

Hamid Reza Abbasi  
Dr. Med.

## **Virtuelle Realität in der Medizin: Stand, Trends, Entwicklung orthopädischer Modelle**

Geboren am 05.11. 1968 in Teheran/Iran  
Reifeprüfung am 21.6.1986 in Teheran/Iran  
Studiengang der Fachrichtung Medizin vom WS 1989 bis WS 1996  
Physikum am 2.9.1991 an der Universität Heidelberg  
Klinisches Studium in Heidelberg  
Praktisches Jahr in Heidelberg  
Staatsexamen am 21.10.1996 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Orthopädie  
Doktorvater: Prof. Dr. med. V. Ewerbeck

Virtual Reality (VR) ist die Gesamtheit der möglichst dem realen Leben angepaßten, von Computern künstlich erzeugten und somit steuer- bzw. manipulierbaren Sinneseindrücke (dreidimensionales Sehen, Hören, Fühlen usw.) mit gewaltigen Möglichkeiten in der Medizin. Vor allem die Chirurgie, und besonders die orthopädische Chirurgie könnten von VR wegen der engen Zusammenarbeit mit den bildgebenden Verfahren und der Relevanz von anatomischen Formen und Normen hiervon in großem Maße profitieren. Bislang wurden keine zusammenfassenden Arbeiten in diesem Bereich präsentiert. Mit neuartigen Visualisierungsmethoden sowie mit der Simulation dynamischer Vorgänge könnten hier die etablierten Methoden effizienter geplant, geübt und eingesetzt werden. Die neuartigen Einzelelemente der VR wie Robotik würden viele Methoden erst ermöglichen. Die Ziele dieser Arbeit sind die Zusammenstellung der Grundlagen von VR und von medizinisch relevanten Informationen über VR, sowie die Begründung der Notwendigkeit, sich in der Klinik mit VR zu befassen. Auch die spezielle Zusammenstellung orthopädischer Applikationen ist das Ziel der Arbeit.

Weiterhin sind Ziele dieser Arbeit die Entwicklung medizinischer VR-Modelle und Elemente zur Effektivitätserhöhung des Simulationsystems SimOsVir. Diese sollen auch als Beispiel dafür dienen, daß es mit relativ geringen Mitteln möglich ist, innovative VR-Methoden einzuführen. Erläuterungen der VR-Trends in der Medizin sollen am Ende der Arbeit dem Mediziner eine Übersicht über die Zukunftsperspektiven der VR in der Medizin an Hand von in der Entwicklungsphase befindlichen Projekten liefern.

Als Material und Methoden dienten Recherchen in verschiedenen Medien; neben der klassischen Literaturrecherche und Berichten von Kongressen kamen auch multimediale Datenbanken, das Internet usw. zur Anwendung. Verschiedene VR-Projekte, Hardware und Software-Systeme waren bei der Entwicklung der medizinischen VR-Modelle und Elemente notwendig.

Nach einer allgemeinen Einführung in die VR wurden Definitionen und die Entwicklungsgeschichte erläutert. Danach wurden die Klassifikation und die verschiedenen Ausstattungen der VR-Systeme dargestellt. Nach der Erläuterung der Grundlagen von VR wurde der Stand der VR-Forschung in der Medizin detailliert vorgestellt. Hierbei wurde in einem eigenen Kapitel die VR in der Orthopädie behandelt.

Basierend auf dem Projekt „Simulation von Osteotomien mit Virtual Reality“ an der Orthopädischen Universitätsklinik Heidelberg und dem Fraunhofer-Institut (IAO) (SimOsVir) wurde dann das „Dynamisches Hüftgelenksmodell“ entwickelt. Hier wurden auch Elemente des Projektes SimOsVir eingebaut. Vorteil dieses Modells ist die Umgehung aufwendiger Hard- und Software-Voraussetzungen und die Erzeugung des VR-Modells durch Parameterübertragung aus konventioneller Röntgendiagnostik. Das Modell kann zur präoperativen Planung sowie zur Übung von Umstellungsosteotomie am Hüftgelenk eingesetzt werden.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden auch die folgenden VR-Elemente entwickelt:

Brems-Feedback-System (BFS) ermöglicht den Einbau von haptilen Elementen in das „Dynamische Hüftgelenksmodell“. Im Gegensatz zu aufwendigen Robotersystemen beim Einbau von taktilen Elementen in der VR-Umgebung erlaubt BFS mit relativ geringem Aufwand alle Tastelemente in das dynamische Hüftgelenksmodell einzubauen.

High-Immersion 3D-HMD wirkt den typischen Nebenwirkungen der VR Systeme, die als Simulator Sickness zusammengefaßt werden, entgegen und erhöht damit die unbedenkliche Arbeitszeit mit VR-Systemen deutlich. Seine Wirkung beruht darauf, daß es die verschiedenen optischen Eindrücke (Input aus der Retina, dem Akkomodations- und dem Konvergenzsystem) miteinander in Einklang bringt.

VR-Endoskopie bezweckt die Erstellung eines dreidimensionalen VR-Modells anhand der vom Endoskop gelieferten 2D-Bilder und somit eine 3D-Kontrolle der Endoskopie in Echtzeit.

VR-Laufband zielt auf die Immersionserhöhung in der VR-Applikation. Es ermöglicht eine realitätsnahe Bewegungsfreiheit bestehend aus Laufen in beliebigen Richtungen und Neigungen sowie Treppen herauf oder herunter steigen.

Die o.g. Modelle und Elemente sollen auf das medizinische Potential bei der VR-Produktion und Entwicklung hinweisen.

Am Ende der Arbeit wurde über die Notwendigkeit von VR, seine Nutzen und Gefahren diskutiert. Trotz aller Nutzen von VR sind auch die gesellschaftlichen und ethischen Aspekte und Gefahren von VR nicht zu unterschätzen, im allgemeinen und speziell im Krankenhaus.

Als Schlußfolgerung ergibt sich, daß VR mit ihren Methoden und Komponenten in der Klinik der Zukunft (Dienstleistungsunternehmen in Konkurrenz mit anderen Kliniken) ein ernstzunehmendes Werkzeug ist, das seinen Weg in die Klinik bahnen wird. Nicht zuletzt ist VR durch seine Optimierungsmethoden in Verwaltung und Behandlung ein Mittel zur Kostenreduktion. Die Behandlungsoptimierung durch neuartige VR-Methoden dürfte auch für die Entscheidung des Patienten für dieses oder jenes Krankenhaus eine Rolle spielen und somit ein wirtschaftlicher Faktor sein.

Nach Entwicklung des „Dynamischen Hüftgelenksmodells“ ergibt sich die Schlußfolgerung, daß zur Zeit die Anpassung der Patientendaten an ein Standard-VR-Modell im Vergleich zur patientenspezifischen Segmentierung und Modellierung die effektivere Methode darstellt.

Die Entwicklung der VR-Elemente veranschaulicht, daß die Entwicklung von VR-Komponenten von klinischer Relevanz und mit immer geringeren Finanzmitteln in der Klinik zu bewältigen sind.

VR ist das einzige menschliche Produkt, das nicht nur eine kleine Rolle in der menschlichen Umwelt einnimmt, sondern das auch fähig ist, diese Umwelt durch eine „neue Welt“ zu ersetzen, eine vom Computer erzeugte, neue Welt des Scheines, wo sich „virtuelle“ Freiheiten eröffnen, die allein von der Speichergröße des Rechners bestimmt werden.