pedocs
Open Access Erziehungswissenschaften

DIPF

Jenewein, Klaus; Haase, Antje; Hundt, Danica; Liefold, Steffen

Lernen in virtueller Realität. Ein Forschungsdesign zur Evaluation von Wahrnehmung in unterschiedlichen virtuellen Systemen

Apostolopoulos, Nicolas [Hrsg.]; Hoffmann, Harriet [Hrsg.]; Mansmann, Veronika [Hrsg.]; Schwill, Andreas [Hrsg.]: E-Learning 2009. Lernen im digitalen Zeitalter. Münster ; New York ; München ; Berlin : Waxmann 2009, S. 302-312. - (Medien in der Wissenschaft; 51)

urn:nbn:de:0111-opus-32273

in Kooperation mit / in cooperation with:

WAXMANN
VERLAG GMBH
Münster · New York · München · Berlin

http://www.waxmann.com

Nutzungsbedingungen / conditions of use

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.
By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)
Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft
Informationszentrum (IZ) Bildung
Schloßstr. 29, D-60486 Frankfurt am Main
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Nicolas Apostolopoulos, Harriet Hoffmann,
Veronika Mansmann, Andreas Schwill (Hrsg.)

E-Learning 2009

Lernen im digitalen Zeitalter

Waxmann 2009
Münster / New York / München / Berlin

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Medien in der Wissenschaft; Band 51
Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V.

ISBN 978-3-8309-2199-8
ISSN 1434-3436

© Waxmann Verlag GmbH, 2009
Postfach 8603, 48046 Münster

www.waxmann.com
info@waxmann.com

Umschlaggestaltung: Pleßmann Kommunikationsdesign, Ascheberg
Titelfoto: Juanjo Tugores – Fotolia.com
Satz: Stoddart Satz- und Layoutservice, Münster
Druck: Hubert & Co., Göttingen
Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier,
säurefrei gemäß ISO 9706

Alle Rechte vorbehalten
Printed in Germany

Inhalt

Nicolas Apostolopoulos, Harriet Hoffmann, Veronika Mansmann, Andreas Schwill
E-Learning 2009 – Lernen im Digitalen Zeitalter 9

Neue Lehr-/Lernkulturen – Nachhaltige Veränderungen durch E-Learning

Ulf-Daniel Ehlers, Heimo H. Adelsberger, Sinje Teschler
Reflexion im Netz. Auf dem Weg zur Employability im Studium..... 15

Hannah Dürnberger, Thomas Sporer
Selbstorganisierte Projektgruppen von Studierenden.
Neue Wege bei der Kompetenzentwicklung an Hochschulen 30

Dominik Haubner, Peter Brüstle, Britta Schinzel, Bernd Remmele, Dominique Schirmer, Matthias Holthaus, Ulf-Dietrich Reips
E-Learning und Geschlechterdifferenzen?
Zwischen Selbsteinschätzung, Nutzungsnötigung und Diskurs..... 41

Anja Bargfrede, Günter Mey, Katja Mruck
Standortunabhängige Forschungsbegleitung. Konzept und Praxis der NetzWerkstatt..... 51

Christian Kohls
E-Learning-Patterns – Nutzen und Hürden des Entwurfsmuster-Ansatzes 61

Melanie Paschke, Matthias Rohs, Mandy Schiefner
Vom Wissen zum Wandel.
Evaluation im E-Learning zur kontinuierlichen Verbesserung des didaktischen Designs..... 73

Jutta Pauschenwein, Maria Jandl, Anastasia Sfiri
Untersuchung zur Lernkultur in Online-Kursen 85

Thomas Czerwionka, Michael Klebl, Claudia Schrader
Die Einführung virtueller Klassenzimmer in der Fernlehre.
Ein Instrumentarium zur nutzerorientierten Einführung neuer Bildungstechnologien..... 96

André Bresges, Stefan Hoffmann
Reform der Lehrerausbildung in der Physik für Grund-, Haupt- und Realschullehrer durch das Integrierte Lern-, Informations- und Arbeitskooperationssystem ILIAS an der Universität zu Köln 106

Gudrun Bachmann, Antonia Bertschinger, Jan Miluška
E-Learning ade – tut Scheiden weh? 118

Rolf Schulmeister
Studierende, Internet, E-Learning und Web 2.0 129

Andreas König
Von Generationen, Gelehrten und Gestaltern der Zukunft der Hochschulen.
Warum die „Digital Native"-Debatte fehlgeht und wie das Modell lebender Systeme das Zukunftsdenken und -handeln von Hochschulen verändern kann 141

Nina Heinze, Jan-Mathis Schnurr
Integration einer lernförderlichen Infrastruktur zur Schaffung neuer Lernkulturen im Hochschulstudium 152

Andrea Payrhuber, Alexander Schmölz
Massenlehrveranstaltungen mit Blended-Learning-Szenarien in der Studieneingangsphase als Herausforderung für Lehrende und Studierende 162

Jürgen Helmerich, Alexander Hörnlein, Marianus Ifland
CaseTrain – Konzeption und Einsatz eines universitätsweiten fallbasierten Trainingssystems 173

Birgit Gaiser, Anne Thillosen
Hochschullehre 2.0 zwischen Wunsch und Wirklichkeit 185

Brigitte Grote, Stefan Cordes
Web 2.0 als Inhalt und Methode in Fortbildungsangeboten zur E-Kompetenzentwicklung 197

Wolfgang Neuhaus, Volkhard Nordmeier, Jürgen Kirstein
Learners' Garden – Aufbau eines Community getriebenen Werkzeug- und Methodenpools für Lehrende und Studierende zur Unterstützung produktorientierter Formen des Lehrens und Lernens 209

Neue Entwicklungen im E-Learning

Tobias Falke
Audiovisuelle Medien in E-Learning-Szenarien.
Formen der Implementierung audiovisueller Medien in E-Learning Szenarien in der Hochschule – Forschungsstand und Ausblick 223

Sandra Hofhues, Tamara Bianco
Podcasts als Motor partizipativer Hochschulentwicklung: der Augsburger „KaffeePod" 235

Holger Hochmuth, Zoya Kartsovnik, Michael Vaas, Nicolae Nistor
Podcasting im Musikunterricht. Eine Anwendung
der Theorie forschenden Lernens 246

Gabi Reinmann
iTunes statt Hörsaal?
Gedanken zur mündlichen Weitergabe von wissenschaftlichem Wissen..... 256

Thomas Richter, David Böhringer, Sabina Jeschke
Library of Labs (LiLa): Ein Europäisches Projekt zur Vernetzung von
Experimenten 268

Isa Jahnke, Claudius Terkowsky, Christian Burkhardt,
Uwe Dirksen, Matthias Heiner, Johannes Wildt, A. Erman Tekkaya
Experimentierendes Lernen entwerfen – E-Learning mit
Design-based Research 279

Mario Mijic, Martina Reitmaier, Heribert Popp
Kooperatives Lernen in 3-D-Welten in Kopplung mit LMS 291

Klaus Jenewein, Antje Haase, Danica Hundt, Steffen Liefold
Lernen in virtueller Realität. Ein Forschungsdesign zur
Evaluation von Wahrnehmung in unterschiedlichen
virtuellen Systemen..... 302

Johannes Bernhardt, Florian Hye, Sigrid Thallinger, Pamela Bauer,
Gabriele Ginter, Josef Smolle
Simulation des direkten KOH-Pilzbefundes. E-Learning einer
praktischen dermatologischen Fertigkeit im Studium der
Humanmedizin 313

Institutionalisierung von E-Learning

Claudia Bremer
E-Learning durch Förderung promoten und studentische
Projekte als Innovationspotenzial für die Hochschule 325

Torsten Meyer, Christina Schwalbe
Neue Medien in der Bildung – technische oder kulturelle
Herausforderung?
(Zwischen-)Bericht aus der Projektpraxis ePUSH 336

Michael Kerres, Melanie Lahne
Chancen von E-Learning als Beitrag zur Umsetzung einer
Lifelong-Learning-Perspektive an Hochschulen 347

Annabell Lorenz
Elchtest in Austria – Umstände eines LMS-Wechsels und seine Folgen – ein Prüfbericht 358

Michaela Ramm, Svenja Wichelhaus
Projekt „Teamtermin“: Maßnahmen gegen Abbrecherquoten und Stresssymptome 368

Tobias Jenert, Christoph Meier, Franziska Zellweger Moser
Prüfungskultur gestalten?! Prozess- und Qualitätsunterstützung schriftlicher Prüfungen an Hochschulen durch eine Web-Applikation 379

Christoph Rensing, Claudia Bremer
Kompetenznetz E-Learning Hessen 390

Helge Fischer, Thomas Köhler, Jens Schwendel
Effizienz durch Synergien im E-Learning. Zentrale Strukturen und einrichtungsübergreifende Kooperationen an den sächsischen Hochschulen 400

Barbara Getto, Holger Hansen, Tobias Hölterhof, Martina Kunzendorf, Leif Pullich, Michael Kerres
RuhrCampusOnline: Hochschulübergreifendes E-Learning in der Universitätsallianz Metropole Ruhr 410

Mitglieder des Steering Committees 421

Gutachter und Gutachterinnen 421

Organisationsteam 422

Autorinnen und Autoren 423

Klaus Jenewein, Antje Haase, Danica Hundt, Steffen Liefold

Lernen in virtueller Realität

Ein Forschungsdesign zur Evaluation von Wahrnehmung in unterschiedlichen virtuellen Systemen

Zusammenfassung

Die Vorteile virtueller Realität für Arbeits- und Lernprozesse nutzbar zu machen, ist die übergeordnete Zielsetzung der interdisziplinären Zusammenarbeit im Forschungsprojekt ViERforES[1]. Das Teilprojekt *„Wahrnehmung“* setzt sich in diesem Zusammenhang systematisch mit beruflichem Lernen in virtuellen Handlungsräumen auseinander. Im Vordergrund steht die vergleichende Evaluation unterschiedlicher Projektionssysteme und Eingabegeräte. Dafür wurde ein grundlegendes Forschungsdesign entworfen, dessen exemplarische Umsetzung anhand eines extra zu diesem Zwecke entwickelten VR[2]-Basisszenarios erfolgte. So sollen eventuelle Schwächen im Erhebungsverfahren identifiziert und behoben werden, bevor der Forschungsansatz anschließend auf bereits etablierte virtuelle Trainingsszenarien übertragen wird.

1 Lernen in virtueller Realität

Der Stellenwert von Fachkompetenz, Aus- und Weiterbildung wächst stetig. Gleiches gilt für die Relevanz der Lernenden-Organisation als Organisation des Wandels. Neben der Bedeutung beruflichen Lernens hat sich auch der Lernprozess an sich verändert. Neue Medien im Sinne technischer Systeme (bspw. Laserprojektionen oder Darstellungen via HMD[3], Cave und stereoskopische 3D-Arbeitsplätze) erlauben den unmittelbaren und spontanen Zugriff auf ein Höchstmaß an Informationen. Jedoch erst die Optimierung der Mensch-System-Schnittstelle hinsichtlich Wahrnehmung, Orientierung und Interaktion führt zu einer Leistungssteigerung, da kognitive Ressourcen dann anstatt für die Bedienung des Systems tatsächlich für den Lernprozess selbst zur Verfügung stehen.

1 BMBF gefördertes Forschungsprojekt.
2 VR: Abkürzung für virtuelle Realität.
3 Head-Mounted Display.

1.1 Virtuelle Realität

Virtuelle Realität kann als „Sammelbegriff für neuartige Techniken [verstanden werden], die eine realitätsnahe Wahrnehmung von und in Interaktion mit rechnergestützten Simulationen in Echtzeit gestatten“ (Gude, 2007, S. 287).

In diesem Sinne scheinen virtuelle Umgebungen für den Transfer von Wissen ideal geeignet zu sein. Ihr wesentlicher Vorteil besteht in der Fähigkeit zur *Verräumlichung*. Dadurch wird dem Lernenden der Eindruck vermittelt, sich innerhalb einer künstlichen Welt zu befinden, und somit sein Präsenzerleben gesteigert. Zudem lassen sich mit kaum einem anderen Medium so viele verschiedene Sinneskanäle auf einmal ansprechen, wie mit VR-basierten Systemen (Schwan & Buder, 2006). Gerade diese Verteilung der Informationen über diverse multimodale Wahrnehmungswege erhöht jedoch die Wahrnehmungsleistung des Nutzers (Pfeffer, 2007). Ein weiterer, wesentlicher Vorteil virtueller Lernumgebungen ist ihre vielseitige Einsetzbarkeit. Besonders dann, wenn ein Training unter realen Bedingungen unverzichtbar, aber mit hohen Kosten oder Gefahren verbunden ist, bietet sich VR-basiertes Lernen an. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, virtuelle Welten dem jeweiligen Kompetenzniveau des Lernenden anzupassen oder sie bedarfsgerecht zu individualisieren und weitestgehend zeit- und ortsunabhängig zu nutzen. Sie erlauben zudem exploratives Vorgehen in Form von Versuch-Irrtum-Lernen (Thorndike, 1914) und fördern auf diesem Wege den Wissenstransfer und die Behaltensleistung.

1.2 Lernen in virtueller Realität

In Zusammenhang mit virtuellen Lernumgebungen erfolgt relativ häufig der Verweis auf konstruktivistische Instruktionstheorien (Kontogiannis, 1999; Schaper, 2000). Demnach gelten Lernende als aktive Informationsverarbeiter (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998) und der Wissens- bzw. Fähigkeitserwerb als Resultat einer gezielten Auseinandersetzung mit den Lerninhalten. Mittels VR-Technik lassen sich Lernwelten schaffen, die mit herkömmlichen Strategien nicht umzusetzen wären und sich folglich gerade deshalb von anderen pädagogischen Vorgehensweisen abheben (Kozma, 1991). Kennzeichnend für virtuelle Lernumgebungen sind:

- Eine anschauliche Darstellung komplexer Themen und Anwendungsbezug (Schwan & Buder, 2001)
- Die Möglichkeit direkter Erfahrungen in der ersten Person (Bricken, 1990)
- Selbststeuerung des Lernens als Garant für Lernerfolg (Schiefele & Pekrun, 1996)

Sie bergen jedoch auch das Risiko, sich in der Vielfalt von Möglichkeiten zu verlieren (Heiß, Eckhardt & Schnotz, 2003; Schwan & Buder, 2006). Besonders bei geringen Vorkenntnissen droht eine „kognitive Überlastung“ des Lernenden, da der Lernprozess selbst bereits die Kapazitäten beansprucht, die für die Orientierung und gelungene Anwendung von Lernhilfen benötigt werden.

2 Einflussfaktoren der Wahrnehmung in VR

Gemäß der Zielsetzung, die Mensch-System-Schnittstelle VR-basierter Systeme hinsichtlich Wahrnehmung, Orientierung und Interaktion zu optimieren und dadurch eine Leistungssteigerung im Sinne von Lernzuwachs zu erreichen, ist es unabdingbar, die psychologischen Konstrukte zu erfassen, die ihrerseits als Korrelate der Wahrnehmung gelten und das Lernen in virtuellen Umgebungen beeinflussen.

2.1 „Sense of Presence“ – Präsenzbereitschaft & Präsenzerleben

Als „Sense of Presence“ bzw. Präsenzerleben definieren Witmer und Singer (1998, S. 225, frei übersetzt) „… die subjektive Erfahrung an einem Ort oder in einer Umgebung zu sein, sogar wenn man sich körperlich anderswo befindet. […] Bezogen auf virtuelle Umwelten bedeutet Präsenz, dass die computersimulierte Umgebung eher wahrgenommen wird als die physikalische Örtlichkeit.“ Der Grad der Präsenz beschreibt demnach, in welchem Ausmaß sich Anwender auf die virtuelle Welt einlassen und in diese involviert sind (Witmer & Singer, 1998). Lombard und Ditton (1997) bezeichnen Präsenz als „perzeptuelle Illusion der Unmittelbarkeit“, die sich darin äußert, dass das Medium für den Benutzer subjektiv verschwindet, so dass die Interaktion als unmittelbar wahrgenommen wird.

Neben der Fähigkeit virtueller Umgebungen, durch Immersion Präsenzerleben zu ermöglichen, bedarf es zudem der Bereitschaft des Nutzers, sich in die virtuelle Welt hineinzubegeben, damit tatsächlich Präsenzempfinden auftritt. Heeter (1992) spricht in diesem Kontext von der Bereitschaft des Nutzers, das Wissen um die Künstlichkeit der Umgebung aufzugeben („willing suspension of disbelief“). Dabei gilt, je geübter eine Person im Umgang mit virtuellen Umgebungen ist, desto leichter erlebt sie Präsenz, denn umso eher ist sie bereit, die virtuelle Welt für sich anzunehmen (Heers, 2005).

Viele derjenigen Faktoren, die das Präsenzerleben zu beeinflussen scheinen, gelten gleichfalls als essentiell für den Lernprozess (Witmer & Singer, 1998). Z.B. konnten Bailey und Witmer (1994) in diesem Zusammenhang zeigen, dass zwischen dem erfassten Präsenzerleben und der Aufgabenleistung in virtueller

Realität für einfache psychomotorische Aufgaben und räumliches Wissen eine signifikante positive Korrelation besteht. Die Messung von Präsenzbereitschaft und Präsenzerleben erfolgt üblicherweise über Fragebogenverfahren. Hierbei bieten sich bspw. das *Immersive Tendency Questionnaire* ITQ für die Präsenzbereitschaft sowie das *Presence Questionnaire* PQ für das Präsenzempfinden an (Witmer & Singer, 1998).

2.2 Gebrauchstauglichkeit (Usability)

Die Nutzbarkeit bzw. Gebrauchstauglichkeit eines virtuellen Systems ist in der Literatur als *Usability* bekannt. „Mit Usability wird […] ein Konstrukt bezeichnet, das beschreibt, wie adäquat ein Produkt in der Handhabung zu den Bedürfnissen, Fähig- und Fertigkeiten sowie Wünschen seiner Nutzer passt.“ (Niegemann, 2008, S. 421). In Hinblick auf virtuelle Lernumgebungen gilt zu bedenken: „Nur wenn alle Elemente eines Programms so gestaltet wurden, dass sie den Lernprozess unterstützen, werden längere Suchzeiten nach relevanten Informationen und Frustrationserlebnisse bei den Lernenden vermieden“ (Niegemann, 2008, S. 420).

Für die Erfassung von Usability bzw. Gebrauchstauglichkeit stehen sowohl im deutschsprachigen Raum als auch international zahlreiche bewährte Verfahren zur Verfügung (ISONORM von Prümper & Anft, 1993; Questionnaire for User Interface Satisfaction QUIS von Shneiderman, 1988; IsoMetrics von Gediga & Hamborg, 2002; Software Usability Measurement Inventory SUMI von Porteus, Kirakowski & Corbett, 1993). Trotz dieser Fülle findet sich kein Instrument, das für den Einsatz in verschiedenen virtuellen Darstellungsformen geeignet ist. Deshalb wurde ein Inventar entwickelt, welches sich systemübergreifend anwenden lässt. Items, die optimale Passung hinsichtlich der gegebenen Fragestellung gewährleisteten, wurden dafür bewährten Inventaren entnommen, den Erfordernissen entsprechend umformuliert und zu einem eigenen Fragebogen zusammengestellt. Im konkreten Fall stammen die Fragestellungen überwiegend aus dem SUMI sowie dem QUIS. Ergänzt um ein weiteres, neu generiertes Item entstand so ein vielfältig einsetzbarer Fragebogen.

2.3 Simulator Sickness

Ein nicht seltenes und durchaus ernstzunehmendes Problem in virtuellen Umgebungen stellt das Phänomen *Cybersickness* bzw. *Simulator Sickness* dar. „Simulator Sickness ist ein Begriff zur Beschreibung einer Vielzahl von Symptomen, die mit visuellen und vestibulären Störungen assoziiert sind, die einer Motion Sickness ähneln“ (Biocca, 1992). Bei den betroffenen Personen

führt Simulator Sickness einerseits zu körperlichen Symptomen, die sich drei verschiedenen Kategorien zuordnen lassen: (1) Übelkeit, (2) okulomotorische Beschwerden und (3) Desorientierung. Andererseits beeinträchtigt Simulator Sickness während des Trainings oftmals den Lernerfolg (Kolasinski, 1995). Abgesehen davon besteht zwischen Simulator Sickness und dem Präsenzerleben ein nachgewiesener negativer Zusammenhang (Kennedy, Lane, Berbaum & Lilienthal, 1993). Die Erfassung der charakteristischen physiologischen Symptome erfolgt üblicherweise durch den Einsatz des *Simulator Sickness Questionnaire* SSQ (Kennedy, Lane, Berbaum & Lilienthal, 1993).

2.4 Weitere Einflussgrößen

Neben den zuvor genannten Aspekten kommt zwei grundlegenden Bedingungen wesentliche Bedeutung für die Wahrnehmung in virtueller Realität zu. Dazu gehören (1) die Art der virtuellen Darstellung in Abhängigkeit vom genutzten Projektionssystem sowie (2) die Möglichkeiten und Grenzen der Interaktion entsprechend den vorhandenen Eingabegeräten. Hierbei gilt: Je immersiver die virtuell erzeugte Umgebung ist und je intuitiver die Interaktion erfolgt, desto stärker fällt das Präsenzerleben aus. Auch demographische Faktoren wie Alter, Geschlecht oder Beruf stehen in Zusammenhang mit dem subjektiven Erleben in virtuellen Umwelten. So kann bspw. davon ausgegangen werden, dass jüngere Personen dem Umgang mit neuartigen Technologien aufgeschlossener gegenüberstehen.

Ferner gilt zu bedenken, dass speziell bei der Applikation virtueller Trainingseinheiten individuelle Voraussetzungen und Merkmale eine wichtige Rolle spielen. Themenbezogene Vorkenntnisse auf Seiten des Lernenden fördern erfolgreiches Lernen und beeinflussen die Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf lernrelevante Stimuli. Ähnliches gilt für ein hohes Maß an Transfermotivation und lernbezogener Selbstwirksamkeitserwartung. Während sich Vorkenntnisse durch einschlägige Tests im Vorfeld der Anwendung eines VR-basierten Lernprogramms ermitteln lassen, erlauben kurz gehaltene Skalen die Erfassung von Transfermotivation (vgl. Leitl & Zempel-Dohmen, 2006) und lernbezogener SWE[4] (*Motivated Strategies for Learning Questionnaire* MSLQ, Pintrich, Smith, Garcia & McKeachie, 1991).

3 Hypothesen, VR-Basisszenario und Forschungsdesign

Die Evaluierung anhand des exemplarischen Forschungsdesigns soll Aufschluss darüber geben, wie Versuchspersonen virtuelle Darstellungen durch unterschied-

4 Selbstwirksamkeitserwartung fortan abgekürzt als SWE

liche Projektionssysteme wahrnehmen und unter Nutzung verschiedener Interaktionsmöglichkeiten durch die virtuelle Welt navigieren. Im Anschluss daran lassen sich Implikationen für die optimale Gestaltung der Mensch-System-Schnittstelle ableiten. Basis der Erhebung bildet das virtuelle Lernen. Es wird grundlegend davon ausgegangen, dass ein Training innerhalb virtueller Realität zu Leistungssteigerung bei der Bewältigung entsprechend vorgegebener Aufgaben führt.

3.1 Hypothesen

Die Entwicklung des konkreten Forschungsdesigns erfolgte auf Grundlage im Vorfeld formulierter Hypothesen, wobei an dieser Stelle stichpunktartig ausschließlich diejenigen genannt werden sollen, die für das Untersuchungsvorgehen die stärkste Relevanz besitzen.

H1: Die Testleistungen unterscheiden sich für die Probanden in Abhängigkeit von den verschiedenen (a) Projektionssystemen und (b) Eingabegeräten voneinander.

H2: Präsenzerleben (a) wirkt sich tendenziell günstig auf das Lernen und die Leistung in virtuellen Umgebungen aus, (b) kann jedoch das Auftreten von Simulator Sickness fördern.

H3: Mit zunehmender Gebrauchstauglichkeit (a) verbessern sich die Testleistungen der Probanden und (b) steigt die Akzeptanz virtueller Lernsysteme.

H4: Das Auftreten von Simulator Sickness reduziert (a) den Lernerfolg bzw. die Leistung und (b) die Akzeptanz virtuell basierter Lernumfelder.

H5: Individuelle Merkmale der Probanden stehen in Zusammenhang mit der Testleistung (z.B. Vorwissen, Techniknutzung, Transfermotivation, Lernbezogene SWE …).

3.2 VR-Basisszenario

Das Basisszenario wurde entwickelt, um die Umsetzbarkeit des Forschungsdesigns zu überprüfen. Es handelt sich demnach um die Umsetzung eines vereinfachten VR-Szenarios mit eingebetteter Validierungsaufgabe als Grundlage für die spätere Evaluation virtueller Industrieszenarien. Da eine studentische Stichprobe gewählt wurde, sollte die Bearbeitung der abgebildeten Aufgaben keine spezifischen Qualifikationen erfordern oder allgemein bekanntes Wissen und Können abfragen. Zudem galt es Auswirkungen der Größenskalierung virtuell dargestellter Objekte auf die Probandenleistung zu vermeiden. Schließlich fiel die Entscheidung auf ein Szenario, in dessen Mittelpunkt sogenannte Somawürfel stehen. Bei Somawürfeln handelt es sich um sieben verschiedenfar-

bige Elemente, die sich aus insgesamt 27 Würfeln zusammensetzen (1x3 + 6x4 = 27 Würfel) und im Rahmen eines Geduldspiels auf vielfältige Weise zu einem 3x3x3-Kubus oder anderen Figuren verbaut werden können (Abbildung 1). Somawürfel fordern und fördern vor allem die Fähigkeit zur mentalen Rotation.

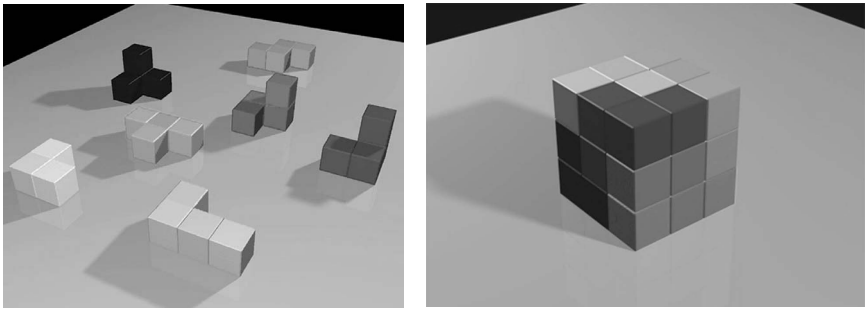

Abb. 1: (a) Virtuelle Darstellung der Somawürfelelemente, (b) Virtueller Kubus

3.3 Forschungsdesign

Der Untersuchungsablauf weist eine Strukturierung in drei Etappen auf (Abbildung 2). Im Rahmen der ersten Stufe der Datenerhebung wird der Proband gebeten, Angaben zu demographischen Aspekten zu machen, zur individuellen Techniknutzung und zu seinen bisherigen Erfahrungen hinsichtlich der Konstruktion mit Somawürfeln. Da die anschließenden virtuellen Aufgaben die Fähigkeit zur mentalen Rotation beanspruchen, wird diese ebenfalls im Vorfeld mittels *Mental Rotation Test* MRT (Peters, Laeng, Latham, Jackson, Zaiyouna & Richardson, 1995) erfasst. Erhoben wird auch die individuelle Präsenzbereitschaft, wobei das ITQ zur Anwendung kommt (Witmer & Singer, 1998).

Im nächsten Schritt erfolgt die Konfrontation mit dem VR-Basisszenario. Ein entsprechendes Einführungsprogramm vermittelt dem Untersuchungsteilnehmer einen ersten Eindruck der virtuellen Umgebung und gibt ihm Gelegenheit, Möglichkeiten und Grenzen der Interaktion zu erkunden. Nachdem sichergestellt ist, dass der Proband verstanden hat, wie er selbst durch das virtuelle Geschehen navigieren und gleichfalls darin agieren kann, ist er aufgefordert, virtuell aus den Somawürfeln einen Kubus (3x3x3) zu bauen. Dabei ist kein bestimmter Lösungsweg vorgegeben, sondern – vergleichbar mit der Realität – eine Vielzahl von Lösungen möglich.

Nach der Aufgabenbearbeitung im virtuellen Raum werden anhand bewährter Fragebögen Angaben zu Symptomen einer Simulator Sickness (SSQ, Kennedy, Lane, Berbaum & Lilienthal, 1993) sowie zum Präsenzerleben (PQ, Witmer & Singer, 1998) erfragt. Des Weiteren erfassen neu generierte Skalen

die Gebrauchstauglichkeit des virtuellen Systems und dessen Akzeptanz auf Seiten der Probanden. (Alle Fragebogen- und Testverfahren werden dem Untersuchungsteilnehmer in elektronischer Form über ein Notebook dargeboten.)

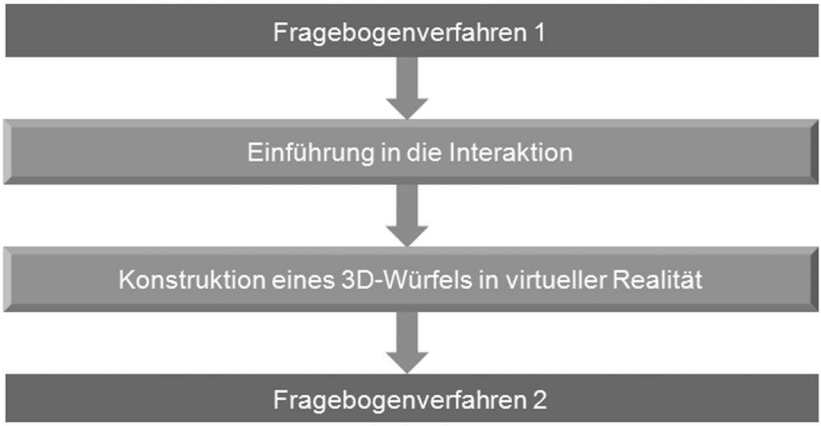

Abb. 2: Stufen des Untersuchungsablaufs

Die Untersuchung ist ihrerseits so angelegt, dass sie sowohl Between-Subject- als auch Within-Subject-Vergleiche möglich macht (Abbildung 3). Unter der Prämisse, maximale Vergleichbarkeit zu gewährleisten, gleichwohl aber die Zahl benötigter Probanden als auch den für die Umsetzung erforderlichen Personal- und Zeitaufwand möglichst gering zu halten, wurde folglich das Forschungsdesign so konzipiert, dass Probanden jedes der insgesamt drei relevanten Systeme im Rotationsverfahren durchlaufen. Dafür werden die Versuchspersonen (VP) randomisiert drei Gruppen zugeordnet. Eine Hälfte der Probanden innerhalb einer Gruppe nutzt kontinuierlich Eingabegerät 1, die andere Hälfte Eingabegerät 2. Die geplante Evaluation kann somit nach ganz verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen: (1) Gegenüberstellung der Testleistung in Abhängigkeit von der Gruppenzugehörigkeit, (2) Vergleich der Projektionssysteme, (3) Vergleich der Interaktionsmöglichkeiten sowie (4) Gegenüberstellung der verschiedenen Kombinationen aus Visualisierung und Eingabegerät. Dadurch lassen sich Aussagen darüber treffen, welches Projektionsverfahren bzw. welches Eingabegerät in Zusammenhang mit den besten Testleistungen steht und was die ideale Kombination aus Visualisierung und Eingabegerät für das Lernen in VR ist.

	1. Durchgang	2. Durchgang	3. Durchgang
Projektionssystem A	Gruppe I 6VP Eingabegerät I 6VP Eingabegerät II	Gruppe II 6VP Eingabegerät I 6VP Eingabegerät II	Gruppe III 6VP Eingabegerät I 6VP Eingabegerät II
Projektionssystem B	Gruppe III 6VP Eingabegerät I 6VP Eingabegerät II	Gruppe I 6VP Eingabegerät I 6VP Eingabegerät II	Gruppe II 6VP Eingabegerät I 6VP Eingabegerät II
Projektionssystem C	Gruppe II 6VP Eingabegerät I 6VP Eingabegerät II	Gruppe III 6VP Eingabegerät I 6VP Eingabegerät II	Gruppe I 6VP Eingabegerät I 6VP Eingabegerät II

Abb. 3: Forschungsdesign

Alles in allem lassen sich mit diesem Forschungsdesign eine Vielzahl von Fragestellungen untersuchen, die sich in Zusammenhang mit der Wahrnehmung und Orientierung in virtuellen Umgebungen ergeben. So können Schwachstellen der verschiedenen Projektionsformen und Eingabegeräte aufgezeigt werden. Schließlich leistet die geplante Untersuchung einen wichtigen Beitrag für die Etablierung modernster Technik in der Wissensvermittlung. Das Forschungsprojekt ViERforES hat eine Laufzeit vom 1. Juli 2008 bis 31. Dezember 2010. Inzwischen wurde das virtuelle Basisszenario erstellt, die Validierungsaufgabe implementiert und mit ersten Prätests begonnen. Erste aussagekräftige Untersuchungsergebnisse werden im Oktober dieses Jahres erwartet.

Literatur

Bailey, J.H. & Witmer, B.G. (1994). Learning and transfer of spatial knowledge in a virtual environment. *Proceedings of the Human Factors & Ergonomics Society 38th Annual Meeting,*1158–1162.

Biocca, F. (1992). Will simulation sickness slow down the diffusion of virtual environments technology? *Presence*, *3*(1)*,* 334-343. Verfügbar unter: http://www.hitl.washington.edu/publications/r-98-11/node134.html [04.12.2008].

Bricken, M. (1990). *A Description of the Human Interface Technology Laboratoryís Virtual Worlds.* Seattle: University of Washington, Human Interface Technology Laboratory (Technischer Bericht).

Gediga, G. & Hamborg, K-C. (2002). Evaluation in der Software-Ergonomie: Methoden und Modelle im Software-Entwicklungsprozess. *Zeitschrift für Psychologie, 210*(1), 40–57.

Gude, D. (2007). Kompetenzentwicklung im Bereich der ergonomischen Systemanalyse mit labor- und webgestützten Techniken der virtuellen Realität. In: GfA (Hrsg.), *Kompetenzentwicklung in realen und virtuellen Arbeitssystemen* (S. 287–290). Dortmund: GfA-Press.

Heers, R. (2005). *„Being There", Untersuchungen zum Wissenserwerb in virtuellen Umgebungen.* Tübingen: Eberhard-Karls-Universität (Dissertationsschrift).

Heeter, C. (1992). Being there: The subjective experience of presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments 1*, 262–271.

Heiß, A., Eckhardt, A. & Schnotz, W. (2003). Selbst- und Fremdsteuerung beim Lernen mit Hypermedien. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 17*(3/4), 211–220.

Kennedy, R.S., Lane, N.E., Berbaum, K.S. & Lilienthal, M.G. (1993). A simulator sickness questionnaire (SSQ): A new method for quantifying simulator sickness. *International Journal of Aviation Psychology, 3*(3) 203–220.

Kolasinski, E.M. (1995). *Simulator Sickness in Virtual Environments.* Technical Report No.1027. Alexandria, VA: U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences. Verfügbar unter: http://stinet.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA295861&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf [03.12.2008].

Kontogiannis, T. (1999). *A training methodology for mastering maintenance tasks in virtual reality learning environments.* Kreta: Technische Universität, Institut für Produktionsentwicklung und Management, Ergonomielabor (Manuskript).

Kozma, R.B. (1991). Learning with media. *Review of Educational Research*, *61*(2), 179–211.

Leitl, J. & Zempel-Dohmen, J. (2006). Die Bedeutung des Arbeitsumfeldes für die Veränderung der Transfermotivation. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 50*(2), 92–102.

Lombard, M. & Ditton, T. (1997). At the Heart of It All: The Concept of Presence. *Journal of Computer-Mediated Communication, 3*(2). Verfügbar unter: http://jcmc.indiana.edu/ vol3/issue2/lombard.html [25.11.2008].

Niegemann, H.M. (2008). Usability. In: H.M. Niegemann, S. Domagk, S. Hessel, A. Hein, M. Hupfer, & A. Zobel (2008). *Kompendium multimediales Lernen* (S. 419–453). Heidelberg: Springer. Verfügbar unter: http://www.springerlink.com/content/k367620g4685226l/fulltext.pdf [21.10.2008]

Peters, M., Laeng, B., Lathan, K., Jackson, M., Zaiyouna, R. & Richardson, C. (1995). A redrawn Vandenberg and Kuse Mental Rotations Test: Different versions and factors that affect performance. *Brain and Cognition, 28*, 39–58.

Pfeffer, S. (2007). *Wahrnehmungspsychologische Untersuchung zum Thema visueller, haptischer und akustischer Kanal*. Stuttgart: Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (Studienarbeit).

Pintrich, P.R., Smith, D.A.F., Garcia, T. & McKeachie, W.J. (1991). *A Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. Ann Arbor, MI: National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.

Porteous, M., Kirakowski, J. & Corbett, M. (1993). *SUMI User Handbook*. University College Cork, Ireland: Human Factors Research Group.

Prümper, J. & Anft, M. (1993). Die Evaluation von Software auf Grundlage des Entwurfs zur internationalen Ergnomie-Norm 9241 Teil 10 als Beitrag zur partizipativen Systemgestaltung ein Fallbeispiel. In: K.-H. Rödiger (Hrsg.), *Software*

Ergonomie '93: Von der Benutzeroberfläche zur Arbeitsgestaltung (S. 145−156). Stuttgart: Teubner.

Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1998). *Multiple Wege zur Förderung von Wissensmanagement in Unternehmen.* Forschungsbericht des Lehrstuhls für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie Nr. 99, Ludwig-Maximilians-Universität München.

Schaper, N. (2000). *Gestaltung und Evaluation arbeitsbezogener Lernumgebungen*. Heidelberg: Ruprecht-Karls Universität, Fakultät für Sozial- und Verhaltenswissenschaften (Habilitationsschrift). Verfügbar unter: http://www.uni-paderborn.de/fileadmin/psychologie/download/publikationen/Schaper_-_Gestaltung_und_Evaluation_arbeitsbezogener_Lernumgebungen_Habilitationsschrift_.pdf [23.10.2008].

Schiefele, U. & Pekrun, R. (1996). Psychologische Modelle des fremdgesteuerten und selbstgesteuerten Lernens. In F.E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Lernens und der Instruktion* (Bd. 2, S. 249–278). Göttingen: Hogrefe.

Schwan, S. & Buder, J. (2001). Didaktische Konzeption. Verfügbar unter: http://milca.sfs.uni-tuebingen.de/proj_intern/Eval/eval_descr.htm [21.10.2008].

Schwan, S. & Buder, J. (2006). *Virtuelle Realität und E-Leaning.* Verfügbar unter: http://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/vr/vr.pdf [14.10.2008].

Shneiderman, B. (1998). *Designing the User Interface*. Logman: Addison-Wesley.

Thorndike, E.L. (1914). *The psychology of learning.* New York: Teachers College.

Witmer, B.G. & Singer, M.J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 7*(3), 225–240.