

Simulationen und simulierte Welten

Lernen in immersiven Lernumgebungen

Wir lernen am besten in unserer natürlichen Umgebung, denn dort können wir miteinander interagieren, unseren Handlungen folgen klare Konsequenzen und wir finden uns darin wieder. Doch wie lernt man, mit Dingen umzugehen, die unsichtbar sind? Wie werden Szenarien trainiert, in denen Fehlverhalten mit gesundheitlichen Schäden oder schlimmstenfalls dem eigenen Tod beziehungsweise dem Tod anderer Menschen einhergeht? Wie wird das richtige Verhalten für Situationen gelernt, die fast nie auftreten und dennoch möglich sind? Als Antwort auf diese und viele weitere Fragen wird in diesem Kapitel das Lernen mit Simulationen und simulierten Welten vorgestellt. Diese Methode gewann in den letzten Jahren nicht nur aufgrund ihrer Wirtschaftlichkeit an Bedeutung. Sie ermöglicht darüber hinaus auch das Training aller oben beschriebenen Szenarien. Die zahlreichen Einsatzmöglichkeiten virtueller Lernumgebungen zeichnen sich immer deutlicher ab, denn Simulationen und simulierte Welten sind flexibel anwendbar. Dieses Kapitel vermittelt grundlegende Kenntnisse zum Lernen mit Simulationen und simulierten Welten. Dazu werden zunächst die Begriffe „Serious Gaming“ sowie „immersive Lernumgebungen“ eingeführt. Anschließend stehen sowohl pädagogische und psychologische als auch technische Prinzipien des Lernens mit Simulationen thematisch im Mittelpunkt. Am Ende des Kapitels soll verständlich sein, was getan wird, damit virtuelle Welten der Realität so nah wie möglich kommen, und auf welche Art und Weise diese Methode in Lernprozesse einbezogen wird.



Quelle: szenaris GmbH



1. Einführung

Virtuelle Welten sind eine spezielle Art sozialer Netzwerke, in denen die Benutzer als sogenannte **Avatare** (eine Art Spielfigur) in einer virtuellen, dreidimensionalen Umgebung dargestellt werden. Mittels Chat oder Voice Chat kommunizieren diese Avatare in Echtzeit miteinander. Sie können mit der virtuellen Umgebung interagieren (zum Beispiel einen Raum betreten oder sich auf einen Stuhl setzen) und in manchen Systemen auch die Umgebung modifizieren (zum Beispiel Geräte bedienen).

Im Gegensatz zu den meisten anderen sozialen Netzwerken bleiben die Benutzer hinter den Avataren üblicherweise anonym. Von den sogenannten MMOG (Massively Multiplayer Online Games), die eine ähnliche Technologie verwenden, unterscheiden sich virtuelle Welten darin, dass sie offener im Verwendungszweck sind, mit einem gewissen Fokus auf Interaktion und Kreativität. Sie sind also kein Spiel mit vordefinierten Zielen, Gewinnern und Verlierern. Dadurch wird es möglich, sie als Lernumgebung zu verwenden.

Kommerziell betriebene virtuelle Welten erfreuen sich vor allem bei jungen Menschen großer Beliebtheit. Die Marktforschungs-Firma KZero zählte Ende 2009 etwa 800 Millionen Benutzer/innen in etwa 300 verschiedenen virtuellen Welten. Die meisten davon haben Kinder und Jugendliche als Zielgruppe, aber es gibt auch virtuelle Welten mit einem Zielpublikum über 30 Jahren (zum Beispiel Second Life).

Es existieren Open-Source-Software-Projekte, mit denen man selbst eine virtuelle Welt erstellen kann. Für den Fall einer virtuellen Lernumgebung ist dies natürlich von Vorteil, weil man die volle Kontrolle über das System hat und die Kosten geringer sind. Das bekannteste dieser Projekte ist das OpenSimulator-Projekt, welches im Wesentlichen die Funktionalität von Second Life nachbildet.



Weiterführende Links finden Sie in der L3T Gruppe bei Mister Wong unter Verwendung der Hashtags #l3t #virtuellewelt #einfuehrung



Reflektieren Sie vor dem Hintergrund der zunehmenden Digitalisierung die Vorteile und Nachteile bei der Verwendung von Avataren in virtuellen Lernszenarien!

2. Grundlage des Lernens mit Simulationen und simulierten Welten

Begrifflichkeiten

Der Begriff **Serious Games**, dessen deutsche Übersetzungen (zum Beispiel „Digitales Lernspiel“) zu meist nicht seinen vollen Bedeutungsumfang erfassen, bezeichnet Anwendungen, die ernsthafte Themen beziehungsweise Lerninhalte vermitteln. Dazu bedienen sie sich der unterhaltenden Elemente und gängigen Mechanismen von Computerspielen. Anwendungstypen wie Simulationen, Edutainment (unterhaltsames Lernen) und Advergames (Werbespiele) können als Serious Games zusammengefasst werden.

Der Begriff „**Serious**“ bezieht sich auf den inhaltlichen Schwerpunkt, das heißt die „Ernsthaftigkeit“ einer Simulationsumgebung. Das bedeutet nicht, dass nicht auch ein kommerzielles Spiel einen ernsthaften Zweck verfolgen kann. Hier ist jedoch der Effekt gemeint, der bei den Lernenden erzeugt werden soll. Dabei ist davon auszugehen, dass ihnen bekannt ist, dass sie sich in einem Serious-Gaming-Kontext befinden, was somit Auswirkungen auf die Erwartungshaltung an die Applikation hat.

Der Begriff „**Games**“ bezieht sich auf den gestalterischen Schwerpunkt. Die Lernenden befinden sich in einem Szenario, das von ihnen als spielerisch empfunden wird. Im Laufe des Spiels (oder der als Spiel empfundenen Handlung) werden die Inhalte der Anwendung auf unterhaltsame und intensive Art und Weise erarbeitet. Der Vorteil daran ist, dass dieses Nutzungsszenario andere Zugänge zu den Nutzern zulässt, als es zum Beispiel bei einem Buch oder einem Film möglich ist.



Mit Serious Games erarbeiten Lernende in Szenarien, die sie als spielerisch empfinden, ernsthafte Themen bzw. Lerninhalte.



Weiterführende Literatur:

- Krause, D. (2008). Serious Games - The State of the Game. Der Zusammenhang zwischen virtuellen Welten und Web 3D. Köln: Pixelpark Agentur.
- Masuch, M. (o. J.). Entwicklung von Computerspielen. URL: <http://bit.ly/9H5kzK> [2010-07-16]

Konzepte für **immersive Lernumgebungen und Lernen in 3D** („drei Dimensionen“) werden seit Ende der 1990er Jahre experimentell erprobt. Die Anwendung virtueller Welten in sozialen Interaktionsprozessen wurde zunächst in ActiveWorlds bezie-

hungsweise Edu-Worlds und ab circa 2005 in Second Life, erforscht. Begründen lässt sich das Interesse am Lernen in dreidimensionalen Umgebungen sicherlich dadurch, dass Lernplattformen beziehungsweise Lernmanagementsysteme (LMS) nicht in dem Maße attraktive und interaktive Lernumgebungen sind, wie sie versprechen.

Eine These bei der Verwendung dreidimensionaler virtueller Welten ist die mögliche unterstützende Wirkung sogenannter Immersion auf Lernprozesse. Immersionseffekte hängen mit Flow-Erleben (Csikszentmihalyi, 1993) zusammen, werden aber auch im Zusammenhang mit Computerspielsucht genannt (Grunewald, 2009).

Immersion bezeichnet den Grad, in dem Individuen wahrnehmen, dass sie mehr mit ihrer virtuellen als mit ihrer realen Umgebung interagieren (Guadagno et al., 2007) und beschreibt somit das individuelle Gefühl des „sense of being there“. Bezüglich einer virtuellen Realität scheint Immersion durch den Grad der Repräsentation der Lernenden und ihrer Präsenz (Presence) bestimmt zu sein (Davis et al., 2009; Bredl & Herz, 2010). Ihre Repräsentation ist dabei geprägt von den Zuständen und dem Erscheinungsbild ihrer virtuellen Repräsentanten sowie ihrer Interaktionsmöglichkeiten (Bouras et al., 2001).



- ▶ Diskutieren Sie die mit der Immersion in virtuellen Welten zusammenhängenden Phänomene in Bezug auf Lernprozesse!
- ▶ Was prägt den Grad der Repräsentation eines Lernenden in einer dreidimensionalen virtuellen Umgebung?

Das Präsenzerleben der Lernenden in 3-D-Umgebungen hängt im Wesentlichen mit der Wahrnehmung ihrer eigenen virtuellen Präsenz zusammen. Heeter (1992) spricht unter anderem von einer so-

zialen Präsenz, welche sich auf das Vorhandensein anderer Personen in der virtuellen Umgebung bezieht.



Weiterführende Links finden Sie in der L3T Gruppe bei Mister Wong unter Verwendung der Hashtags #l3t #virtuellewelt #immersiv

Pädagogische und psychologische Grundlagen

Ausschlaggebend beim Lernen mit Simulationen und simulierten Welten ist die stete Interaktion mit dem Lernstoff. Gelernt wird in realitätsgetreu nachgebildeten Umgebungen und mit realen Eingabegeräten. Burdea und Coiffet (2003) sprechen von den „drei I“ des Lernens mit virtuellen Realitäten: Imagination, Immersion und Interaktion. Imagination beschreibt die Vorstellungskraft und das Einbildungsvermögen der Lernenden, sich in eine Simulation hineinzusetzen. Durch Echtzeitvisualisierungen und -reaktionen des Systems erhalten die Nutzer sofortiges Feedback auf ihre Eingaben (Interaktion). Die Informationsaufnahme erfolgt zudem multimodal (siehe Abbildung 1), das heißt, mit mehreren Sinnen. Dadurch wird ein Gefühl der Immersion erzeugt, also des direkten Einbezogenenseins in der simulierten Welt.

Wissen wird in diesen Lernumgebungen nicht vorgegeben, sondern explorativ erarbeitet. Dieses entdeckende Lernen führt zu einer Erweiterung des persönlichen Erfahrungsraumes sowie der Generierung und Überprüfung von Hypothesen. Allerdings können nach Hofmann (2002) die Erkenntnisse aus diesen Lernprozessen nur dann auf die Realität übertragen werden, wenn die eingebauten Komponenten so wahrheitsgetreu wie möglich simuliert und wahrgenommen werden. Studien zeigen, dass das Lernen mit Simulationen motivierender und lernförderlicher ist als rein textorientierte Lernformen. Diese Lernweise resultiert jedoch nicht per se in einer höheren Qualität beziehungsweise Quantität der kognitiven Verarbeitung und des Fertigkeitserwerbs. Vielmehr fühlen sich Nutzer und Nutzerinnen ohne Anleitung leichter überfordert und verlieren die Lust am Lernen mit der Simulation. Um dies zu vermeiden sind unterstützende Maßnahmen notwendig:

- ▶ klare Lernziele, Arbeitsaufträge und Instruktionen,
- ▶ permanent verfügbare Hintergrundinformationen sowie
- ▶ Hinweise und Übungen, die zur Reflexion anregen, zum Beispiel das Einstellen eines bestimmten Zustandes der Simulation.

Diese Techniken sind empirisch überprüft und haben einen positiven Einfluss auf die Lernmotivati-



Abbildung 1: Multimediale Informationsaufnahme

on, die Tiefe der Informationsverarbeitung und den Lernerfolg (weitere Techniken und Verweise auf Studien zum Beispiel bei De Jong & van Joolingen, 1998).



- ▶ Was sind die Prinzipien des Lernens mit Simulationen und simulierten Welten, die sich hinter den drei „I“ verbergen? Beschreiben Sie, wie die drei „I“ zusammenhängen!
- ▶ Was wird unter multimodaler Informationsaufnahme verstanden und was könnten Gründe dafür sein, dass Multimodalität positive Effekte auf den Lernerfolg aufweist?
- ▶ Wie könnte die Formulierung eines klaren Lehr- und Lernziels für das Lernen mit einer Simulation lauten?

Technische Grundlagen

Zur Erzeugung eines Gefühls der Immersion werden häufig dreidimensionale Darstellungen auf eigentlich zweidimensionalen Monitoren genutzt. Dadurch entsteht bei den Lernenden der subjektive Eindruck einer virtuellen Welt, in der sie sich bewegen können. Der Grad der Einbindung in das Spielgeschehen wird weiterhin durch verschiedene Stimuli beeinflusst. Neben visuellen Eindrücken nutzen Hersteller beispielsweise auch auditive Elemente oder Gamecontroller (Joysticks, Tastatur, Maus, Touchscreen etc.). Bei der Erstellung von Simulationen und simulierten Welten sind zudem verschiedene Parameter zu erzeugen. Dazu gehören

- ▶ die Umgebungen (level),
- ▶ die Regeln zur Interaktion mit der Umgebung (zum Beispiel Gravitation, Berührungsmessung, physikalische Gesetze),
- ▶ die Regeln zur Aufnahme und Abgabe von Objekten (zum Beispiel items) und
- ▶ das Vorhandensein von Avataren beziehungsweise computergestützten Akteuren (bots).

Soll die Lernumgebung durch mehrere Personen gemeinsam genutzt werden, müssen außerdem die Interaktion und die Kommunikation von Avataren sichergestellt werden.

Zur technischen Realisierung werden sogenannte Game Engines genutzt, also Software-Pakete, die die beschriebenen Funktionalitäten als Programmschnittstelle (engl. „application programming interface“, API) bereitstellen. Game Engines gehen über reine 3-D-Engines hinaus, da sie neben der grafischen Darstellung beispielsweise auch Module für Sound, Physik, Steuerung und Netzwerk beinhalten. Um den Realisierungsprozess zu vereinfachen, stellen Hersteller von Game Engines darüber hinaus integrierte

Entwicklungsumgebungen (engl. „integrated development environments“, IDE) zur Verfügung. Mit diesen können auf intuitive Weise Inhalte („media assets“) und Skriptcode bearbeitet werden (zum Beispiel in der Sandbox der CryEngine). Weitere bekannte Beispiele neben der CryEngine der deutschen Firma Crytek sind die Source-Engine von Valve, die Quake-Engine von iD Software und die Unreal-Engine von Epic Games. Es ist möglich, die Bestandteile verschiedener Engines individuell zu kombinieren, indem beispielsweise eine 3-D-Engine (zum Beispiel Ogre, Irrlicht) mit einer Physik-Engine (zum Beispiel Havoc, Bullet oder ODE) und einer Sound-Engine (zum Beispiel OpenAL) verknüpft werden.

Das OpenSimulator-Projekt ist das bekannteste Werkzeug, um eigene virtuelle Welten zu erzeugen. Im Gegensatz zu Second Life stellt es eine eigenständige und offene Lösung dar. Mit ihr lassen sich Objekte erzeugen, die dann über ein Netzwerk serialisiert, das heißt in einer bestimmten Form erhalten oder transportiert werden können.



- ▶ Welche wesentlichen Parameter einer Game Engine sind unabhängig vom Spieltyp zu erzeugen? Welche Parameter werden abhängig vom Spieltyp eingestellt?
- ▶ Welche Herausforderungen bestehen bei der Zusammenstellung von Teams im Rahmen von Serious-Gaming-Projekten?

3. Der Einsatz von Simulationen und simulierten Welten als Lernumgebung

Lernen mit Simulationen und simulierten Welten ist immer dann besonders gut anzuwenden, wenn Prozesse trainiert werden sollen, in denen Fehlverhalten riskante und lebensbedrohliche Auswirkungen haben kann. In einer Simulation trainiert es sich gefahrlos. Lernende können also problemlos verschiedene Verhaltensweisen ausprobieren, ohne sich Sorgen über mögliche Konsequenzen machen zu müssen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt für den Einsatz von Simulationen ist die Tatsache, dass Fahrzeuge (zu Land, zu Wasser oder in der Luft), Maschinen und Geräte oft nicht in ausreichender Anzahl für Ausbildungszwecke zur Verfügung stehen. Um also den richtigen Umgang mit ihnen realitätsnah zu trainieren, kann daher eine Simulation sogar zwingend notwendig werden.

Im Gegensatz zur Realität können simulierte Welten bestimmte Dinge sichtbar und damit begreifbar machen. Ebenso werden sehr unwahrscheinliche

In der Praxis: Virtuelles Teamtraining

Fahrzeuge und Maschinen sind oftmals von mehreren Personen zu bedienen. Doch auch Teamarbeit kann in simulierten Welten gelernt und geübt werden. Vorgestellt wird hier eine Methode zum virtuellen Teamtraining (Virtual-Reality-Team-Training-System, VTTS, www.vr-team-trainer.com), welche die Bremer szenaris GmbH entwickelt hat und mit der eine Gruppe von Lernenden in einer simulierten Welt vorkonfigurierte Übungen ausführen kann. Im virtuellen Teamtrainingssystem sind dazu mehrere Arbeitsplätze in einem Netzwerk miteinander verbunden, was den Lernenden das gleichzeitige Handeln innerhalb eines gemeinsamen virtuellen Szenarios ermöglicht. Abbildung 2 zeigt eine Version des Teamtrainers für vier Lernende – ein Ausbau um weitere Arbeitsplätze ist problemlos möglich.

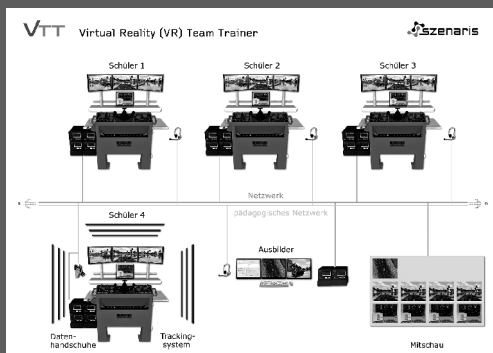


Abbildung 2: Systemübersicht eines virtuellen Teamtrainingsystems

Die erste Anwendung, die auf dem Teamtrainer installiert wurde, ist das Brücken- und Fährensystem „Amphibie M3“ der Bundeswehr. Dieses muss aus mindestens zwei Fahrzeugen bestehen, um Fahrzeuge über ein Gewässer überzusetzen. Dabei ist das Zusammenkuppeln von zwei oder mehr Fahrzeugen zum Beispiel stark von Strömungsverhältnissen

und dem Wetter (Windrichtung und -stärke, Regen, Schnee, Tag, Nacht etc.) abhängig. Diese Parameter werden in der Simulation nachgebildet, so dass alle auch in der Realität vorkommenden Situationen geübt werden können. In welchem Szenario sich die Lerngruppe befindet, wird vom Trainer gesteuert, der alle Parameter selbst verändern kann. Lernende sehen dabei alle Brückensysteme jeweils aus ihrer eigenen Perspektive (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3: Blick auf die Amphibie in der virtuellen Welt

Neben der Sicht in die virtuelle Welt verfügt jeder Arbeitsplatz über den originalen Wasserfahrstand mit allen dazugehörigen Bedienelementen, so dass auch die haptische Wahrnehmung der Realität nahezu entspricht. Eine der Lernstationen ist mit Datenhandschuhen ausgerüstet – so werden Handbewegungen der Lernenden an diesem Arbeitsplatz direkt in das virtuelle Szenario übertragen. Dieses Teamtrainingssystem wird seit 2003 für die Ausbildung an der Amphibie eingesetzt und trägt dazu bei, dass die realen Fahrzeuge in weitaus geringerem Maße defekt sind als vor dem simulierten Einsatz. Dies und die jährlichen Einsparungen machen diese Methode somit zu einem sehr erfolgreichen Simulationssystem.

(dennoch mögliche) Szenarien trainierbar. So ergibt sich aus der Simulation selbst ein Nutzen, der den des Lernens in der Realität übersteigen kann.

Simulationen zeichnen sich durch ihre Kosteneffizienz aus. Ihre Anschaffungskosten können sich in einigen Fällen bereits nach zwei bis drei Jahren amortisieren, in anderen Fällen erst nach mehreren Jahren der Nutzung. Schnelle Amortisierungen ergeben sich häufig bei Simulationen von Hardware (zum Beispiel Fahrzeuge), deren Bedienung sehr oft geschult werden muss. Längere Amortisierungszeiten ergeben

sich meist dann, wenn der Erfolg der Simulation nicht direkt messbar ist, beispielsweise bei der Simulation von menschlichem Verhalten. Hier ist der Lernerfolg erst in der realen, meist lange nach der Schulung auftretenden Situation sichtbar. Weitere Vorteile beim Einsatz von Simulationen sind unter anderem:

- ▶ Ungefährlichkeit,
- ▶ Mobilität,
- ▶ kein Materialverschleiß teurer Geräte,
- ▶ keine Schäden an teuren Geräten,

- ▶ praxisnahe, realistische Ausbildungssituation und
- ▶ Modifikation von Umgebungsvariablen (Wetter, Lichtverhältnisse, Fehlermeldungen von Geräten).

Die möglichen Nachteile beim Einsatz von Simulationen sollen nicht unerwähnt bleiben. So können beispielsweise Schwindelgefühle auftreten, wenn sichtbare Bewegungen nicht den wahrgenommenen entsprechen (die so genannte „Simulatorkrankheit“). Da die Technik aber inzwischen so weit fortgeschritten ist, dass neben Sehen und Hören auch die haptische Wahrnehmung angesprochen wird, findet man sich noch realer in das virtuelle Geschehen hinein. So wird dieses „spürbar“ und das Risiko physischer Einschränkungen noch weiter minimiert.



Durch Simulationen werden gefährliche oder sehr selten auftretende Situationen praxisnah und realistisch trainierbar.



Nennen Sie mindestens zwei Gründe, warum Simulationen eingesetzt werden! Recherchieren Sie jeweils zwei Beispiele für Einsatzbereiche von Simulationen als Lernumgebung!

4. Zentrale Erkenntnisse

Grundlage des Lernens mit Simulation und simulierten Welten ist das Handeln in virtuellen, dreidimensionalen Umgebungen in Echtzeit. Mit Hilfe verschiedener technischer Komponenten, sogenannten Game-Controller, steuern Lernende ihren Avatar beziehungsweise virtuelle Fahrzeuge, Maschinen oder Geräte. Tastatur und Maus, aber auch Joysticks, Touchscreens sowie Original-Bediengeräte kommen dabei zum Einsatz. Zentral in der technischen Umsetzung von Simulationen ist nicht nur der Einbezug visueller und auditiver Elemente, sondern vielmehr die exakte physische Nachbildung realistischer Prozesse mit Hilfe von Game Engines oder dem Einbau hydraulischer Komponenten. Diese technischen Gestaltungsprinzipien sind es, die ein Gefühl des direkten Einbezogeneins in der virtuellen Welt erzeugen und somit positiv auf Lernprozesse wirken. Der Fokus dieses Lernwegs liegt dabei stets auf der Interaktion mit dem Lernstoff, denn dieser wird in der virtuellen Umgebung spielerisch entdeckt und erforscht. Lernende können also problemlos Verhaltensweisen ausprobieren, ohne sich Sorgen über mögliche Konsequenzen zu machen. Obwohl die präsentierten Szenarien als spielerisch empfunden werden, sind es ernsthafte Inhalte, die zu erarbeiten

sind. Denn trainiert werden beispielsweise das Steuern von Fahr- und Flugzeugen, bis hin zu medizinischen Operationstechniken oder Managementprozessen. Aus diesem Grund wird das entdeckende Lernen in virtuellen Welten auch als Serious Gaming bezeichnet. Die große Chance dieses didaktischen Ansatzes liegt in seiner äußerst positiven Wirkung auf Lernprozesse. Diese werden stärker motiviert und gefördert als in rein textorientierten Lernformen. Allerdings sind auch beim Lernen mit virtuellen Welten unterstützende Maßnahmen in Form von klaren Lehr- und Lernzielen sowie Hintergrundinformationen nicht zu vernachlässigen. Simulationen und simulierte Welten ermöglichen somit aufgrund ihrer technischen und didaktischen Prinzipien ein realistisches und gleichzeitig ungefährliches Training. Verschiedenste Prozesse und Verhaltensweisen können mit dieser Methode gelernt und geübt werden. Dadurch ist sie unverzichtbar in der heutigen Aus-, Fort- und Weiterbildung.

Literatur

- ▶ Bouras, C.; Triantafyllou, V. & Tsiatsos, T. (2001). Aspects of a collaborative learning environment using distributed virtual environments. Paper presented at ED-MEDIA 2001 Conference, Tampere, Finland. URL: <http://ru6.cti.gr/ru6/publications/2021615.pdf> [2010-07-11].
- ▶ Bredl, K. & Herz, D. (2010). Immersion in virtuellen Wissenswelten. In: T. Hug & R. Maier (Hrsg.), Medien - Wissen - Bildung: Explorationen visualisierter und kollaborativer Wissensräume, Innsbruck: Innsbruck University Press, 212-224.
- ▶ Burdea, G. C. & Coiffet, P. (2003). Virtual Reality Technology. Hoboken (NJ): Wiley.
- ▶ Csikszentmihalyi, M. (1993). Das Flow-Erlebnis. Stuttgart: Klett-Cotta.
- ▶ Davis, A.; Murphy, J.; Dawn, O.; Deepak, K. & Zigurs, I. (2009). Avatars, People, and Virtual Worlds: Foundations for Research in Metaverses. Journal of the Association for Information Systems, 10 (2), Artikel 2, URL: <http://aisel.aisnet.org/jais/vol10/iss2/1> [2010-07-11].
- ▶ De Jong, T. & van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. Review of Educational Research, 68 (2), 179-202.
- ▶ Grunewald, M. (2009). Ausflüge in virtuelle Welten - eine Darstellung der Internet-Spielwelten von Second Life, World of Warcraft und Counter-Strike. In: J. Hardt; U. Cramer-Düchner; M. Ochs (Hrsg.), Verloren in virtuellen Welten. Computerspielsucht im Spannungsfeld von Psychotherapie und Pädagogik, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 44-67.
- ▶ Guadagno, R.E.; Blascovich, J.; Bailenson, J.N. & McCall, C. (2007). Virtual humans and persuasion: The effects of agency and behavioral realism. Media Psychology, 10 (1), 1-22.

- ▶ Heeter, C. (1992). Being There: The Subjective Experience of Presence. URL: <http://commtechlab.msu.edu/randd/research/beingthere.html> [2010-07-10].
- ▶ Hofmann, J. (2002). Raumwahrnehmung in virtuellen Umgebungen: Der Einfluss des Präsenzepfindens in Virtual Reality-Anwendungen für den industriellen Einsatz. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- ▶ Urhahne, D. & Harms, U. (2006). Instruktionale Unterstützung beim Lernen mit Computersimulationen. Instructional Support for Learning with Computer Simulations. Unterrichtswissenschaft, 34, 358-377.