



# Virtual Reality

## Überblick und Klassifizierung von VR-Anwendungen

### Abstract

Diese Seminararbeit gibt einen einführenden Überblick zum Thema „Virtual Reality“ (VR). Was vor einem Jahrzehnt noch als Hirngespinnst oder Science Fiction galt, ist in diesem spannenden Bereich heute schon Realität, und trotz einer Verlangsamung der Forschung in den letzten Jahren versprechen viele Forschungsfelder auch für die Zukunft bahnbrechende Entwicklungen. Um dem Leser die Grundlagen der VR näher zu bringen, werden zunächst der Begriff und die Anfänge der Forschung erläutert. Anschließend geht es um Grundlagen der VR-Hardware und verschiedene Ansätze der Klassifizierung von VR-Anwendungen. Im Hauptteil der Arbeit werden die wichtigsten Anwendungsbereiche anhand von Beispielen aus der Praxis genauer beleuchtet.

### Einleitung

Bis Ende des Jahrtausends boomte die Forschung auf dem Gebiet der virtuellen Realität (VR). Begeistert erkannten Entwickler, dass viele Träume der Vergangenheit plötzlich realisierbar waren. In den letzten Jahren jedoch ist ruhiger um die VR geworden, und viele Forscher konzentrieren sich auf die ebenfalls viel versprechende „Augmented Reality“. Zeit für eine Bestandsaufnahme.

Der Begriff „Virtual Reality“ wurde 1989 vom Wissenschaftler und Techniker Jaron Lanier geprägt [1]. Man versteht darunter eine computergenerierte Umgebung, die verschiedene Sinne des Users stimuliert und Interaktionen erlaubt, wenn möglich in Echtzeit [2]. Durch eine annähernd realistische Replikation der Realität wird dem Anwender das Gefühl der „Immersion“, des Eintauchens in die virtuelle Welt, vermittelt. Um einen bekannten Werbespruchs zu zitieren: man ist „mittendrin statt nur dabei“.

Da die Darstellung einer VR-Welt unserer ungemein komplexen Realität auch heute noch alles andere als nahe kommt, wird vom Anwender außerdem Vorstellungskraft verlangt, um sich auf die virtuelle Welt einzulassen. Zusammenfassend spricht man oft von den „drei I der VR“: *Immersion – Interaktion – Imagination* [3]

### Geschichte der VR

Die Virtuelle Realität ist keineswegs ein neuer Forschungsbereich. Schon in den 60er und 70er Jahren wurden Projekte gestartet, die sich mit der Nutzung von VR-Welten beschäftigten. Damals waren die Rechenleistungen jedoch noch so unzureichend, dass die Forschungen abgebrochen oder aufgeschoben werden mussten.

So hatte beispielsweise „Build-It“ [4], ein erfolgreiches Projekt zur dreidimensionalen Betrachtung und Manipulation von Molekülen, seine Wurzeln bereits 1968. Die ersten Systeme,

aus denen sich später Projekte wie Build-It entwickelten, wurden aber erst 18 Jahre später gebaut.

Zu dieser Zeit floss – nicht zuletzt aufgrund der anhaltenden Ost-/West-Konfrontation – ungebremst Geld in die militärische Forschung. Dadurch wurde sie zum Motor für Hard- und Software-Entwicklung und Wegbereiter für den heutigen Stand der VR-Technik.

Ein wichtiges VR-Projekt lief bereits 1985 bei der NASA an. Mit dem Virtual Environment Display System (VIVED) wollten sie den Astronauten bei der aufwendigen Kontrolle der neuen Raumfahrzeuge helfen und die Möglichkeiten telerobotischer Systeme erforschen, die unter anderem beim Bau von Raumstationen eingesetzt werden sollten. Statt einen Astronauten auf die gefährliche Mission zu schicken, wurden mit großem Erfolg Möglichkeiten erforscht, wie die Roboter möglichst realistisch von Menschen im sicheren Kontrollzentrum gesteuert werden können. [5]

Im VPE-Projekt (Virtual Planetary Exploration) versuchte die NASA die riesigen Datenmengen, die ihnen die Viking-Sonden vom Mars funkten, in einer geeigneten Weise zu visualisieren. Die vorwiegend numerischen Daten über den Mars wurden durch ein VR-System visualisiert, so dass die Forscher die Marsoberfläche dreidimensional und interaktiv erkunden konnten. Da sich die Entwicklung autonomer Roboter schwierig und langwierig gestaltete, verlagerte man den Schwerpunkt auf Teleoperatoren – ferngesteuerte Roboter. [6]

Während in der Forschung die ersten VR-Anwendungen erkundet und umgesetzt wurden, entdeckte die Öffentlichkeit die aufregend futuristische Idee einer virtuellen Welt, und eine Reihe Science-Fiction-Autoren verarbeiteten sie in erfolgreichen Filmen wie „Tron“ (1982) oder „Matrix“ (1999) und wegweisenden Romanen wie „Neuromancer“ (1984).

Gerade in diesem Bereich darf der Einfluss von Autoren nicht unterschätzt werden, da am Anfang jeder neuen Entwicklung innovative Ideen stehen. Und davon hatten die kreativen Köpfe der Science-Fiction-Branche genug. So unterhielten sie mit ihren Visionen nicht nur ihr Publikum, sondern lieferten auch einen großen Beitrag zur technischen Weiterentwicklung.

Auch in jüngerer Zeit ist das Thema immer wieder in den Medien anzutreffen. Im Jahr 2000 wurde zum Beispiel die Folge „First Person Shooter“ der Kult-TV-Serie „X-Files“ (deutscher Titel: „Akte X“) ausgestrahlt, bei der es um ein VR-Spiel geht, das sich selbstständig macht und Teilnehmer tatsächlich ermordet. „First Person Shooter“ wurde unter anderem von William Gibson geschrieben – SciFi-Guru, Erfinder des Begriffes „Cyberspace“ und Autor von „Neuromancer“. [7]

Nachdem Militär und Weltraumforschung wie so oft im technischen Bereich den Weg bereitet hatten, griffen andere Bereiche ihrerseits die Weiterentwicklung auf und steuerten wichtige Durchbrüche bei. Neben Medizin und Architektur entdeckte auch der Entertainment-Bereich die virtuelle Realität.

Der Videospiele Gigant Nintendo träumte bereits früh davon, ein VR-Spiele-System für den Heimgebrauch zu realisieren und brachte 1995 den ersten Versuch auf den Markt: Den „Virtua Boy“. Das Gerät war zwar ein innovativer Vorstoß in diesen neuen Sektor, doch das Endergebnis konnte kaum überzeugen. Zu gering war die Leistung des „Virtua Boy“ und zu schlecht die Grafik, um auch nur annähernd immersiv zu wirken. Die kleinen, niedrig auflösenden Displays waren ausschließlich mit roten LEDs ausgestattet, was gepaart mit der niedrigen Auflösung schon nach wenigen Minuten Augen- und Kopfschmerzen verursachte. So kamen insgesamt auch nur 20 Spiele für die erste VR-Konsole auf den Markt, und Nintendo musste den größten Flop in der Firmengeschichte verbuchen.



Abb. 2: Virtua Boy [8]

## Hardware

Um dem Benutzer einer VR-Simulation das Eintauchen (Immersion) in die virtuelle Welt zu ermöglichen, sollten möglichst viele seiner Sinne angesprochen werden. Dazu sind traditionelle Ein- und Ausgabegeräte wie Maus, Tastatur und Monitor jedoch nur bedingt geeignet. Das liegt zu einem großen Teil daran, dass sie die Realität nicht nachahmen, sondern mit Metaphern arbeiten. So haben sich in grafischen Benutzeroberflächen allgemein Ordner als Behälter für Dateien durchgesetzt. Um einen solchen Ordner zu öffnen, muss der Anwender einen Doppelklick mit der Maus vollführen, nachdem er den Mauszeiger über das Objekt bewegt hat – eine leicht verständliche Abstraktion, doch weit entfernt von der Realität. Möchte man dem Anwender einen höheren Grad an Immersion und Interaktion vermitteln, muss so ein Vorgang durchgeführt werden können wie man es aus dem echten Leben gewöhnt ist. Statt Maus und Monitor greift man bei VR-Anwendungen daher meist zu Datenhandschuh und Head Mounted Display.



Abb. 3: CyberGrasp [9]



Abb. 4: Phantom [10]



Abb. 5: Phantom [10]

Ein erfolgreicher Datenhandschuh, auf dem viele andere Modelle aufbauen, ist der „CyberGlove“ der Firma Immersion, der auch mit haptischem Feedback angeboten wird.

Das Modell „CyberTouch“ verwendet dazu „Touch Feedback“. An jedem Finger und der Handinnenfläche sind mikrotaktile Stimulatoren angebracht, die durch leichten Druck und Vibrationen eine Berührung simulieren können. Der „CyberGrasp“ geht die haptische Simulation sozusagen von der anderen Seite der Hand an. Durch „Force Feedback“ wird Zug auf die einzelnen Finger ausgeübt, um Bewegungen und Berührungen nachzuempfinden. [9]

Einen etwas anderen Weg geht das 1993 vom Touchlab des MIT [10] entwickelte „Phantom Haptic Interface“, das bis zu sechs Freiheitsgrade simulieren kann. Ein Stift oder eine Fingerspitze wird dabei in eine Aufhängung gesteckt, an der drei computergesteuerte Motoren angebracht sind, welche die Kraft-Rückkopplung auf die Raumachsen übertragen. So lassen sich Objekte, Vibrationen und sogar unterschiedliche Konsistenzen von Gegenständen simulieren. [11]



Abb. 6: SimEye XL100A [12]

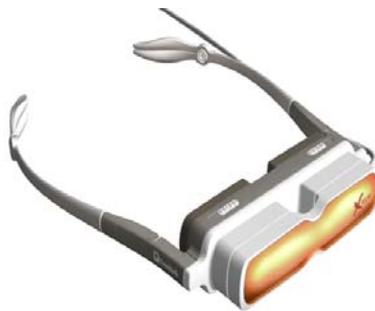


Abb. 7: X-Eye [13]



Abb. 8: Olfactoric Display [14]

Enorm wichtig für einen hohen Immersionsgrad ist natürlich auch die Wahl des richtigen Ausgabegerätes. Auf diesem Sektor haben sich für die meisten VR-Anwendungen die „Head Mounted Displays“ (HMD) durchgesetzt. Ein HMD ist üblicherweise mit einem kleinen, mehr oder weniger hochauflösenden Display für jedes Auge ausgestattet.

Aufwendigere Modelle wie der SimEye XL100A (Auflösung 1024x768) von Kaiser, der immerhin 87,500 Dollar auf den Kontoauszug bringt, verfügen außerdem über eingebaute Kopfhörer und ein Micro [12]. Inzwischen gibt es auch kleinere Varianten in Brillenform, die durch ihr geringes Gewicht die Bewegung kaum noch einschränken [13].

Neben dem auditiven, visuellen und taktilen Kanal können auch weitere Sinne des Menschen mit in die Simulation eingebunden werden. Die Forschung auf diesem Sektor steckt zwar noch in den Kinderschuhen, doch einige Forschungsgruppen wie das Hirose & Hirota Lab der University of Tokyo beschäftigen sich auch mit der olfaktorischen Simulation in VR-Umgebungen – angeblich mit großem Erfolg [14].

Der große Bruder aller VR-Ausgabegeräte ist die so genannte CAVE (ein rekursives Akronym für „CAVE Automatic Virtual Environment“), ursprünglich entwickelt am Electronic Visualization Lab (EVL) der University of Illinois in Chicago [15].

Die CAVE ist ein VR-Visualisierungssystem mit bis zu sechs festen, senkrecht zueinander stehenden Projektionsebenen. Auf diese Flächen, die Wände und Decken des Raumes, werden 3D-Bilder geworfen, so dass der Anwender tatsächlich inmitten der virtuellen Umgebung steht. Kombiniert mit VR-tauglichen Eingabegeräten wird so ein ausgesprochen hoher Immersionsgrad erreicht werden [16].

Der Aufbau einer CAVE erinnert ein wenig an das berühmte Holodeck der Science Fiction-Kultserie Star Trek, wo die Besatzungsmitglieder beliebige Szenen reproduzieren und dort mit realistisch wirkenden Hologrammen agieren können. Diese Art virtuelle Realität ist natürlich noch weit entfernt, doch zumindest im Ansatz ist auch hier wieder Science Fiction zur Realität geworden.

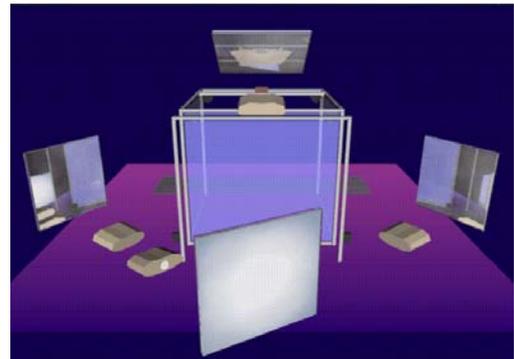


Abb. 9: Modell einer geöffneten CAVE [16]

## Klassifizierungen von VR-Anwendungen

### Nach Immersionsgrad

Wie anfangs angesprochen, ist die Immersion ein wesentliches Ziel jeder VR-Umgebung. Es liegt also nahe, Anwendungen anhand ihres Immersions-Grades zu unterscheiden [17]. Der Vollständigkeit halber soll erwähnt werden, dass man bis zu einem gewissen Immersions-Grad zum Teil noch gar nicht von VR spricht, doch sollen auch diese Anwendungen kurz genannt werden, da sie einen wesentlichen Teil zur Weiterentwicklung der VR beitragen.

#### *Pseudo VR*

Unter Pseudo-VR versteht man vorberechnete VR-Umgebungen, die also keine Echtzeit-Darstellung bieten. Daraus folgt typischerweise ein geringer Grad an Interaktion, daher spricht man von der „Passiven Ebene“.

Der Anwender kann hier sehen, hören, und eventuell auch fühlen, was um ihn herum passiert. Er bewegt sich in der künstlichen Welt, sie ist aber nicht direkt steuerbar. Der Grad an Immersion ist von den Eingabegeräten abhängig.

Pseudo VR wird oft in der Architektur eingesetzt, um die Begehung von computergenerierten Gebäuden zu ermöglichen. Dort kommt es nicht so sehr auf die Interaktion an, sondern hauptsächlich auf eine realistischere Wahrnehmung des Objekts im Gegensatz zur klassischen Darstellung auf dem Computer-Monitor.

#### *Desktop VR*

In der Desktop-VR werden meist herkömmliche Monitore oder Projektoren als Ausgabegeräte verwendet. Die 3D-Darstellung erreicht man mit Hilfe von Shutterbrillen, die zwei leicht versetzte Bilder ausgeben. Man erreicht dadurch einen mittleren Grad an Immersion und Interaktion und spricht von der „Aktiven Ebene“.

#### *Immersive VR*

Die Immersive VR ist die anspruchsvollste Art virtuelle Umgebungen darzustellen. Man verwendet sowohl intuitive Eingabegeräte als auch möglichst immersive Ausgabegeräte wie HMDs oder ein CAVE. Ziel ist die freie Bewegung des Anwenders in der virtuellen Welt, um eine hohe Immersion und Interaktion zu ermöglichen.

Die Immersive VR wird als „Interaktive Ebene“ bezeichnet.

#### *Inverse VR*

Einen interessanten Spezialfall stellt die so genannte Inverse VR dar. Diese Bezeichnung entstand durch die Vorstellung, dass hier nicht der Benutzer in die computergenerierte Welt integriert werden soll, sondern andersherum. So entsteht ein negativer Grad von Interaktion und Immersion. Inverse VR kann unter anderem dazu verwendet werden, um funktionell eingeschränkten Menschen die Zurückgewinnung verlorener Körperfunktionen zu ermöglichen. So kann zum Beispiel die Zeichensprache eines Taubstummen in gesprochene Sprache übersetzt werden, indem die Gesten mit Hilfe eines Datenhandschuhs erkannt und an einen angeschlossenen Synthesizer weitergeleitet werden, der aus den Signalen eine computergenerierte Stimme erzeugt.

Auch Eingabegeräte, die durch Biosignale wie Muskel- oder Hirnaktivitäten gesteuert werden, fallen in diesen Bereich.

### **Nach Anwendungsbereich**

Eine weitere Möglichkeit der Klassifizierung von VR-Anwendungen ist die Aufteilung nach Anwendungsbereichen. Grob zusammengefasst gibt es die folgenden wichtigen Felder:

#### *Simulation*

Militärische Kampf- und Strategiesimulationen zu Trainings- und Analysezwecken sowie ziviles und militärisches Piloten-Training

#### *Kreation*

Die Erstellung und Untersuchung von virtuellen Prototypen in Industriedesign, Fahrzeug- oder Maschinenbau und Architektur

#### *Unterhaltung*

Computer- und Videospiele

#### *Bildung*

Forschung und Lehre

#### *Kommunikation*

VR-Umgebungen als Schnittstelle für gemeinsame Kommunikation, Diskussion und Forschung am dreidimensionalen Objekt

## Anwendungsbereiche

Dieser Teil der Seminararbeit gibt einen praktisch orientierten Überblick über die wichtigsten Anwendungsbereiche, in denen VR schon heute eine wichtige Rolle spielt.

### Militär

Die US-Army hat bereits 1983 das Distributed Interactive Simulation Network (DIS) ins Leben gerufen, über das regelmäßig Kriegszustände simuliert werden können, um strategisches und Gefechtstraining durchzuführen. VR-Technologie spielt hier seit längerem eine wichtige Rolle [18]. Das STRICOM (Simulation, Training and Instrumentation Command) verfügt über ein Milliarden-Budget und hat unter anderem VR-Trainingsszenarien als Vorbereitung für den Krieg in Afghanistan finanziert [19]. Besonders gefördert wird auch das „Land Warrior Army Training“, das VR- und AR- (Augmented Reality) Technik einsetzt, um den Soldaten über HMDs Zugang zu Informationen über feindliche Truppenbewegungen oder die Beschaffung der Landschaft zu ermöglichen [20].

Außerdem werden Computerspiele und angepasste Spiele-Engines für das Training verwendet. Computerspiele sind außerdem Basis vieler Piloten-Trainingsprogramme. So üben Piloten des US-Militärs schon lange mit dem realitätsnahen Microsoft Flight Simulator. Zusätzlich werden professionelle Simulatoren eingesetzt. Auch hier kann mit Hilfe von VR-Ein- und Ausgabegeräten ein wesentlich realistischeres Training ermöglicht werden [21].

So weit entfernt die zwei Bereiche also auch erscheinen mögen: Das Militär profitiert enorm von der schnellen technischen Entwicklung im Spiele-Bereich, und andersherum.

### Medizin

Die Medizin ist heute eine der treibenden Kräfte für die Entwicklung im VR- und AR-Bereich. Bereits vor einem medizinischen Eingriff ist die VR-Technik von großem Nutzen. So kann eine komplizierte Operation mit Hilfe einer VR-Umgebung dem Patienten in einer Art und Weise vorgeführt und erklärt werden, wie es zuvor nie möglich war.

Noch eindrucksvoller sind die Vorteile in der Ausbildung und beim Training von Medizinern. Schwierige Operationen können in einem realistischen VR-Environment geübt werden statt an Leichen, Gummipuppen oder gar Versuchspersonen [22].

Ein weiteres Einsatzfeld für VR-Technik ist die minimal-invasive Chirurgie. Hier arbeitet der Arzt ohnehin nicht mehr klassisch mit dem Skalpell in der Hand, sondern steuert einen Mini-Roboter, mit dem Operationen im Körper eines Patienten ohne einen größeren Eingriff durchführbar sind. Mit HMD und speziellen Eingabegeräten ausgestattet, ist bei dieser Form von Chirurgie ein wesentlich präziseres und intuitiveres Operieren möglich als mit Hilfe herkömmlicher Ein- und vor allem Ausgabegeräte [22].

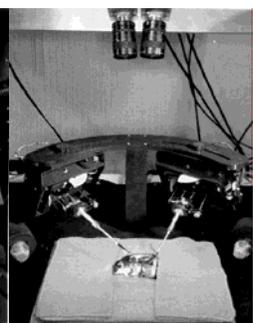
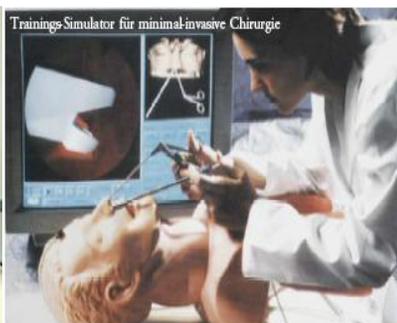


Abb. 10,11: VR-Training in der Medizin [23]

Abb. 12: Worksite [22]

Abb. 13: Scene [22]

Da nun kein direkter Kontakt mehr zwischen Arzt und Patient besteht, ist es außerdem nicht unbedingt zwingend nötig, dass sie sich am selben Ort befinden. Diese Überlegung ist die Basis der Fernchirurgie, bei der der Arzt einen Roboterarm oder Mini-Roboter über eine Datenverbindung steuert. Dieses Verfahren hat sich bis heute aus verschiedenen Gründen noch nicht durchgesetzt. Zum einen ist die Präzision des Eingriffes in der Medizin verständlicherweise von oberster Priorität. Bei einer großen Entfernung zwischen Arzt und Patient können Probleme und Abweichungen bei der Datenübertragung aber nicht hundertprozentig ausgeschlossen werden. Auch wäre diese Technik besonders interessant für Gegenden, in denen wenige spezialisierte Ärzte zur Verfügung stehen. Genau dort wird man sich eine so anspruchsvolle Technik aber kaum leisten können.

Bekommt man das Problem der Datenübertragung in den Griff, könnte ein viel versprechender Einsatzbereich aber ein militärischer Einsatz sein. Verwundete Soldaten an der Front könnten zum Beispiel von einem Chirurg behandelt werden, der sich viele Kilometer entfernt von der Front in Sicherheit aufhält.

In der Medizin bieten sich viele weitere Einsatzmöglichkeiten für virtuelle Welten. Neben der oben erwähnten Inversen VR sei hier noch ein spezielleres Programm erwähnt, das im Harborview Burn Center der University of Washington entwickelt wurde.



Abb. 14: VR Pain Control [24]

Das Burn Center hat sich auf die Behandlung von schweren Verbrennungen spezialisiert und in der VR eine Möglichkeit gefunden, die starken Schmerzen der Patienten zu lindern. Zunächst testeten sie, inwieweit Videospiele zur Ablenkung bei schmerzhaften Behandlungen eingesetzt werden können. Nach durchaus viel versprechenden Ergebnissen setzten sie ihre Forschungen und Testreihen mit speziell zur Beruhigung der Patienten entworfenen VR-Welten fort und erzielten noch bessere Ergebnisse [24].

## Fahrzeugbau

Sowohl in der Entwicklung als auch beim Design eines Fahrzeugs werden heutzutage 3D-Prototypen eingesetzt, an denen vor dem Bau Usability-Aspekte, Aussehen und Markttauglichkeit getestet werden können.

Der Einsatz von VR in dieser Entwicklungsphase bietet für die Fahrzeug-Industrie (wie für viele ähnliche Bereiche auch) enorme Vorteile. Es können nun realistisch wirkende Produktpräsentationen und Werbungen entworfen werden, die dem Geldgeber oder Kunden einen eindrucksvollen und detaillierten Eindruck vom Produkt geben.



Abb. 15,16:  
Aus den Augen des Dummys... [25]

Auch können in der VR realistische Ergonomie- und Crashtests durchgeführt werden, bei denen sich der Techniker direkt in den virtuellen Dummy versetzen kann, um das Innenleben des Fahrzeugs aus seinen Augen zu sehen [25].

## Unterhaltung

Im nach wie vor boomenden Unterhaltungsbereich spielt echte VR noch immer eine untergeordnete Rolle – immersive virtuelle Welten sind aus Kostengründen großen Spielhallen vorbehalten. In den letzten Jahren haben sich jedoch immer mehr persistente Online-Welten gebildet. Den technisch gesehen niedrigen Immersionsgrad machen sie durch komplexe soziale und wirtschaftliche Systeme wett. Seit Jahren versinken hunderttausende Spieler aus der ganzen Welt jeden Tag in den virtuellen Welten von Online-Rollenspielen wie Everquest oder Lineage II, die auch ohne HMD und Datenhandschuh eine alternative Realität bieten.



Abb. 17: Everquest



Abb. 18: VR Gyroskop [29]



Abb. 19: CAVE Quake II [27]

Um einen höheren Grad an Immersion zu erreichen, werden in VR-Spielhallen teure, speziell auf die Anwendung zugeschnittene Geräte verwendet. Doch es ist zu erwarten, dass in naher Zukunft auch Systeme für den Heimgebrauch realisiert werden. Die Basis dafür existiert schon: In einem ambitionierten Projekt hat der Programmierer Paul Rajlich vom National Center for Supercomputing Applications in Illinois [26] den 3D-Shooter „Quake II“ für die CAVE umgesetzt [27]. Nachfolger sind in Entwicklung, und inzwischen wird „CAVE Quake II“ auch für ein neues System namens Visbox umgesetzt, das erstmals VR-Technik in die Wohnzimmer bringen soll. Doch auch wenn die Website von Visbox Inc ihr Produkt als „affordable“ bewirbt, dürfte der momentane Preis von etwa 50.000 Dollar die meisten Spieler-Budgets doch geringfügig überschreiten [28].

## Architektur

Ähnlich wie beim Fahrzeugbau werden in der Architektur mit CAD-Software realistische 3D-Modelle entworfen. Auch hier hilft es den Entwicklern enorm, ihr Werk nicht nur auf dem Monitor, sondern mit Hilfe von VR sozusagen von innen zu sehen. So kann ein Gebäude sogar vor dem Bau erkundet werden. Noch wichtiger für die Architektur ist allerdings die Augmented Reality, worauf hier nicht näher eingegangen werden soll.

## Andere Bereiche

Neben den vorgestellten, großen Bereichen wird VR-Technologie in vielen weiteren Feldern eingesetzt. Ein Projekt der University of Strathclyde in Glasgow hat beispielsweise ein System

entwickelt, um Rollstühle in VR-Umgebungen einzubinden. Dazu wurde eine spezielle Plattform entwickelt, die jede Bewegung des Rollstuhls an den Rechner überträgt. So kann ein Gebäude vor dem Bau verlässlich auf Rollstuhl-Tauglichkeit getestet werden [30].

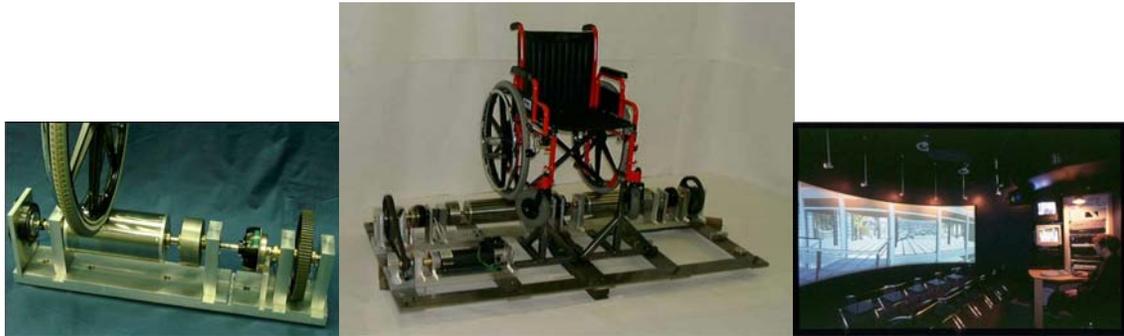


Abb. 20, 21, 22,: Wheelchair VR [30]

In der Forschung ist Virtual Reality generell sehr wichtig. Virtuelle Welten werden sehr oft zur Visualisierung und Auswertung von großen Datenmengen eingesetzt, doch es gibt auch einige für den Außenstehenden etwas abwegiger wirkende Projekte.

Der Biologe Jack Gray von der University of Saskatchewan wollte herausfinden, wie Insekten ihre Flugrouten wählen oder warum es nicht ständig ungewollte Kollisionen in der Luft gibt. Um diese Fragen zu beantworten, wählte er einen ungewöhnlichen Ansatz: Er baute einen VR-Flugsimulator für Motten. Die Tiere werden an einem Stäbchen festgehalten, bekommen aber durch eine Reihe von Tricks wie einer künstlich erzeugten Windbrise den Eindruck vermittelt zu fliegen. In diesem Zustand lässt sich ihr Flugverhalten besonders leicht erforschen [31].

## Ausblick

Man muss sich nicht weit aus dem Fenster lehnen, um der VR eine revolutionäre Zukunft vorherzusagen. Bereiche wie die Fernchirurgie und die Inverse VR zum Ersatz fehlender Körperfunktionen werden sich weiterentwickeln. Es sind bereits virtuelle Einkaufszentren in Entwicklung, und Science-Fiction-Szenarien wie ein direktes, neuronales Interface zwischen Mensch und Computer oder eine komplexe, persistente Online-Welt, wie sie in der SciFi-Literatur so oft beschrieben wird, sind nicht mehr weit entfernt.

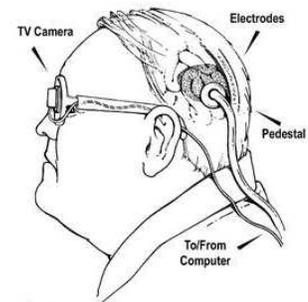


Abb. 23: Künstliches Auge [32]

Es stimmt, dass es in den letzten Jahren etwas ruhiger um die VR geworden ist. Das mag zu einem großen Teil daran liegen, dass allgemein mit einem früheren Einzug der VR in den Konsumer-Bereich gerechnet wurde. Viele sahen die VR als nächsten Evolutionsschritt von Fernsehen, Computerspielen, Werbung und Kommunikations-Systemen, doch diese Entwicklung hat nicht stattgefunden. Noch nicht. Zum jetzigen Zeitpunkt kann mit einiger Sicherheit gesagt werden, dass es sich dabei nur um eine Verzögerung handelt – vor allem bedingt durch die noch immer hohen Kosten der nötigen Ausstattung.

Wie in dieser Arbeit dargestellt wurde, gibt es schon heute zahlreiche viel versprechende Projekte, die in den unterschiedlichsten Bereichen von VR-Technologie Gebrauch machen. Und die technischen Weichen für einen Siegeszug der VR in vielen weiteren Feldern sind gestellt.

## Quellenverzeichnis

- [1] Wikipedia.org, Virtual Reality  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual\\_reality](http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality)
- [2] Merriam-Webster Online  
<http://www.webster.com>
- [3] Burdea, Coiffet. Virtual Reality Technology.  
In: Israel. Virtual Reality - Grundlagen und medizinische Anwendungen. 1997  
<http://www.tfh-berlin.de/~stevie/vr/node3.html>
- [4] Build-It Teaching Network  
<http://caad.arch.ethz.ch/buildit/>
- [5] The NASA  
<http://www.nasa.gov/home/index.html>
- [6] The NASA Ames Virtual Planetary Exploration (VPE) Testbed  
<http://www.csc.calpoly.edu/~hitchner/hitchner/VPE.html>
- [7] The Internet Movie Database  
<http://www.imdb.com/name/nm0317218/>
- [8] Videospiele-Geschichte (französisch)  
<http://black.cygnus.free.fr/nintendocie.htm>
- [9] CyberGlove, Immersion Corporation  
<http://www.immersion.com/>
- [10] MIT Massachusetts Institute of Technology, TouchLab  
<http://touchlab.mit.edu/>
- [11] Sensable Technologies, Phantom Products  
[http://www.sensable.com/products/phantom\\_ghost/phantom.asp](http://www.sensable.com/products/phantom_ghost/phantom.asp)
- [12] Kaiser Electro-Optics  
<http://www.keo.com/>
- [13] Leadtek Research Inc.  
<http://www.leadtek.com/>
- [14] Hirose&Hirota Lab. – Olfactory Displays  
<http://www.cyber.rcast.u-tokyo.ac.jp/>
- [15] The Electronic Visualization Laboratory (EVL)  
<http://www.evl.uic.edu/info/index.php3>
- [16] Collusion E-Zine, The CAVE Virtual Reality System  
<http://www.collusion.org/Article.cfm?ID=147>
- [17] Klassifizierung der VR nach Immersionsgrad. Völter. Virtual Reality in der Medizin I, 1995  
In: Israel. Virtual Reality - Grundlagen und medizinische Anwendungen. 1997  
<http://www.tfh-berlin.de/~stevie/vr/node3.html>
- [18] Distributed Interactive Simulation  
<http://www-ece.engr.ucf.edu/~jza/classes/4781/DIS/project.html>

- [19] ABCNEWS.com: The Army's \$1 Billion Video Game  
[http://www.abcnews.go.com/sections/scitech/DailyNews/pt\\_STRICOM\\_01115.html?Scitechad=true](http://www.abcnews.go.com/sections/scitech/DailyNews/pt_STRICOM_01115.html?Scitechad=true)
- [20] Land Warrior  
<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/land/land-warrior.htm>
- [21] National Defense Magazine: Computer Games Liven Up Military Recruiting, Training, 2002  
<http://www.nationaldefensemagazine.org/article.cfm?id=967>
- [22] Curcic, Gasic, Corrodi. Seminar Virtual Reality: Biomedizinische Technik  
<http://alphard.ethz.ch/hafner/PPS/PPS2001/VR/Medizin.htm>
- [23] Hogue. Collaborative Virtual Reality  
<http://www.orion.on.ca/ppt/hogue.ppt>
- [24] VR Pain Control, Human Interface Technology Lab, University of Washington  
<http://www.hitl.washington.edu/projects/burn/>
- [25] Virtual Reality – Forschung und Anwendung bei Volkswagen  
<http://rzv053.rz.tu-bs.de/cwmit/012001/Zimmermann.pdf>
- [26] The National Center for Supercomputing Applications (NCSA)  
<http://www.ncsa.uiuc.edu/>
- [27] Cave Quake II  
<http://brighton.ncsa.uiuc.edu/~prajlich/caveQuake/>
- [28] VisBox Gaming  
<http://www.visbox.com/visbox.html>
- [29] StrayLight Corp. Virtual Reality  
<http://www.strayvr.com/index.html>
- [30] Wheelchair VR (PDF)  
[http://www.fp.rdg.ac.uk/equal/Wayfinding\\_workshop/m\\_grant.pdf](http://www.fp.rdg.ac.uk/equal/Wayfinding_workshop/m_grant.pdf)
- [31] NSERC - INSEX - The Ultimate Virtual Reality Game For Bugs  
[http://www.nserc.ca/news/features/gray\\_e.htm](http://www.nserc.ca/news/features/gray_e.htm)
- [32] TP: Künstliches Auge – Heise.de  
<http://www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/co/5691/1.html>