaktive Systeme, Vorlesungsskript Universität Ulm 2004, (13) [http://www.rk-gammertingen.de/in\\_agshp.html](http://www.rk-gammertingen.de/in_agshp.html)