

Autoren: Stephan Schwan & Jürgen Buder

Portalbereich: Didaktisches Design

Stand: 24.3.2006

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Veranschaulichung von Lerninhalten	2
2.1	Abbildungsgetreue Veranschaulichungen	2
2.2	Schematisierende Veranschaulichungen	3
2.3	Konkretisierende Veranschaulichungen	5
2.4	Metaphorische Veranschaulichungen	6
3	Handlungsmöglichkeiten in virtuellen Lernwelten	7
3.1	Varianten lernbezogener Interaktivität	7
3.1.1	Explorationswelten	7
3.1.2	Trainingswelten	8
3.1.3	Konstruktionswelten	9
3.2	Die handlungsbezogene Gestaltung von virtuellen Lernwelten	9
3.2.1	Strukturierung des Lernprozesses	10
3.2.2	Gestaltung des Handlungsrepertoires	11
3.2.3	Gestaltung des Feedbacks	12
4	Personale Präsenz in virtuellen Lernwelten	13
4.1	Die Darstellung der eigenen Person in virtuellen Lernumgebungen	13
4.2	Die Anwesenheit realer Personen	13
4.3	Die Anwesenheit virtueller Personen	14
5	Organisation von Lernumgebungen	15
6	Fazit	16
7	Glossar	17
8	Literatur	19

1 Einleitung

*Virtuelle Realitäten*¹ sind computergenerierte Echtzeit-Darstellungen von realen oder fiktionalen Umgebungen. Sie werden etwa in der Industrie, Medizin, Architektur oder in Computerspielen eingesetzt. Auch im Rahmen von Lernen und Wissenserwerb erlangen *virtuelle Realitäten* zunehmende Bedeutung. Doch während Gestaltungsanforderungen für klassische Medien gut erforscht sind, liegen über virtuelle Welten bisher nur wenige Erkenntnisse aus lernpsychologischer und gestalterischer Perspektive vor. *Virtuelle Realitäten* können in der Lehre jedoch nur sinnvoll eingesetzt werden, wenn der Medieneinsatz auf die jeweiligen Lerninhalte, den beteiligten Personenkreis und die organisatorischen und technischen Rahmenbedingungen abgestimmt ist. Im vorliegenden Text werden vier wissenserwerbsbezogene Funktionsbereiche virtueller Welten identifiziert und folgende Fragen untersucht:

1. Wie können Lerninhalte in virtuellen Welten sinnvoll veranschaulicht werden?
2. Wie können Handlungs-, Explorations- und Konstruktionsmöglichkeiten eröffnet werden?
3. Wie kann die personale Präsenz der Interakteure gestaltet werden?
4. Wie können virtuelle Lernumgebungen strukturiert und organisiert werden?

¹ Kursiv gesetzte Begriffe werden im Glossar erläutert

2 Veranschaulichung von Lerninhalten

Einer der Vorteile des Einsatzes von virtuellen Welten in der Lehre sind die bisher ungekannten Möglichkeiten der Veranschaulichung. Damit wird der Forderung konstruktivistischer Lerntheorien nach authentisch gestalteten Lernumgebungen entsprochen. Allerdings muss dies nicht heißen, dass Lernumgebungen notwendigerweise möglichst realistisch gestaltet sein sollten. Veranschaulichung kann auch durch eine hohe Unmittelbarkeit der Lernerfahrung erreicht werden. Dabei lassen sich zwei Veranschaulichungsprinzipien identifizieren:

1. Verräumlichung: Es wird ein räumliches Szenario geschaffen, das den Eindruck vermittelt, sich in einer künstlichen Welt zu befinden. Dies erhöht die Präsenz der Lernenden und führt zu einer hohen Vertrautheit.
2. Ansprache mehrerer Sinneskanäle: Durch verschiedene technische Möglichkeiten kann neben dem visuellen Eindruck, der durch stereoskopische Darstellung möglicherweise sogar einen dreidimensionalen Charakter hat, auch ein auditives oder haptisches Feedback vermittelt werden

Die Entscheidung, welche Form der Veranschaulichung gewählt wird, hängt wesentlich vom Lerninhalt ab. Im Folgenden werden unterschiedliche Formen der Veranschaulichung dargestellt.

2.1 Abbildungsgetreue Veranschaulichungen

Abbildungsgetreue Veranschaulichungen bieten sich an, wenn es sich bei dem Lerngegenstand um reale Sachverhalte handelt oder wenn in Trainingswelten gelernt werden soll, weil das Lernen in der Originalumgebung zu aufwändig oder zu gefährlich ist. Realisiert werden derartige Trainingswelten etwa in Simulatoren für Flugzeugcockpits oder Steuerungszentralen von Atomanlagen. Denkbar ist auch, dass die Originalumgebung noch nicht oder nicht mehr existiert. Beispiele wären im Bereich der Architektur virtuelle Rundgänge durch geplante Bauten oder Rekonstruktionen von Gebäuden in der Archäologie.

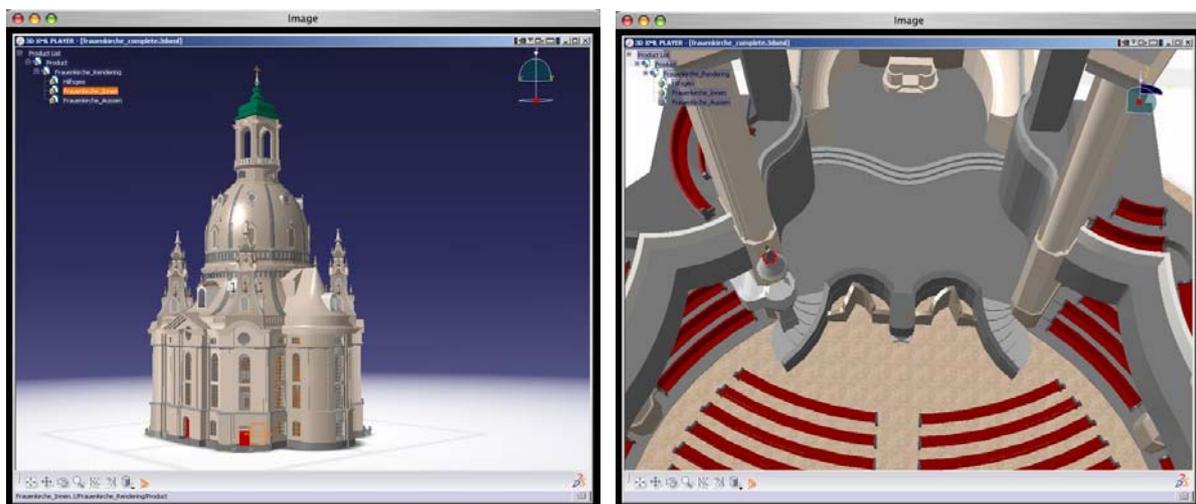


Abb.1: virtueller Rundgang durch die Dresdner Frauenkirche (VR-Rundgang nicht mehr zugänglich, Bilder über URL: <http://mmvr.burg-halle.de/typo3/2932.html>)

Insgesamt zeichnen sich abbildungsgetreue Veranschaulichungen in *virtuellen Realitäten* durch die Vorteile aus, die generell für bildlich-analoge Präsentationsformen kennzeichnend sind, beispielsweise können sie im Vergleich zu textuell dargebotenem Material besser erinnert werden.

Im Vergleich zu anderen bildlich-analogen Darstellungsmedien besitzen virtuelle Welten allerdings einen höheren Realismus der Darstellung. So können etwa dreidimensionale Raumverhältnisse, die stereoskopische Parallaxe und die dynamische Veränderung aufgrund des abgebildeten Geschehens oder aufgrund der Eigenbewegungen des Nutzers dargestellt werden. Aus Sicht der Lernenden hat dies einerseits eine höhere Authentizität zur Folge, denn je realistischer ein Gegenstand abgebildet ist, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Lernerfahrung auf die Bedingungen der realen Umgebung transferiert werden kann. Abbildungsgetreue Veranschaulichungen bieten unmittelbare Verknüpfungen zu Alltagserfahrungen und sind unter konstruktivistischer Perspektive stärker situiert als andere Darstellungsformen.

Allerdings birgt der hohe Realismusgrad gleichzeitig die Gefahr in sich, dass die in dieser Weise dargestellten Lerninhalte in geringerem Maße eine reflektierte mentale Verarbeitung anregen – ein Effekt, der bereits aus der Forschung zu anderen (relativ) abbildungsgetreuen Medien wie dem Fernsehen bekannt ist. Zudem impliziert ein Darstellungsrealismus, dass auch eine Vielzahl von Informationen präsentiert werden, die nicht unmittelbar lernrelevant sind. Dies kann zur Folge haben, dass die Lernenden von den eigentlich wichtigen Informationen abgelenkt werden.

2.2 Schematisierende Veranschaulichungen

Bei schematisierenden Veranschaulichungen wird bewusst auf eine möglichst hohe Abbildungstreue verzichtet. Ein Beispiel für eine solche Darstellungsform ist eine dreidimensional-interaktive Veranschaulichung eines menschlichen Gehirns, welches aber nicht „fotorealistisch“, sondern grafisch vereinfacht dargestellt wird.

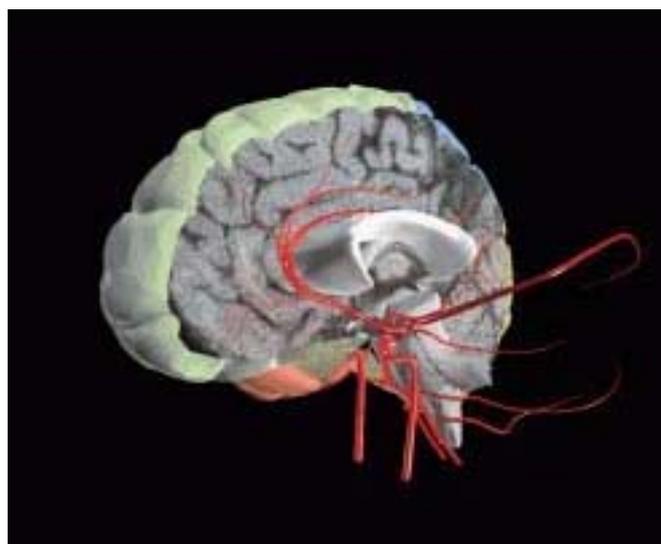


Abb. 2: dreidimensionales Gehirn

URL: <http://www.anatomie.uni-tuebingen.de/projekt/projNeurotut>

Solche schematisierenden Veranschaulichungen haben insbesondere die Aufgabe, irrelevante Details eines Lerngegenstands auszublenden beziehungsweise lernrelevante Details hervorzuheben (ein Beispiel hierfür könnte ein "Vogelflug" über ein reales Gebäude mit gleichzeitiger Einblendung des Grundrisses sein). In diesem Sinne betont Winn (1993), dass *virtuelle Realitäten* ihr stärkstes Lernpotenzial entfalten, wenn sie Dinge darstellen, die den menschlichen Sinnen nicht unmittelbar zugänglich sind.

Ein Prinzip, das bei schematisierenden Veranschaulichungen häufig Verwendung findet, ist das der Größenskalierung. Größenskalierungen werden dann eingesetzt, wenn der Lerngegenstand zwar real ist, aber entweder zu groß (etwa das Sonnensystem) oder zu klein (etwa eine Zelle), um direkt vom menschlichen Auge wahrgenommen werden zu können. Eine Variante der Größenskalierung stellt die Skalierung zeitlicher Vorgänge dar, die je nach Veranschaulichung gedehnt oder gerafft werden können.

Schematisierende Veranschaulichungen entfalten große Wirksamkeit, wenn sie in Form von Überlagerungen aus abbildungsgetreuen und schematischen Elementen zusammengesetzt sind. Eine weitere Kombinationsmöglichkeit, die in virtuellen Lernumgebungen bislang kaum ausgeschöpft wurde, besteht darin, abbildungsgetreue und schematisierende Darstellungen wechselseitig ineinander zu überführen – beispielsweise indem sich ein schematischer Grundriss vor den Augen der Lernenden in ein dreidimensionales Gebäude verwandelt. Die Ergänzung einer *virtuellen Realität* beispielsweise um textuelle oder grafische Komponenten fördert die Ausbildung multipler Repräsentationen eines Sachverhalts, was wiederum zu einem verbesserten Behalten und einem tieferen Verstehen des Sachverhalts führt.



Abb. 3: Gebäude-Rekonstruktion des Altlandsberger Schlosses
URL: <http://www.3d-rekonstruktionen.de/dienstleistungen/gebaeudemodelle/>

2.3 Konkretisierende Veranschaulichungen

Während abbildungstreu und schematisierende Veranschaulichungen reale Sachverhalte als Lerngegenstand haben, beziehen sich konkretisierende und metaphorische Veranschaulichungen (Abschnitt 2.4) auf die Darstellung abstrakter Sachverhalte. Konkretisierende Veranschaulichungen haben das Ziel, abstrakte Sachverhalte statt in der üblichen abstrakt-symbolischen Form in bildlich-analoger Weise darzustellen. Sie finden meist in mathematisch-naturwissenschaftlichen Lernkontexten Verwendung, beispielsweise bei der Darstellung von physikalischen Konzepten wie Beschleunigung oder elektrischen Feldern in den *Virtual-Reality*-Umgebungen *Newton World* und *Maxwell World* (Salzman, Dede, Loftin & Chen, 1999). Andere bildlich-analoge "Verräumlichungen" abstrakter Sachverhalte beziehen sich auf die Darstellung mathematischer Funktionen als dreidimensionale Landschaften oder die Darstellung der Verwandtschaft psychologischer Theorien als räumliche Anordnung von Objekten in virtuellen Umgebungen.

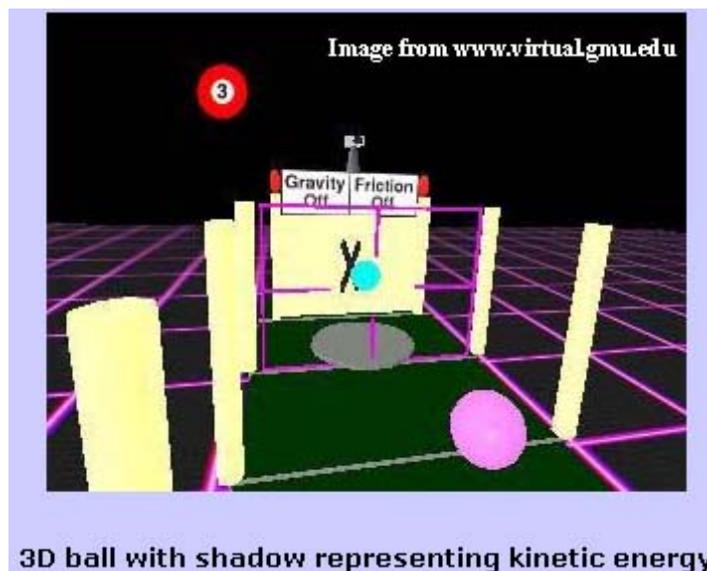


Abb. 4: verräumlichte Darstellung kinetischer Energie in der virtuellen „Newton World“
URL: http://www.virtual.gmu.edu/ss_photos/newton/nw2ball1.htm

An diesen Beispielen manifestieren sich zwei weitere der von Winn (1993) identifizierten Darstellungsprinzipien: wenn für den Menschen nicht wahrnehmbare Sinnesdaten wie elektrische Felder oder Ultraschallwellen sichtbar, hörbar oder tastbar gemacht werden, handelt es sich um das Prinzip der Sinnesskalierung (transduction). Das Prinzip der Verdinglichung (reification) liegt vor, wenn völlig abstrakte Konzepte wie etwa Theorien in Objektform überführt werden. Die Veranschaulichung in bildhaft-analoger Form begünstigt den Aufbau mentaler Modelle von abstrakten Sachverhalten und stellt Lernenden eine zusätzliche Kodierungsform bereit. Dies impliziert allerdings, dass es keinen Sinn macht, konkretisierende Veranschaulichungen für sich allein darzubieten. Vielmehr sollten sie grundsätzlich mit den entsprechenden abstrakt-symbolischen Präsentationsformaten kombiniert werden (Wickens & Baker, 1995).

Allerdings stellen konkretisierende Veranschaulichungen hohe Anforderungen an die Vorkenntnisse, die die Lernenden für ihr Verstehen mitbringen müssen. Während abbildungstreu Veranschaulichungen gewissermaßen selbsterklärend sind, und während schematisierende oder metaphorische Veranschaulichungen das Einschlagen von „Wahrnehmungspfaden“ nahe legen, ist

bei konkretisierenden Veranschaulichungen immer noch ein zusätzlicher mentaler Übersetzungsschritt zwischen dem gebildeten mentalen Modell und dem zugrunde liegenden abstrakten Sachverhalt vonnöten. Eine solche Transferleistung wird oft nicht gelingen, wenn der Lerninhalt nicht entsprechend curricular eingebettet ist. Gegebenenfalls müssen zunächst Techniken vermittelt werden, wie die analoge Darstellung zu „lesen“ ist, da sie ja ein gewisses Verständnis abstrakter Symbole voraussetzt. Die Übersetzung vom analogen in ein symbolisches Format und umgekehrt kann nur gelingen, wenn der curriculare Kontext darauf abzielt, die Veranschaulichung in einem experimentellen Sinn, also hypothesentestend einzusetzen. Ohne eine Koppelung an ein interaktives Handlungsrepertoire (vgl. Abschnitt 3) sind konkretisierende Veranschaulichungen pädagogisch als nicht sehr effektiv einzuschätzen.

2.4 Metaphorische Veranschaulichungen

Ein Beispiel für eine metaphorische Veranschaulichung ist die *Virtual-Reality*-Umgebung WhizLow (Lester et al., 1999), in der die Funktionsweise (nicht der dinglich manifeste Aufbau) des Motherboards eines Computers durch eine virtuelle Person visualisiert wird, die Datenpakete zwischen verschiedenen Häusern hin- und herträgt. Auf diese Weise werden Prozesse wie die *Kompilierung* oder das Zwischenspeichern in Registern verdeutlicht.

Ein Vorteil solcher metaphorischer Veranschaulichungen liegt darin, dass die darin verwendeten Analogien von Lernenden in kreativer Weise genutzt werden können, und somit Inferenzen beziehungsweise analogen Transfer ermöglichen. Metaphorische Veranschaulichungen besitzen Gemeinsamkeiten mit schematisierenden Veranschaulichungen, denn in beiden Fällen werden die perzeptuellen und kognitiven Verarbeitungsprozesse der Lernenden gezielt beeinflusst – im einen Fall durch das Anbieten von Analogien und im anderen Fall durch Hervorhebungen und Auslassungen. Sie machen somit wesentlich stärkere instruktionale Vorgaben als abbildungsgetreue und konkretisierende Veranschaulichungen, die den Lernenden zwar ein umfangreiches Informationsangebot verfügbar machen, die aber deren Verarbeitungsprozesse nur in geringem Maße direkt beeinflussen.

Die Mächtigkeit von Analogien und Metaphern für den Erwerb konzeptuellen Wissens ist in der Kognitionswissenschaft gut dokumentiert. Genau hier liegt aber auch ein Problem, nämlich in der Auswahl geeigneter Metaphern. Ist diese ungünstig, weil nur ein Teil der Relationen zwischen den Analoga sinnvoll transferiert werden kann, besteht die Gefahr der Bildung von falschen Schlussfolgerungen, Fehlkonzepten oder Übergeneralisierungen (Roussos et al., 1999; Winn & Jackson, 1999). Eine ausführliche Diskussion der Potenziale und Risiken metaphorischer Darstellungen erfolgt im Abschnitt „Organisation von Lernumgebungen“.



Abb. 5: Avatar Whizlow erklärt die Funktionsweise einer CPU
URL: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=301154>

3 Handlungsmöglichkeiten in virtuellen Lernwelten

.....

Viele Möglichkeiten räumlich-dreidimensionaler Visualisierungen, wie sie im vorangegangenen Abschnitt dargestellt wurden, sind für sich genommen kein Monopol von *virtuellen Realitäten*, sondern finden sich beispielsweise auch bei Videofilmen und Animationen. Die Besonderheit besteht aber in der *Interaktivität* dieser Veranschaulichung, denn Lernende können sich in der *virtuellen Realität* selbst gesteuert bewegen, also Standpunkt und Blickperspektive ändern, und gegenüber Objekten und Personen, die sich in der virtuellen Welt befinden, Handlungen vollziehen (Youngblut, 1998).

In den folgenden beiden Abschnitten sollen Varianten der *Interaktivität* und Möglichkeiten der handlungsbezogenen Gestaltung diskutiert werden.

3.1 Varianten lernbezogener Interaktivität

Das Ausmaß von Handlungsmöglichkeiten, die den Lernenden eingeräumt werden, schwankt in Abhängigkeit von Gegenstandsbereich und zugrunde liegender didaktischer Konzeption erheblich. Hierbei lassen sich virtuelle Lernwelten entsprechend den in ihnen vorherrschenden Interaktionsformen gruppieren in Explorationswelten, Trainingswelten, Experimentalwelten und Konstruktionswelten.

3.1.1 Explorationswelten

Explorationswelten beruhen auf dem Prinzip, Informationsarrangements für Lernende flexibel „begehrbar“ zu machen. Beispiele reichen von rekonstruierten antiken Städten und historischen Gebäuden über virtuelle Kunstaustellungen und Museen bis hin zu navigierbaren menschlichen Kör-

pern oder Gehirnen (Youngblut, 1998). Der Gegenstandsbereich wird in Explorationswelten für Lernende nicht nur sinnlich-konkret erfahrbar, sondern kann auch eigenständig erkundet werden. Lernende können in frei gewähltem Tempo entscheiden, welchen Elementen der Informationspräsentation sie sich zuwenden. Lernobjekte können von verschiedenen, frei gewählten räumlichen Blickpunkten aus betrachtet werden.



Abb. 6: virtueller Rundgang durch das Deutsche Historische Museum, Berlin

URL: <http://www.dhm.de/lemo/>

3.1.2 Trainingswelten

Während bei Explorationswelten Verstehensprozesse im Vordergrund stehen, haben Trainingswelten vor allem die Vermittlung prozeduraler und handlungsbezogener Fertigkeiten zum Ziel. Die Palette reicht von Fahrsimulatoren über virtuelle Welten zur Verhaltenstherapie bis zu Trainingswelten für die Bedienung komplexer Maschinen (Rose et al., 2000). Virtuelle Trainingswelten werden vor allem dann eingesetzt, wenn ein reales Training zu gefährlich wäre oder die Trainingsumstände in der Realität nur schwer oder mit hohen Kosten herstellbar sind. Sie erlauben dem Trainer darüber hinaus eine genaue Kontrolle der Stimulussituation. Schließlich ermöglichen *virtuelle Realitäten* auch qualitativ neuartige Formen des Feedbacks, die bei einem realen Training nicht möglich sind (Rose et al., 2000; Winn & Jackson, 1999). Beispielsweise trainierten Todorov, Shadmehr & Bizzi (1997) Tischtennispieler, indem sie in einer virtuellen Realität deren Bewegungsbahn in Echtzeit grafisch mit der Bewegungsbahn eines Experten überlagerten. Unter diesen Bedingungen zeigten die Untersuchungsteilnehmer nicht nur einen positiven Transfer auf Realbedingungen, sondern waren in ihrem Trainingserfolg sogar einer Realtrainings-Gruppe überlegen. Im Gegensatz zu Explorationswelten ist das Lernerverhalten in Trainingswelten insgesamt weniger selbst gesteuert, sondern wird in stärkerem Maße durch die Aufgabenstellung und die lehrerseitige Kontrolle der situativen Parameter geformt.

Experimentalwelten ermöglichen es den Lernenden, die in einer virtuellen Welt herrschenden Gesetzmäßigkeiten oder die Eigenschaften ihrer Objekte festzulegen und die sich daraus ergebenden Konsequenzen zu beobachten. Im Unterschied zu traditionellen, abstrakten Formen computergestützter Simulation werden die Wirkungen der Simulationsparameter dabei in eine realistische, für Lernende unmittelbar anschauliche Darstellung übersetzt (Dede et al., 1996). Die Beispiele reichen von Simulationen zur Newtonschen Mechanik über Stoffwechselprozesse bis hin zur Infrastruktur von Städten (Youngblut, 1998). Wesentliches Ziel solcher Experimentalwelten ist es, Lernenden durch die Simulation ein Verständnis für die dem Phänomenbereich zugrunde liegenden kausalen Mechanismen zu vermitteln. Im Gegensatz zu Explorationswelten, bei denen der Schwerpunkt

eher auf der Vermittlung strukturellen Wissens über statische Sachverhalte liegt, unterstützen Experimentalwelten somit die Ausbildung mentaler Modelle über dynamische Gegenstandsbereiche.

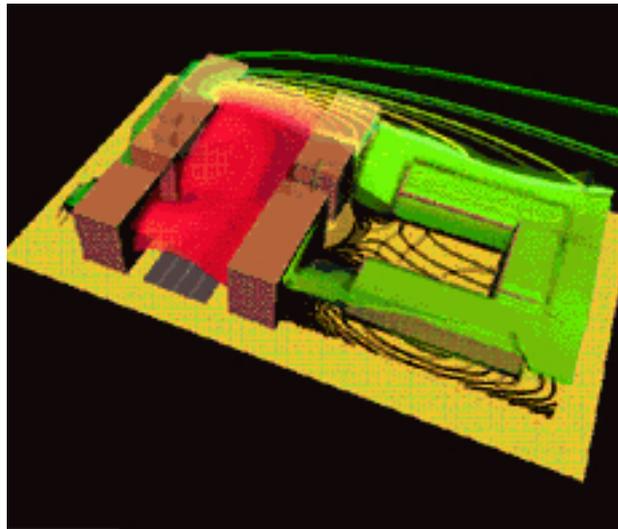


Abb.7: Wums-Projekt zur Berechnung von Umweltbeeinträchtigungen in der Stadt: Simulation der Luftschadstoffausbreitung mit unterschiedlichen Bebauungszuständen

URL: http://www.auf.uni-rostock.de/gg/projekte/cebit/ausblick/ausb_umwelt.html

3.1.3 Konstruktionswelten

Konstruktionswelten ermöglichen es Lernenden, selbst Objekte in virtuellen Welten oder gar ganze virtuelle Welten zu schaffen. Die Beispiele reichen von chemischen Molekülen über die anatomische Gestaltung von Pflanzen bis zu Ökosystemen (Youngblut, 1998). Konstruktionswelten dienen ebenso wie Experimentalwelten dem Erwerb mentaler Modelle über komplexe Sachverhalte. Während Experimentalwelten aber ein stärker induktives Vorgehen nahe legen, beruhen Konstruktionswelten auf einem deduktiven Prinzip: die Lernenden erarbeiten vorab bestimmte Prinzipien und Konzepte, deren Schlüssigkeit und Validität sie anschließend überprüfen, indem sie sie in einer virtuellen Welt implementieren und deren „Erfolg“ beobachten (Winn et al., 1999). Für den Lernerfolg spielt hierbei nicht nur das Ergebnis eine Rolle, sondern gleichermaßen auch die Konstruktionsgenese und deren Reflektion und Diskussion durch die Lernenden.

3.2 Die handlungsbezogene Gestaltung von virtuellen Lernwelten

In Evaluationsstudien zu virtuellen Lernumgebungen wurde eine Reihe von Problemen beim Wissenserwerb in *virtuellen Realitäten* beobachtet (Bowman, Wineman & Hodges, 1999; Salzman et al., 1999; Roussos et al., 1999; Youngblut, 1998). Diese können nur umgangen werden, wenn einige wichtige Gestaltungsaspekte beachtet werden. Die folgenden Abschnitte beleuchten daher:

- die Strukturierung des Lernprozesses,
- die Festlegung sinnvoller Handlungsmöglichkeiten und
- die ergänzende Unterstützung der Lernenden durch Rückmeldungen.

3.2.1 Strukturierung des Lernprozesses

Lernende profitieren von virtuellen Lernumgebungen vor allem dann, wenn sie sie nicht einfach in unverbindlicher Weise „besuchen“, sondern wenn sie dabei ein spezifisches Lernziel verfolgen. Lernziele können entweder instruktional durch Lehrende gesetzt werden, oder sie können implizit durch strukturierende Maßnahmen bei der Gestaltung der virtuellen Umgebung vermittelt sein. Instruktionale Strukturierungen seitens der Tutoren sollten dabei insbesondere in explorativen Lernumgebungen Wirksamkeit entfalten. Wenn das Erkunden einer solchen virtuellen Welt an spezifische, möglichst authentische Aufgabenstellungen geknüpft ist, wird den Lernenden eine integrative und elaborierte Verarbeitung der in der Lernumgebung verfügbaren Information abverlangt (CTGV, 1997).

Als günstig erwiesen hat sich die Strukturierung der Lernerfahrung in einzelne, überschaubare Abschnitte. Sie lässt sich nicht nur durch eine geeignete Wahl von Aufgaben, sondern auch durch eine geeignete Gestaltung der *virtuellen Realität* selbst unterstützen. Häufig anzutreffen ist eine Anordnung der verschiedenen Bereiche einer *virtuellen Realität* in aufsteigender Komplexität: Im Rahmen der "Design-a-Plant"-Umwelt müssen Lerner beispielsweise Pflanzen aus vorgegebenen Teilelementen „bauen“, die optimal an die in der jeweiligen *virtuellen Realität* herrschenden Umweltbedingungen angepasst sind. Die Lernenden beginnen dabei mit Welten, bei denen nur wenige Umweltparameter zu berücksichtigen sind und schreiten bei deren erfolgreicher Bewältigung fort zu komplexeren Welten mit mehr Umweltparametern (Lester, Stone & Stelling, 1999).



Abb.8: „Design-a-plant“: Lernprogramm zum Pflanzenwachstum, in dem Umweltfaktoren wie Sonneneinstrahlung oder Bewässerung reguliert werden können
URL: <http://www.unm.edu/~moreno/research.htm>

Alternativ dazu lassen sich auch virtuelle Welten konzipieren, bei denen Lernende in eine fortschreitende Erzählung eingebunden sind. Lerninhalte werden in diesem Fall in einzelnen, narrativ miteinander verknüpften „Szenen“ vermittelt, wobei ein Szenenwechsel dann erfolgt, wenn bestimmte Aufgaben gelöst wurden. Der Vorteil einer solchen narrativen Einbettung besteht vor allem darin, dass sie Lernenden ein übergeordnetes Schema nahe legt, in das sie die einzelnen Wissenskomponenten integrieren können.

Eine weitere Form der Strukturierung von *virtuellen Realitäten* besteht schließlich in einer thematischen beziehungsweise ähnlichkeitsbezogenen Anordnung des Lehrstoffes. Typische Beispiele dafür sind virtuelle Museen, in denen die Informationen durch die Raumaufteilung gruppiert wer-

den, wobei eine sinnvolle Abfolge durch die Verbindung zwischen den einzelnen Ausstellungsräumen gewährleistet wird. Allerdings zeichnen sich solche virtuellen Welten gegenüber abstrakten Hypertextstrukturen durch eine geringere Flexibilität aus, da die Anzahl möglicher „Wege“ durch eine solche Ausstellung eher begrenzt ist.

3.2.2 Gestaltung des Handlungsrepertoires

Die Gestaltung der Lernerfahrung in virtuellen Welten erfordert eine Festlegung von Anzahl und Art der Handlungsmöglichkeiten, die den Lernenden zur Verfügung gestellt werden. Ein großer Umfang an potenziellen Handlungen ist zwar mit einem größeren Spielraum bei der Exploration, aber möglicherweise auch mit einer Ablenkung vom eigentlichen Lerngegenstand verbunden.

So hat es sich beispielsweise bei Explorationswelten als günstig erwiesen, Lernenden sowohl eine Außensicht auf den Sachverhalt (exocentric frame of reference) als auch eine Innensicht zu ermöglichen (egocentric frame of reference) (Amorim, Trumbore & Choygen, 2000; Salzman, Dede & Loftin, 1999). Dies schließt die Möglichkeit ein, Geschehen von Positionen aus zu betrachten, die in der Realität unmöglich wären.

Eine weitere Strategie zur Minimierung der kognitiven Belastung und Vermeidung einer dysfunktionalen Handlungswahl besteht in der Bereitstellung möglichst „natürlicher“ Verhaltensformen, die direkt aus dem Repertoire von Alltagshandlungen übernommen werden können. Eine zusätzliche Übereinstimmung von Handlungen und Handlungsfolgen in der *virtuellen Realität* mit solchen in der realen Welt ist darüber hinaus bei Trainingswelten gegeben. Hier hat eine Reihe von empirischen Studien gezeigt, dass unter diesen Bedingungen ein positiver Transfer des motorischen und prozeduralen Wissens auf reale Situationen erreicht werden kann (Rose et al., 2000; Wickens & Baker, 1995).

Allerdings handelt es sich bei einer Beschränkung des Handlungsrepertoires auf „natürliche“ Handlungen um eine Designstrategie, die zwar eine hohe Konsistenz und Transferierbarkeit gewährleistet, die aber gleichzeitig verbunden ist mit einem Verzicht auf Interaktionsmöglichkeiten, die spezifisch für *virtuelle Realitäten* sind. Dies ist besonders für solche virtuelle Welten von Bedeutung, die keinen Realismus anstreben, sondern auf den Prinzipien der Größenskalierung, Sinnesskalierung oder Verdinglichung beruhen (Winn, 1993; vgl. Abschnitt 2). In komplexen virtuellen Lernwelten finden sich hierfür vor allem drei Methoden: sie erlauben den Nutzern "metaphorische" Handlungen (in der NICE-Umgebung können Kinder beispielsweise eine Wolke ergreifen und über eine Pflanze ziehen, um sie zu bewässern; Roussos et al., 1999), sie positionieren „virtuelle Geräte“ in der virtuellen Welt (etwa einen Videorecorder, um ein Geschehen in der *virtuellen Realität* protokollieren zu können), oder der Nutzer verfügt über textbasierte oder ikonische Menüs, die er in sein Blickfeld einblenden und aus denen er Handlungen auswählen kann (Dede et al., 1996).

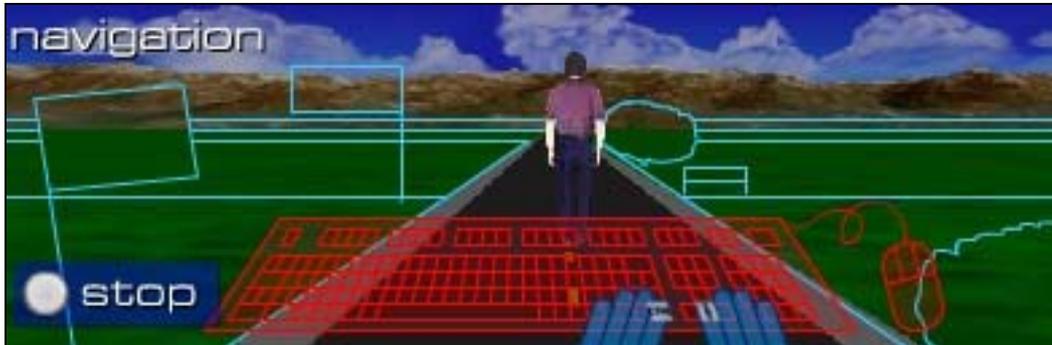


Abb.9: eingeblendetes Navigationsmenü einer virtuellen Welt
URL: <http://www.gse.harvard.edu/~dedech/muvees/animations.htm>

3.2.3 Gestaltung des Feedbacks

Im Rahmen komplexer Lernumwelten birgt eine ausschließlich selbst gesteuerte Vorgehensweise der Lernenden die Gefahr eines geringen Lernerfolgs oder sogar des Erwerbs von Fehlkonzepten. Der Lernprozess in virtuellen Simulations- und Konstruktionswelten sollte deshalb angereichert werden mit angemessenen Hilfestellungen sowie Mechanismen der Wissensdiagnose und -rückmeldung (CTGV, 1997).

Solche Formen der Unterstützung können mehr oder weniger unmittelbar in die *virtuelle Realität* eingebunden sein. Eine instruktionale Strategie besteht darin, die Nutzung der *virtuellen Realität* in einen entsprechend vor- und nachbereitenden Unterrichtskontext einzubetten. Beispielsweise fanden Bowman et al. (1999), dass Lernende von den Informationen, die in der virtuellen Welt vermittelt wurden, nur in vergleichsweise geringem Umfang direkt profitierten, dass aber eine verbesserte Lernleistung hinsichtlich der darauf folgenden Behandlung des Themas im Unterricht gegeben war.

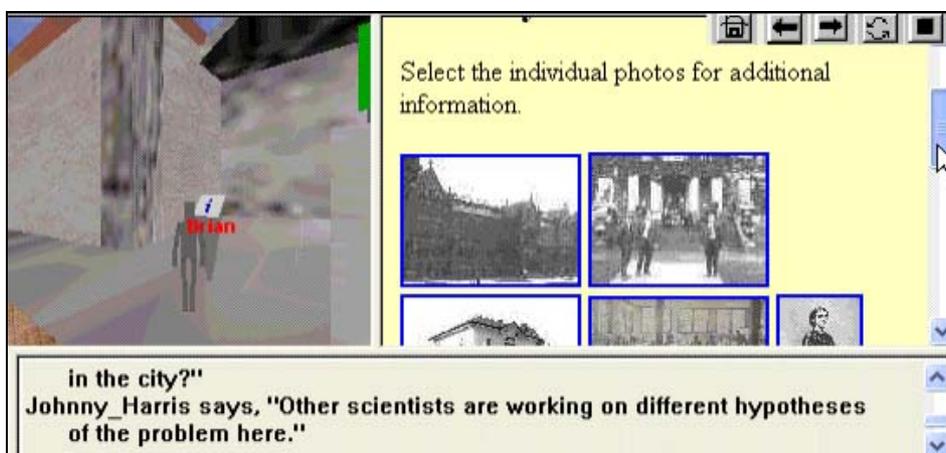


Abb.10: Einholen von Informationen in der virtuellen Lernumgebung „River City University“
URL: <http://www.activeworlds.com/3dhomepage/tutorial/popup.htm>

Darüber hinaus ist es auch sinnvoll, direkt in die virtuelle Welt wissenserwerbsbezogene Hilfestellungen zu integrieren. Dies kann sowohl lernergesteuert erfolgen, indem in kontextsensitiver Weise zusätzliche Informationen abgerufen werden können (Bowman et al., 1999; vgl. Abschnitt 2). Virtuelle Welten können auch Elemente intelligenter *tutorieller Programme* beinhalten, die aufgrund von lernerbezogenen Diagnosemechanismen eine aktive Hilfestellung geben. Beispielsweise können Lernende von einem virtuellen pädagogischen Agenten begleitet werden.

4 Personale Präsenz in virtuellen Lernwelten

.....

Das vorangegangene Beispiel virtueller Agenten verdeutlicht einen weiteren Aspekt virtueller Lernwelten: sie können „bevölkert“ sein. Dadurch erweitert sich ihr instruktionales Spektrum noch einmal drastisch. Zwar verfügen derzeit nur wenige der lernbezogenen virtuellen Welten über die Möglichkeit, mehrere Personen auftreten zu lassen. Im Freizeitsektor existieren allerdings bereits dreidimensional-interaktive Online-Spielwelten, in denen mehrere Tausend Personen dargestellt werden können.

Bei der Analyse der lernpsychologischen Implikationen der personalen Präsenz lassen sich drei Facetten unterscheiden: das Darstellungsformat der eigenen Person, die Darstellung anderer realer Personen, sowie die Anwesenheit virtueller Personen.

4.1 Die Darstellung der eigenen Person in virtuellen Lernumgebungen

Es gibt verschiedene Varianten für die Darstellung der Lernenden. In den meisten virtuellen Lernumgebungen werden die Lernenden selbst nicht visualisiert, das heißt, die Darstellung erfolgt aus der Ich-Perspektive. Eine Alternative besteht darin, Lernende als so genannte Avatare oder Stellvertreterpersönlichkeiten zu visualisieren. Die Kamera steht bei einer solchen third person perspective entweder im Rücken des Avatars, so dass es zu einer deutlichen Überlappung zwischen der Sichtweise der Lernenden und der interpolierten „Sichtweise“ des Avatars kommt. Oder sie wird seitlich des Avatars positioniert, so dass der Nutzer seinen Avatar wie ein unabhängiger Beobachter betrachten kann.

Die Forderungen nach Authentizität, Unmittelbarkeit des Erlebens und einer Lernerfahrung „aus erster Hand“ sollten eigentlich nahe legen, dass die Darstellung aus der Ich-Perspektive einer Avatar-Darstellung überlegen ist. Interessanterweise fand sich in Studien von Slater und Usoh (1993) das Gegenteil. Dort wurde das Gefühl der Präsenz bei Avatar-Darstellungen als höher eingeschätzt.

4.2 Die Anwesenheit realer Personen

Eine virtuelle Umgebung, die von mehreren realen Personen simultan aufgesucht werden kann, eröffnet eine ganze Palette von instruktionalen Gestaltungsmöglichkeiten. Tutoren, die gemeinsam mit den Lernenden als Avatare in der Lernwelt agieren, können deren Verhalten und Lernfortschritte überwachen und diagnostizieren oder ihnen Feedback geben. Die Anwesenheit anderer Lernenden hingegen eröffnet die ganze Bandbreite des kollaborativen Lernens, seien es Formen des reziproken Unterrichts, Gruppendiskussionen oder das gemeinsame Experimentieren. Es lassen sich insbesondere solche Lehr- und Lernmethoden implementieren, die eine kritische Reflektion des Lernstoffes, das Aushandeln von Zielen und Konflikten, die gemeinsame Bearbeitung von Problemen oder die Artikulation eigenen Verstehens betonen.

Darüber hinaus bietet die Anwesenheit anderer Personen in einer virtuellen Umgebung zwei weitere Vorteile, die für andere Formen netzbasierter Interaktionen nicht, oder nur zum Teil zutreffen. Erstens gewährleisten *virtuelle Realitäten* wechselseitige Aufmerksamkeit, das heißt, die Lernenden können jederzeit erfassen, welche andere Personen in der Umgebung anwesend sind. Der zweite Vorteil besteht darin, dass sich die Personen in einem gemeinsamen (allerdings virtuellen) Raum befinden. Dies sorgt für einen übereinstimmenden situativen Hintergrund und ermöglicht dadurch beispielsweise eindeutig interpretierbare Referenzierungen auf Objekte innerhalb der Umgebung. So sind Zeigegesten und Blickrichtungen in virtuellen Umgebungen bedeutungstragend – eine Eigenschaft, die selbst *Videokonferenzen* nicht aufweisen.

4.3 Die Anwesenheit virtueller Personen

Virtuelle Realitäten können schließlich auch virtuelle Personen umfassen. Solche virtuellen Personen, die im pädagogisch-wissenschaftlichen Kontext als autonome Akteure bezeichnet werden, können dieselben Handlungen ausführen wie reale Personen. Sie können also als virtuelle Tutoren oder virtuelle Peer-Lerner auftreten und in dieser Funktion als personifizierte intelligente tutorielle Systeme mit den Lernenden in Interaktion treten (Johnson, Rickel & Lester, 2000).

Natürlich hängt die Qualität solcher Interaktionen unmittelbar mit der „Intelligenz“ der virtuellen Akteure zusammen. Im Vergleich mit virtuellen Umgebungen, in denen reale Personen agieren, scheinen Settings mit virtuellen Personen aufgrund der Einschränkungen, etwa beim Verstehen gesprochener Sprache, deutlich unterlegen zu sein. Demgegenüber stehen aber zwei Vorteile virtueller Charaktere: Sie sind jederzeit verfügbar und sie zeichnen sich in aufwändigen virtuellen Umgebungen durch ein deutlich umfassenderes Handlungsrepertoire aus.

Ein Beispiel hierfür ist Steve (Soar Training Expert for Virtual Environments), der in der US-Marine-Ausbildung eingesetzt wird (Johnson et al., 2000). Der virtuelle pädagogische Akteur Steve weist Lernende in die Funktionsweise des Maschinenraums eines Marinekreuzers ein. Er ist in der Lage, Handlungsschritte wie die Betätigung bestimmter Hebel zu demonstrieren, die Aufmerksamkeit der Lernenden durch Zeigegesten und Blickrichtungen zu lenken, und er kann die Lernenden bei der Navigation durch den virtuellen Maschinenraum unterstützen. Darüber hinaus kann er auf Objekte zeigen, und bewegten Objekten mit dem Blick folgen. Er ist in der Lage, zustimmend mit dem Kopf zu nicken und durch Mimik, Gestik und Körperhaltung Zustimmung oder Ablehnung auszudrücken.

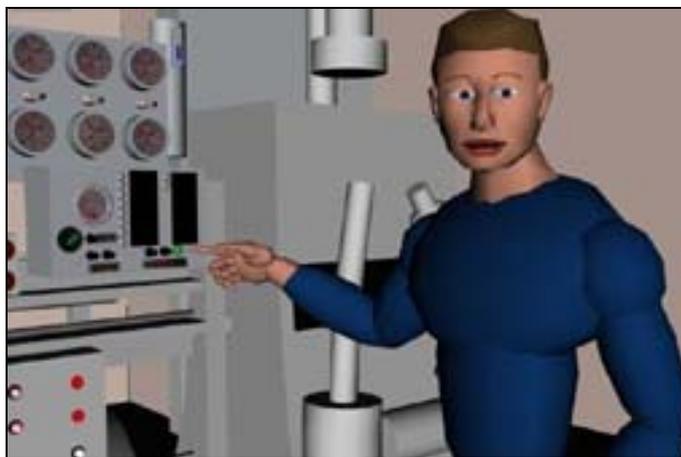


Abb.11: Avatar „Steve“ erklärt den Maschinenraum eines US-Marinekreuzers

URL: <http://www.isi.edu/isd/VET/steve-demo.html>

5 Organisation von Lernumgebungen

Häufig sind virtuelle Umgebungen nicht nur als singuläre Einzelanwendungen gestaltet. Vielmehr sind sie als „virtuelle Universitäten“ konzipiert, die den Lernenden typischerweise eine umfangreiche Palette spezialisierter und aufeinander abgestimmter Softwarekomponenten zur Verfügung stellen (Hesse & Schwan, in press). So kann ein internetbasierter Kurs den Lernenden den Zugriff auf Online-Vorlesungen, die Recherche in Literaturlistenbanken und die Teilnahme an *synchronen* Diskussionsforen und *asynchronen* virtuellen Seminaren ermöglichen. Referate und Präsentationen werden trotz räumlicher Verteilung gemeinsam erarbeitet und in eigens dafür vorgesehenen Dokumentverwaltungen abgelegt. Schließlich können auch Studienorganisation und Erfolgskontrolle mittels netzbasierter Module erfolgen.

Mit steigender Komplexität solcher netzbasierter Lernplattformen stellen sich allerdings für die Lernenden vor allem drei Probleme, nämlich das der Orientierung (Wo befinde ich mich innerhalb der Lernumgebung?), der Navigation (Wie gelange ich zu einem bestimmten Modul?) und der Nutzung der Lernumgebung (Was kann ich innerhalb des Moduls an Lernaktivitäten realisieren?).

Eine Möglichkeit zur Reduzierung dieser Schwierigkeiten besteht darin, die Lernplattform in ihrer Gesamtheit als virtuelle Realität zu gestalten. Die virtuelle Realität dient in diesem Falle also nicht der Vermittlung bestimmter Lerninhalte, sondern einer Veranschaulichung der organisatorischen Struktur der Lernumgebung. Hierbei wird häufig die Metapher eines Universitätscampus oder eines Gebäudes benutzt. So kann ein virtueller Campus etwa Verwaltungs-, Bibliotheks- und Fachbereiche umfassen. Die virtuellen Gebäude enthalten Eingangsbereiche mit öffentlichen Anschlagbrettern, informelle „Sitzecken“, Büros der Tutoren und Moderatoren, Vorlesungssäle, Seminarräume und virtuelle Laboratorien. Hinter den verschiedenen Arealen der virtuellen Realität verbergen sich jeweils entsprechende Softwarewerkzeuge, die aber nicht notwendigerweise in Form einer virtuellen Realität gestaltet sein müssen: beispielsweise kann dem Bibliotheksbereich eine Literaturlistenbank, den informellen Sitzecken ein Chat, dem Seminarraum eine Computerkonferenz und dem Tutorenbüro eine Homepage mit E-Mail-Adresse zugeordnet sein.



Abb.12: Metapher eines Lofts als virtuelle Lernumgebung
URL: <http://www.3dna.net/products/loft2.htm>

Aus kognitionspsychologischer Perspektive bringt eine solche Gestaltung der Lernplattform eine Reihe von Vorteilen. Erstens ist die räumliche Situierung eines komplexen Sachverhalts (in diesem Fall der Organisation der Lernumgebung) mit einem verbesserten Erwerb und Behalten von strukturellem Wissen verbunden. Zweitens ermöglicht es die Campus-Metapher, bei der konkreten Ausgestaltung des virtuellen Campus auf psychologische Erkenntnisse über die Orientierung in (realen) Stadträumen und Gebäuden zurückzugreifen. So können beispielsweise markante visuelle Gestaltungsmerkmale die Unterscheidbarkeit von Arealen und damit die Orientierung auf dem Campus unterstützen. Schließlich hat es sich vor allem bei komplexeren Umgebungen als sinnvoll erwiesen, den Nutzern zusätzliche Orientierungshilfen verfügbar zu machen, beispielsweise in Form von "guided tours" durch die Lernumwelt oder als Übersichtskarten, die das Gelände aus der Vogelperspektive veranschaulichen.

Drittens erlaubt die Modellierung einer computergestützten Lernumgebung in Analogie zu realen Lernumgebungen wie Schulen oder Universitäten, sich deren architektonischen Möglichkeiten der Verhaltenskanalisierung zu Nutze zu machen. So unterscheidet sich in der realen Hochschule die Art der Kommunikation in einem Hörsaal durch ihren frontalen Charakter von der in einem Seminarraum, in dem die Diskussion unter den Lernenden erwünscht ist. Wird die virtuelle Hochschule analog zu bereits vertrauten Lernorten gestaltet, ergibt sich eine kognitive Entlastung der Lernenden, denn die Menge der Verhaltensregeln, die gelernt und beachtet werden müssen wird reduziert.

Die Entsprechung zwischen computerbasierter Lernumgebung und realen Lernorten, wie sie durch die Metapher des „virtuellen Campus“ nahe gelegt wird, hat allerdings auch Nachteile. Zum einen ist sie nur dann von Nutzen, wenn die Funktionalitäten und Verhaltensmöglichkeiten der virtuellen Lernorte auch tatsächlich mit denen realer Lernorte korrespondieren. Im gegenteiligen Fall werden Lernende zu Verhaltensweisen verleitet, die keine Basis in der virtuellen Welt besitzen, so dass sich ihre Erlernbarkeit reduziert und Handlungsfehler und Fehlkonzeptionen erhöhen.

Darüber hinaus handelt es sich um eine „konservative“ Strategie der Schnittstellengestaltung, denn bei konsequenter Umsetzung der Metapher werden auch die Beschränkungen der realen Lernorte auf die virtuellen Lernorte übertragen. Beispielsweise kann man sich auf einem realen Campus gleichzeitig nur an einem Ort befinden. Desgleichen kostet es Zeit, sich von einem Ort des realen Campus zu einem anderen zu bewegen, während auf dem virtuellen Campus die Möglichkeit der „Teleportation“ besteht.

6 Fazit

.....

Durch die Entwicklung virtueller Realitäten haben sich eine Reihe neuer Möglichkeiten der Wissensvermittlung entwickelt. Zum einen handelt es sich bei virtuellen Welten um Präsentationsformen, die einen höheren Realismusgrad aufweisen als alle bisher verfügbaren Medien. Andererseits sind sie gleichermaßen dazu geeignet, abstrakte Informationen, die den Sinnesorganen nicht unmittelbar zugänglich sind, erfahrbar zu machen. Außerdem ergeben sich vielfältige didaktische Entscheidungsmöglichkeiten. Virtuelle Welten können als Explorationswelten, Trainingswelten, Experimentierwelten und Konstruktionswelten gestaltet werden. Darüber hinaus können sie zunehmend auch in kollaborativer Form von mehreren Lernern und ihren - realen oder virtuellen - Tutoren genutzt werden.

Abgesehen von Trainingswelten, deren Lerneffektivität mittlerweile hinreichend belegt ist, ist die empirische Evidenz für die Eignung virtueller Welten zur Vermittlung konzeptuellen Wissens bisher gering. In den vorhandenen Studien hat sich erstens gezeigt, dass *virtuelle Realitäten* mit einer

hohen Nutzungsmotivation von Seiten der Lernenden verbunden sind (Winn & Jackson, 1999). Offen bleibt zum gegenwärtigen Zeitpunkt allerdings, welche Rolle dabei die Neuartigkeit des Mediums spielt. Was zweitens den Wissenserwerb selbst anbelangt, zeigen die wenigen empirischen Studien uneinheitliche Befunde. Ein Lernzuwachs konnte insbesondere bei virtuellen Lernwelten festgestellt werden, in denen abstrakte Konzepte veranschaulicht werden: Etwa das Bindungsverhalten chemischer Moleküle oder das Verhalten elektrischer Felder. Hierbei scheint aber weniger der Aspekt der dreidimensionalen Veranschaulichung, sondern in stärkerem Maß die Möglichkeit zu deren interaktiver Manipulation ausschlaggebend zu sein. Bei virtuellen Lernwelten, die mit realen Sachverhalten operieren, ergab sich in mehreren Studien dagegen kein bedeutsamer Lernzuwachs (Bowman et al., 1999; Dede et al., 1996; Roussos et al., 1999; Salzman et al., 1999; Youngblut, 1998). In der Studie von Bowman et al. (1999) fand sich allerdings, dass die Schülergruppe, die die virtuelle Realität genutzt hatte, vom darauf folgenden Unterricht in stärkerem Maße profitierte.

Aus diesen wenigen Befunden lassen sich nur erste, vorläufige Schlussfolgerungen in Bezug auf die Eignung von *virtuellen Realitäten* für den Wissenserwerb ziehen. Demnach besitzen virtuelle Lernwelten einen besonderen Stellenwert bei der Veranschaulichung abstrakter Sachverhalte. In anderen Fällen scheinen sie dagegen eher dazu geeignet zu sein, Lernende zur Auseinandersetzung mit einem Thema zu motivieren und einführende, anschauliche Beispiele zu vermitteln, deren eigentliche Lernwirksamkeit sich aber erst im einbettenden traditionellen Unterricht entfaltet. In Übereinstimmung mit dem Forschungsstand zu *Multimedia* scheinen hierbei insbesondere jüngere Schüler und Schüler mit geringen kognitiven Fertigkeiten von solchen Veranschaulichungen zu profitieren, die auf leicht verständlichen depiktionalen Zeichensystemen beruhen (Dede et al., 1996; Winn & Jackson, 1999).

Eine mögliche Ursache für die bislang eher geringe Lerneffektivität von virtuellen Welten mag darin begründet sein, dass es sich – verglichen mit der Differenzierung und Informationsdichte traditioneller medienbasierter Lehrstoffpräsentationen – bei vielen dieser Welten noch um relativ "informationsarme" Darstellungen handelt. Darüber hinaus existieren auch gestalterische Spannungsfelder, für die bislang noch keine befriedigenden Lösungen entwickelt wurden. Ein solches Spannungsfeld betrifft das Verhältnis zwischen dem Umfang an Aktionsmöglichkeiten in der virtuellen Realität und der damit einhergehenden Belastung der Lernenden durch wissenserwerbsfremde Steuerungsprozesse (vgl. Abschnitt 3.2). Ein zweites Spannungsfeld betrifft den Konflikt zwischen einer größtmöglichen Realitätsnähe der virtuellen Realität und der Möglichkeit einer „distanzierten“ Reflektion des Lerngegenstands, die als Voraussetzung für die Wissenselaboration angesehen wird (vgl. Abschnitt 2). Prospektiv bedeutet dies, dass Fragen der technischen Realisierung zunehmend ergänzt werden müssen um eine stärker pädagogisch-psychologische Forschungsperspektive, die die Frage der Interdependenz von Wissenserwerb und Gestaltung virtueller Lernumwelten zum Gegenstand hat.

7 Glossar

.....

Asynchrones Lernen

Bezeichnet Lernprozesse bei denen die Kommunikation und Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden zeitlich versetzt stattfindet. Der Benutzer lernt mit Hilfe (*multimedialer*) Lehrmaterialien, gegebenenfalls mit tutorieller Unterstützung (Teletutoring).

Evaluation

Die Evaluation ist eine systematische Untersuchung des Nutzens oder Wertes einer (E-Teaching-) Maßnahme. Die erzielten Ergebnisse, Schlussfolgerungen und Empfehlungen werden aus empi-

risch gewonnenen qualitativen und/oder quantitativen Daten hergeleitet. Im Bildungsbereich wird zwischen der Evaluation während des Bildungsprozesses (auch formative, begleitende oder Prozess-Evaluation genannt) und der Evaluation am Ende der Bildungsmaßnahme (auch summative, Produkt- oder Ergebnis-Evaluation genannt) unterschieden.

Interaktivität

Interaktivität in Bezug auf Computersysteme beschreibt die Eigenschaften von Software, dem Benutzer verschiedene Eingriffs- und Steuermöglichkeiten zu eröffnen. Mit der Idee der Interaktivität ist im Zusammenhang mit digitalen Medien außerdem die wechselseitige Kommunikation von Sender und Empfänger gemeint: ein "Empfänger" kann zum "Sender" werden und umgekehrt.

Kognitive Werkzeuge

Kognitive Werkzeuge sind digitale Medien, die Wissen nicht repräsentieren, sondern Lernende bei der aktiven Konstruktion von Wissen unterstützen (von einfachen Textverarbeitungsprogrammen bis hin zu komplexen Simulationsprogrammen).

Kompilierung → Compiler

Ein Compiler ist eine Software zur Übersetzung des Quellcodes einer Programmiersprache in einen für den Computer und dessen Betriebssystem ausführbaren Maschinencode. Im Falle der Programmiersprache Java wird der Quellcode in einen Byte-Code übersetzt, der dann von einem Java Interpreter ausgeführt wird. Interpreter sind mit Compilern verwandt. So genannte Transcompiler können Codes in anderen Programmiersprachen als der Ausgangssprache erzeugen. Kompilierte Programme durchlaufen verschiedene Optimierungsphasen, durch die die Geschwindigkeit und Dateigröße verbessert werden. Ein Linker führt nach der Kompilierung die einzelnen Dateien zu einem Programm zusammen. Die Übersetzung durch einen Compiler findet vor Ablauf des Programms statt. Just-In-Time-Compiler stellen eine Sonderform dar, bei denen das Programm erst zur Laufzeit übersetzt wird. Der übersetzte Code wird zwischengespeichert, so dass im Gegensatz zu Interpretern Programmteile nur einmal übersetzt werden müssen.

Multimedia

Multimedia ist der Oberbegriff für Dokumente, die durch den kombinierten Einsatz verschiedener digitaler Medien wie Ton, Text, Grafik und bewegter Bilder entstanden sind. Meistens ist mindestens ein zeitabhängiges Medium, zum Beispiel bewegtes Bild oder Ton, enthalten.

Synchrones Lernen

Synchrones Lernen ist dadurch gekennzeichnet, dass sich Lernende und Lehrende zur gleichen Zeit an verschiedenen Orten befinden und die Kommunikation (nahezu) ohne Zeitverzögerung abläuft. Das ermöglicht Fragen oder auch Diskussionsbeiträge der Lernenden.

Tutorielle Programme

Tutorielle Programme sind Computerprogramme zu Lernzwecken, die neben Übungsaufgaben auch eine eigene Komponente der Wissensvermittlung aufweisen, das heißt im Gegensatz zu Drill & Practice Programmen auch in neue Lerninhalte einführen. In so genannten intelligenten tutoriellen Programmen wird durch eine interne Modellierung des Lernerverhaltens eine optimale („intelligente“) Anpassung an die Lernvoraussetzungen und die absolvierten Lernschritte der Lernenden angestrebt. Die Leistungsfähigkeit dieser Programme ist allerdings in der Vergangenheit hinter den Erwartungen zurückgeblieben.

Videokonferenz

Eine Videokonferenz ist eine Besprechung mehrerer Personen an unterschiedlichen Orten, die per Videokamera oder Webcam und Datenleitungen mit hoher Bandbreite, beispielsweise über das Internet, übertragen wird, wobei sich alle Teilnehmer über Monitor sowie Sprachein- und -ausgabegeräte sehen und hören können.

Virtuelle Realität

Als Virtuelle Realitäten werden durch Computertechnologie simulierte Modelle der Wirklichkeit, die im Gegensatz zu traditionellen künstlichen Wirklichkeiten (z. B. im Film) interaktiv sind, bezeichnet. Der Benutzer kann in den Programmablauf eingreifen und diesen verändern. Die virtuelle Realität wird in zahlreichen Anwendungen in Industrie und Technik eingesetzt, etwa bei Flugsimulatoren, der computergestützten Architektur oder bei der Simulation von chemischen Reaktionen.

8 Literatur

.....

- Bowman, D., Koller, D. & Hodges, L. (in press). *A methodology for the evaluation of travel techniques for immersive virtual environments*. Presence.
- Bowman, D., Wineman, J. & Hodges, L. (1999). *The educational value of an information-rich virtual environment*. Presence, 8 (3), 317-331.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (CTGV). (1997). *The Jasper project: Lessons in curriculum, instruction, assessment, and professional development*. Mahwah, NJ.: Erlbaum.
- Collins, A., Brown, J. S. & Newman, S. (1989). *Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics*. In L.B. Resnick (ed.), *Knowing, learning, and instruction* (pp. 453-494). Hillsdale: Erlbaum.
- Dede, C., Salzman, M. & Loftin, R. (1996). Science Space: Virtual realities for learning complex and abstract scientific concepts. IEEE Virtual Reality Annual International Symposium (pp. 246-253).
- Gick, M. L. & Holyoak, K. J. (1980). *Analogical problem solving*. Cognitive Psychology, 12, pp. 306-355.
- Hesse, F. W. & Schwan, S. (in press). Internet-based Teleteaching. In W. Krank, J.F. Leonhard, H.W. Ludwig & E. Straßner (eds.), *Media: Technology, History, Communication, Aesthetics. An International Handbook of International Research. Handbook of Linguistics and Communication Science*. Berlin: de Gruyter.
- Johnson, W. L., Rickel, J. W. & Lester, J. C. (2000). *Animated pedagogical agents: Face-to-Face interaction in interactive learning environments*. International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol.11, pp. 47-78.
- Lester, J., Stone, B. & Stelling, G. (1999). Lifelike pedagogical agents for mixed-initiative problem solving in constructivist learning environments. User modeling and user-adapted interaction, 9 (1-2), pp. 1-44.
- Mallon, B. & Webb, B. (2000). *Structure, causality, visibility and interaction: Propositions for evaluating engagement in narrative multimedia*. International Journal of Human-Computer Studies, 53 (2), pp. 269-287.
- Rose, P., Attree, E., Brooks, B., Parslow, D., Penn, P. & Ambihapahan, N. (2000). Training in virtual environments: Transfer to real world tasks and equivalence to real task training. Ergonomics, 43 (4), pp. 494-511.
- Roussos, M., Johnson, A., Moher, T., Leigh, J., Vasilakis, C. & Barnes, C. (1999). *Learning and building together in an immersive virtual world*. Presence, 8 (3), pp. 247-263.
- Salzman, M., Dede, C., Loftin, R. & Chen, J. (1999). *A model for understanding how virtual reality aids complex conceptual learning*. Presence, 8 (3), 293-316.
- Slater, M. & Usoh, M. (1993). *The influence of a virtual body on presence in immersive virtual environments*. Proceedings of the Third Annual Conference on Virtual Reality, VR 93, Virtual Reality International, London, pp. 34-42.
- Todorov, E., Shadmehr, R. & Bizzi, E. (1997). Augmented feedback presented in a virtual environment accelerates learning of a difficult motor task. Journal of Motor Behavior, 29 (2), 147-158.

- Wickens, C. & Baker, P. (1995). Cognitive issues in virtual reality. In W. Barfield & T. Furness (eds.), *Virtual reality and advanced interface design* (pp. 515-541). Oxford: Oxford University Press.
- Winn, W. (1993). *A conceptual basis for educational applications of virtual reality*. Seattle: University of Washington, Human Interface Technology Laboratory of the Washington Technology Center. Technical Publication R-93-9.
- Winn, W. & Jackson, R. (1999). Fourteen propositions about educational uses of virtual reality. *Educational Technology*, (4), 5-14.
- Youngblut, C. (1998). *Educational uses of virtual reality technology*. Alexandria, Virginia: Institute for Defense Analysis.

Der Autor:



Stephan Schwan, Prof. Dr.

Internet: <http://www.iwm-kmrc.de/ssc.html>

E-Mail: s.schwan@iwm-kmrc.de

Prof. Dr. Stephan Schwan

Prof. Schwan ist seit 2004 Professor für Lehr-Lern-Forschung und Leiter der Arbeitsgruppe "Wissenserwerb mit Cybermedien" am Institut für Wissensmedien.

Der Autor:



Jürgen Buder, Dr.

Internet: <http://www.uni-tuebingen.de/uni/sil/abtkmps/buder.htm>

E-Mail: j.buder@iwm-kmrc.de

Dr. Jürgen Buder, geb. 1968, wissenschaftlicher Assistent.

Studium Psychologie (Diplom) in Göttingen 1989-1995; Promotion Dr. rer. soc. 2002 in Tübingen.

Tätigkeiten: 1995-2000 Deutsches Institut für Fernstudienforschung Tübingen, seit 2000 am Psychologischen Institut der Universität Tübingen, seit 2002 als wissenschaftlicher Assistent. Seit 2000 Koordinator des DFG-Schwerpunktprogramms "Netzbasierte Wissenskommunikation in Gruppen".

Aktuelle Forschungsschwerpunkte: Kognition in Gruppen; Awareness-Technologien.