

Autor: Rolf Schulmeister  
 Portalbereich: Didaktisches Design/  
 Mediengestaltung/Interaktivität  
 Stand: 08.11.2005

## Inhaltsverzeichnis

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Einleitung .....   | 1  |
| 2   | Eine Taxonomie von Multimedia-Komponenten .....  | 2  |
| 2.1 | Stufe I: Objekte betrachten und rezipieren.....  | 3  |
| 2.2 | Stufe II: Multiple Darstellungen betrachten und rezipieren .....                                       | 5  |
| 2.3 | Stufe III: Die Repräsentationsform variieren .....   | 6  |
| 2.4 | Stufe IV: Den Inhalt der Komponente beeinflussen: Variation durch Parameter- oder Datenvariation ..... | 8  |
| 2.5 | Stufe V: Das Objekt bzw. den Inhalt der Repräsentation konstruieren und Prozesse generieren .....      | 11 |
| 2.6 | Stufe VI: Konstruktive und manipulierende Handlungen mit situations-abhängigen Rückmeldungen .....     | 13 |
| 3   | Allgemeine Interpretation .....  | 16 |
|     | Referenzen .....   | 17 |
|     | Anhang A: Metadaten .....  | 18 |
|     | Glossar.....   | 19 |

## 1 Einleitung<sup>1</sup>

Ich werde in diesem Aufsatz einen Vorschlag unterbreiten für die Skalierung des Metadaten-Typus „Interaktivität“ (zur Einordnung dieses Vorschlags in vorliegende Metadaten-Entwürfe vgl. Anhang). Als Ausgangspunkt nehme ich eine Bildschirmseite in einem multimedialen Lernsystem oder eine Web-Seite in einer Lernplattform, auf der sich außer Text auch andere *Multimedia*<sup>2</sup>-Komponenten in einem eigenen „Behälter“ (Rahmen, *Frame*) befinden. Unter *Multimedia*-Komponenten werden hier beispielsweise Bilder, Grafiken, *Animationen*, Filme, Audiobeispiele oder Tabellen, Formeln, *Java Applets* sowie *Flash*-Programme verstanden. Am Beispiel einer solchen Seite stellt sich die Frage, wie viel Handlungsfreiheit die Autoren den Benutzern der Seite einräumen bzw. welche Interaktivitätstypen oder –grade sie für die *Multimedia*-Komponente vorgesehen haben.

Vielfach werden von den Autoren oder Rezensenten von Lernprogrammen die jeweiligen Anwendungen als „interaktiv“ bezeichnet, obwohl die Web-Seiten in einer Lernplattform oder die Seiten ihres *Multimedia*-Programms keine interaktiven Elemente enthalten. Eine Seite wie die folgende enthält beispielsweise nur Menüs und Schaltfelder für den Wechsel zu anderen Kapiteln oder Seiten des Lernprogramms.

<sup>1</sup> Ich danke Joachim Wedekind für die aktive Mitarbeit an dieser Fassung des Taxonomie-Konzepts, das ohne seinen beharrlichen Einsatz nicht zustande gekommen wäre.

<sup>2</sup> Kursiv gesetzte Begriffe werden im Glossar erläutert.

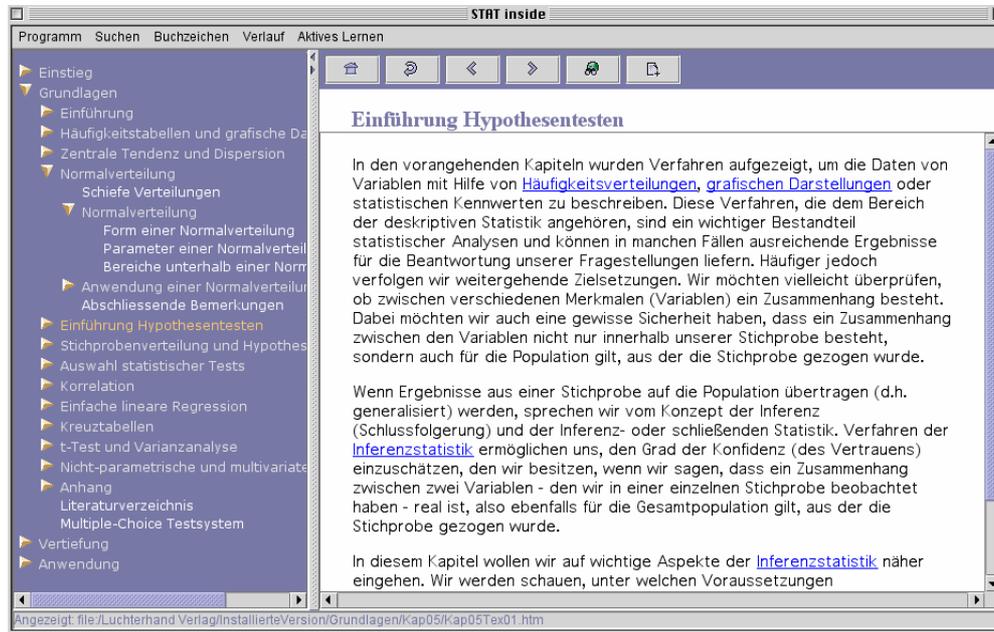


Abb. 1: Typische Bildschirmseite aus dem Programm STATinside (Stadler, 2001)

Wird eine solche Anwendung als interaktiv bezeichnet, liegt m.E. eine Verwechslung von Navigation und Interaktion vor. Die Navigation dient lediglich zum Steuern des Ablaufs, zum Wechseln des Displays oder zur Auswahl der betrachteten Seite. Der Begriff der Interaktivität ist also streng zu unterscheiden von der Navigation. Als Interaktion verstehe ich das Handeln mit dem Objekt, dem Gegenstand oder Inhalt der Seite. Wobei wir uns bewusst sein sollten, dass man den Begriff der Interaktion besser für die Kommunikation von Menschen untereinander reservieren sollte, während man für den handelnden Umgang mit Lernobjekten stattdessen den Begriff der Interaktivität gebrauchen könnte (Schulmeister 2004, S. 30).

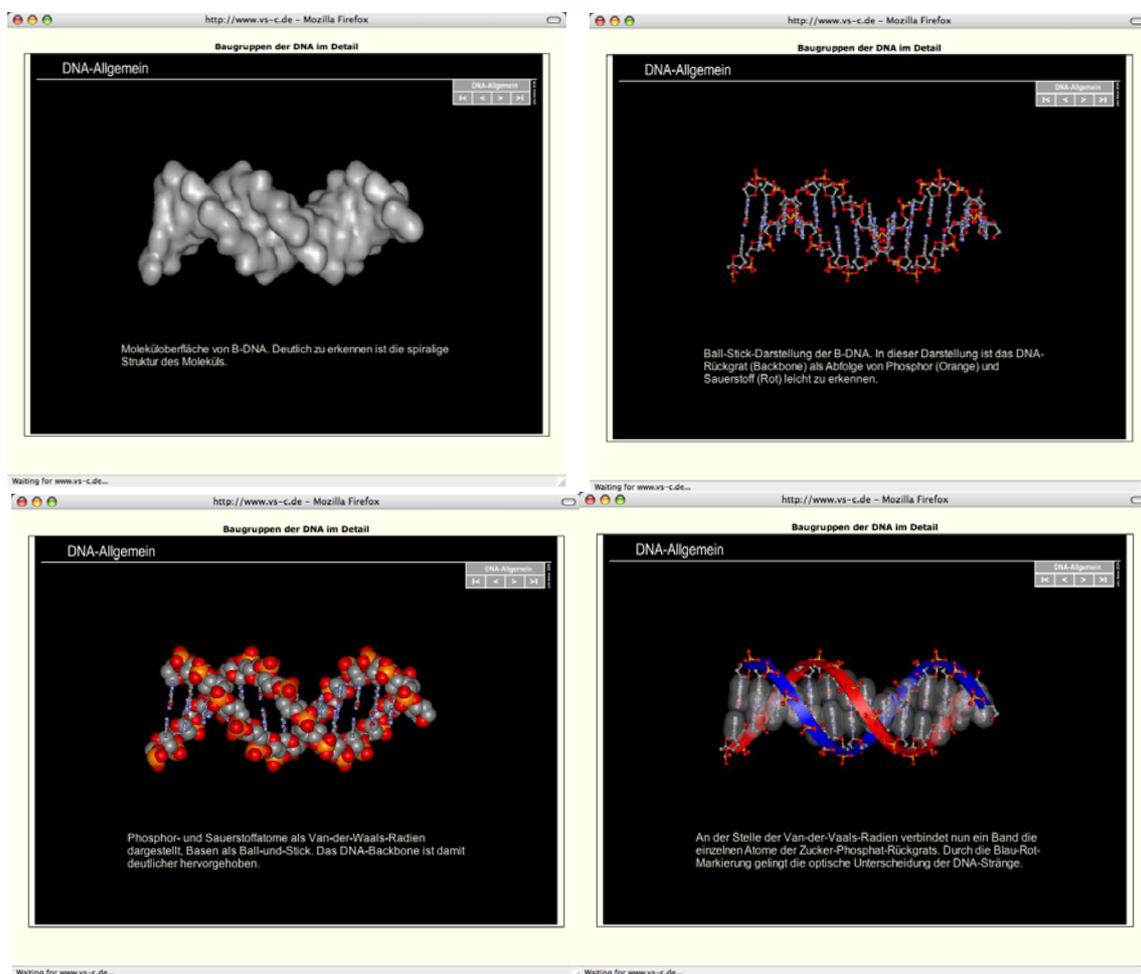
## 2 Eine Taxonomie von Multimedia-Komponenten

Ich unterscheide im Folgenden sechs Stufen, die nach dem Grad der Interaktivität differenziert werden, den sie den Benutzern anbieten. Diese Stufung bezieht sich einerseits auf Text-Bild- und Text-Film-, d.h. Multimedia-Komponenten in einem Lernsystem, andererseits auf interaktive Programme bzw. Programmkomponenten im Lernsystem. Die sechs Stufen werden jeweils mit Abbildungen aus Lernsystemen bzw. Programmen illustriert.

Diese Taxonomie ähnelt der „Guerra Scale“ (Guerra & Heffernan, 2004), die mit 10 Stufen zwar etwas differenzierter, aber dadurch in den Abgrenzungen auch unschärfer wird. „Dass Computerspiele nicht interaktiv sein sollen, klingt zunächst einmal paradox, werden sie doch landläufig als Paradebeispiele für Interaktivität, gar als ‚interaktive Kunstform‘ betrachtet“, schreibt Mathias Mertens (2005), um am Ende seiner Überlegungen zu postulieren, dass reflexive Computerspiele doch Interaktivität besitzen können. In der Tat sind Computerspiele ein gutes Beispiel für reaktive Systeme und nicht für interaktive Systeme.

## 2.1 Stufe I: Objekte betrachten und rezipieren

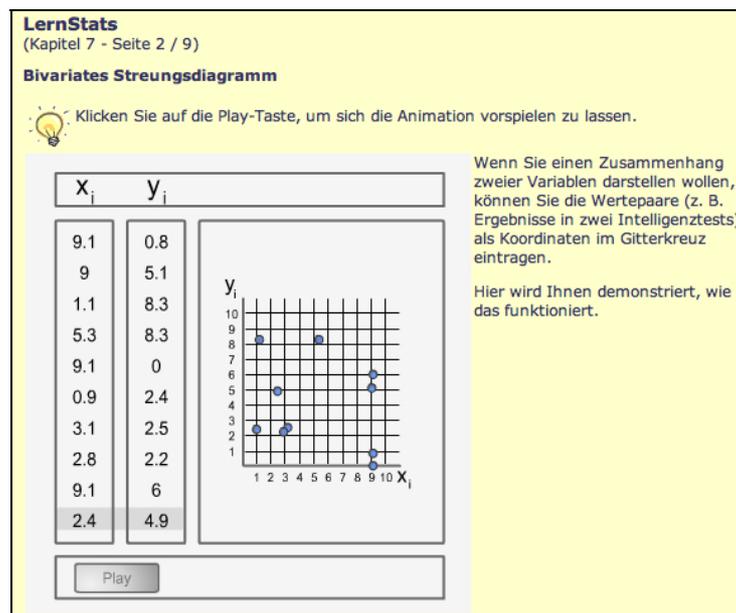
In vielen Texten werden vorgefertigte *Multimedia*-Komponenten eingesetzt, die der Benutzer betrachten (Bilder, Grafik) oder abspielen kann (Ton, Film, *Flash-Animation* usw.), wobei die Betrachter oder Zuhörer keinen weiteren Einfluss auf die Darstellung der Komponenten haben. Auf dieser Stufe der Interaktivität kann der Benutzer die Multimedia-Komponenten nur betrachten, lesen oder anhören. Die multimedialen Komponenten haben in diesem Fall nur die Funktion der Illustration oder Information. Ihr Inhalt bleibt konstant.



**Abb. 2:** Standbilder aus einem Tutorial über Nucleinsäuren (Kröger et al., 2002), [http://www.vs-c.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/5/bc/vlus/dna.vlu/Page/vsc/de/ch/5/bc/nucleinsauren/dna\\_strukturen/dna\\_doppelhelix/dna\\_doppelhelix.vscml.html](http://www.vs-c.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/5/bc/vlus/dna.vlu/Page/vsc/de/ch/5/bc/nucleinsauren/dna_strukturen/dna_doppelhelix/dna_doppelhelix.vscml.html)

Die Studierenden können durch Rechts-Links-Pfeile zwischen verschiedenen Darstellungen der Moleküloberfläche von B-DNA wechseln: Ball-and-Stick-Darstellung, Phosphor- und Sauerstoffatome als Van-der-Waals-Radien, Basen als Ball-and-Stick, optische Unterscheidung (Blau-Rot) der DNA-Stränge.

Entsprechendes gilt für Programme oder Programmkomponenten: Sie können von den Benutzern nur gestartet werden und der weitere Programmablauf erfolgt automatisch. Das Ergebnis können die Benutzer nur beobachten und betrachten. Sie haben keine weiteren Eingriffsmöglichkeiten. Das gilt i.d.R. für die Berechnung und (animierte) Darstellung von mathematisch beschriebenen Strukturen und Prozessen.



**Abb.3: Automatischer Programmablauf in LernSTATS: Korrelationsdiagramm (Schulmeister & Jacobs, 1992-1996), [http://www.lernstats.de/web/php/uebungen.php?lang=de&sub=korrelation?07\\_02](http://www.lernstats.de/web/php/uebungen.php?lang=de&sub=korrelation?07_02)**

*Hier wird ein Korrelationsdiagramm automatisch aus den Wertelisten zweier Variablen  $x$  und  $y$  erzeugt. Die Benutzer können den Vorgang wiederholen und schrittweise ablaufen lassen, sie haben aber keinen Einfluss auf die Wertelisten oder die Grafik. Man vergleiche dieses Beispiel mit der Übung in Abb. 8, in der die Benutzer die Punkte im Korrelationsdiagramm verschieben können, um die Auswirkung auf die Wertepaare der beiden Variablen analysieren zu können.*

Eigentlich müsste man bei diesen und vergleichbaren Beispielen von einer Stufe 0 der Interaktivität sprechen, weil es keine Interaktion gibt — außer dem Aufruf eines Bildes oder dem Auslösen eines Abspieldvorgangs. Aber wir orientieren uns hier an anderen Taxonomien, die mit der Stufe 1 beginnen. Technisch betrachtet, ist diese Stufe zwar simpel, didaktisch betrachtet, ist sie aber nicht unbedeutend: Es geht einerseits darum, Sachverhalte, Strukturen und Prozesse zu veranschaulichen, Abstraktes zu visualisieren. Dies ist besonders deshalb wichtig, weil wir von der kognitiven Psychologie (etwa der von Jean Piaget oder Jerome Bruner) wissen, wie wichtig die Phase des Lebens ist, in der zuerst und vorwiegend über Anschauung und konkretes Handeln gelernt wird, ein Lernverhalten, zu dem auch erwachsene Lerner immer wieder greifen, wenn sie neuen und unbekanntem Inhalten gegenüber stehen. Es geht zweitens darum, so viel reale Daten, Informationen und Lernobjekte in die Lehre einzubeziehen wie möglich. Und in vielen Wissenschaftsbereichen haben wir es mit realen Objekten zu tun: In der Zeitgeschichte, der Archäologie, der Biologie etc.

## 2.2 Stufe II: Multiple Darstellungen betrachten und rezipieren

Auf der nächsten Stufe sind die *Multimedia*- bzw. Programm-Komponenten zwar ebenfalls vorgefertigt, aber es existieren für einige Komponenten mehrere Optionen. Die Benutzer können dabei etwa durch Mausklick auf ein Bild ein weiteres Bild im selben Rahmen zum Vorschein bringen (z.B. durch *Animated GIF*) oder sie können, allgemeiner formuliert, durch Klicken in den Rahmen der *Multimedia*-Komponente, durch Auswahl von Optionen oder aus Menüs sowie durch Hypertext-Links den Inhalt des Behälters austauschen.

So können beispielsweise mehrere Versionen einer Grafik nacheinander aufgerufen, mehrere Musikstücke, Filme oder *Animationen* nacheinander abgespielt werden. Auch auf dieser Stufe der Interaktivität können die Benutzer das Ergebnis, die Repräsentation der Komponente, nur betrachten, und auch hier haben die Multimedia-Komponente nur die Funktion der Illustration oder Information. Diese Interaktivitätsstufe unterstützt damit expositorische Lernaktivitäten (vgl. Mellar et al., 1994), bei denen die Lernenden Informationen durcharbeiten, die vom Programm bzw. den Programmautoren auf einem festgelegten Anspruchsniveau angeboten werden.

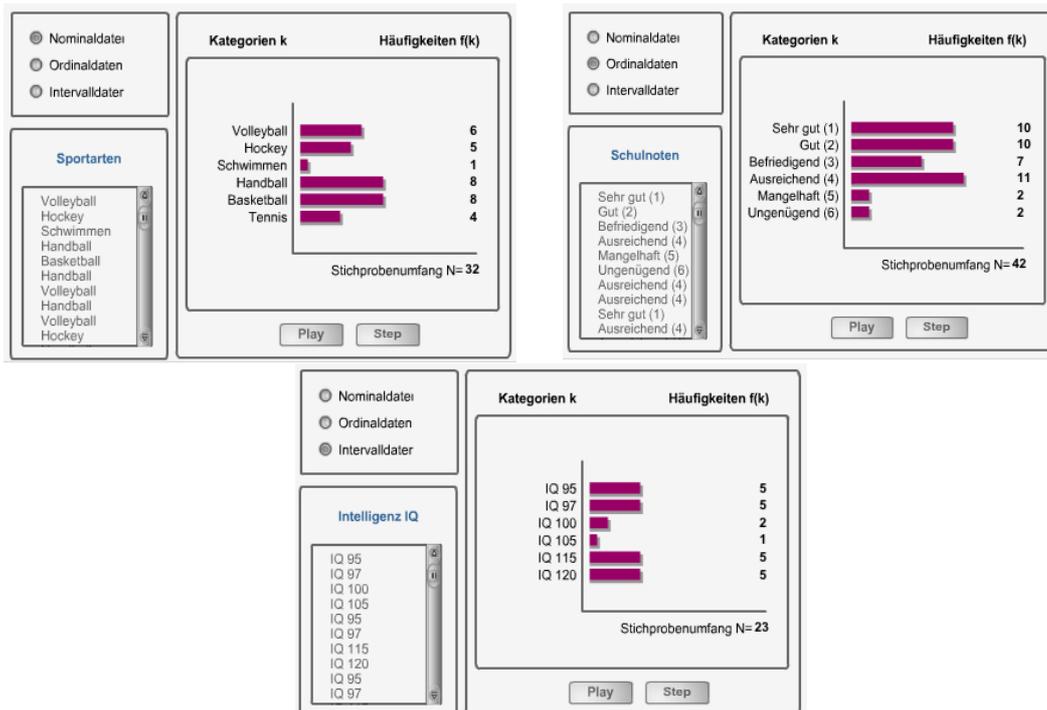


Abb. 4: Multiple Repräsentationen (Schulmeister & Jacobs, 1992-1996), [http://www.lernstats.de/web/php/uebungen.php?lang=de&sub=haeufigkeitsverteilungen?03\\_02](http://www.lernstats.de/web/php/uebungen.php?lang=de&sub=haeufigkeitsverteilungen?03_02)

*Die Studierenden können mehrere Datenreihen auswählen und für jede Datenreihe ein Balkendiagramm zeichnen lassen. Sie können den Vorgang mehrfach wiederholen, nicht aber die Daten oder den Grafiktyp ändern.*

Entsprechendes gilt für Programm-Komponenten in einer Lernumgebung. Z.B. kann eine vorprogrammierte Sequenz von den Benutzern mehrfach wiederholt werden. Sie können dabei zwischen mehreren Optionen wählen, so dass etwa innerhalb derselben Übung mehrere Variationen angeboten werden. Die Benutzer haben aber nach wie vor keine Möglichkeit, den Ablauf des Programms zu modifizieren oder den Inhalt der Übung zu beeinflussen.



Abb. 5: Die Firma: Dialog als Video und als Text (Metzger, Schulmeister & Zienert, 2000)

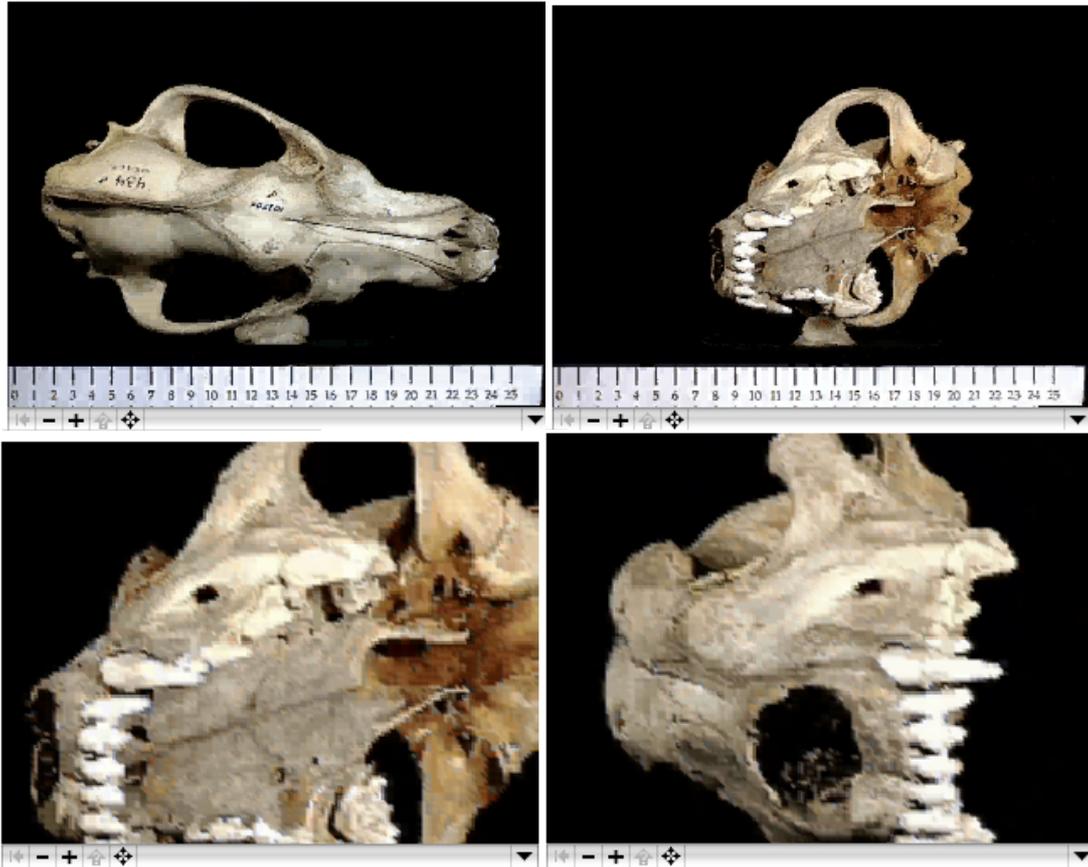
*Eine typische Seite aus den Dialogen des Lernprogramms „Die Firma. Deutsche Gebärdensprache Do It Yourself“ zur Gebärdensprache: Die Benutzer können Text auswählen und die Filme abspielen. Auf den Inhalt haben sie keinen Einfluss. Texte und Filme können sie nicht verändern.*

Warum kann es aus didaktischer Sicht sinnvoll sein, Serien von Bildern oder Filmen oder anderen Lernobjekten auswählen und austauschen zu lassen? Es geht einerseits um die Vielfalt der Realität in der Lehre, damit auch etwas um das Kriterium Authentizität, und es geht andererseits etwas spezieller um den Vergleich, der die heuristischen Lernprozesse unterstützen soll. Vergleich und Kontrast, Variation in der Vielfalt und Gegensatz sowie Widerspruch sind wertvolle Prinzipien in Lernprozessen, die das kritische Denken erweitern und die Qualität der Ergebnisse erhöhen können. Wir sprechen bei Hypertexten und im Konstruktivismus allgemein auch von multiple views, d.h. mehrfachen Sichten auf denselben Gegenstand, die ein wertvolles Lernprinzip bilden.

### 2.3 Stufe III: Die Repräsentationsform variieren

Die Benutzer können auch durch direkte Manipulation der Komponente beispielsweise zweidimensionale Grafiken skalieren oder die Darstellung dreidimensionaler *Animationen* rotieren lassen oder durch Klicken auf interaktive Objekte in Filmen zu anderen Abschnitten eines Filmes verzweigen.

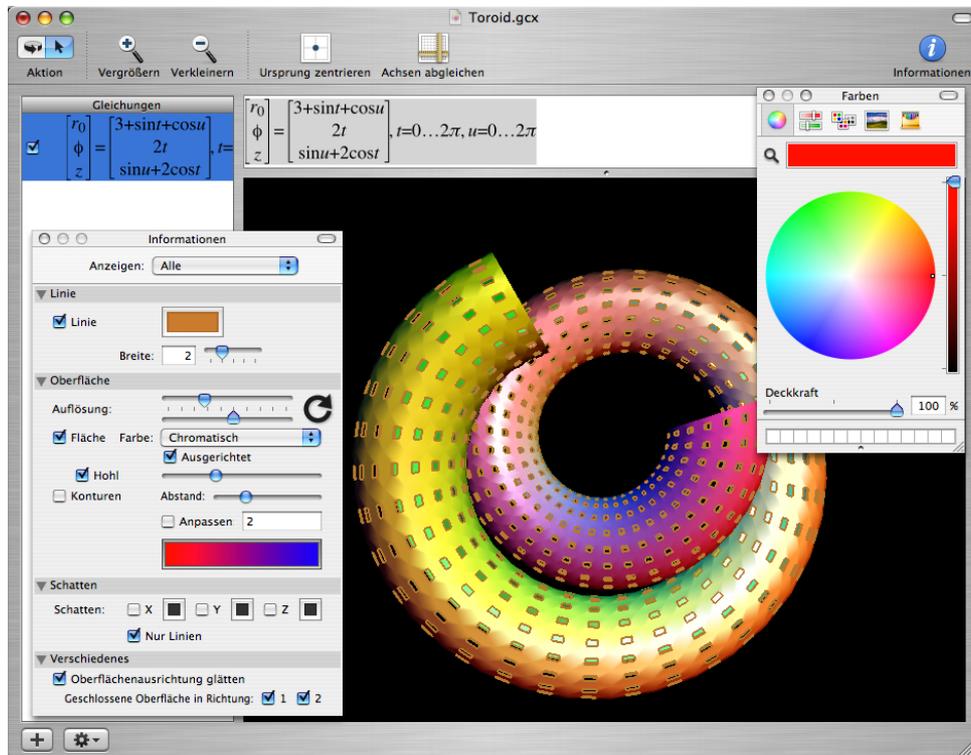
Diese Stufe der Interaktivität vermittelt den Benutzern zum ersten Mal das Erlebnis, einen aktiven Einfluss auf die Darbietung der Multimedia-Komponente zu haben, sie aus verschiedenen Perspektiven oder in verschiedenen Größen betrachten bzw. aktiv in ihr navigieren zu können. Dabei muss einschränkend bemerkt werden, dass das dreidimensionale Objekt oder der interaktive VR-Film selbst unverändert bleibt und die Benutzerhandlungen nur die Repräsentationsform verändern, nicht den Inhalt. Diese Stufe der Interaktivität ist für die Motivation der Lernenden bedeutsam, obwohl auch hier das Multimediaobjekt konstant bleibt.



**Abb. 6: Direkte Manipulation (Drehen, Zoomen) interaktiver 3D Objekte in VR Filmen (Canis lupus, Myers, P. et al., 2005), [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/resources/skulls/canis/c.\\_lupus\\_lycaon/c.\\_lupuslatmovie.mov/view.html](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/resources/skulls/canis/c._lupus_lycaon/c._lupuslatmovie.mov/view.html)**

*Die Studierenden können den Wolfsschädel in der dorsal-ventralen Ansicht frei drehen und für Details hineinzoomen. Sie können jedoch nicht den Gegenstand der Darstellung tauschen. Weitere Ansichten bedürfen weiterer solcher VR-Filme.*

Programme und Programmkomponenten bieten entsprechend auf dieser dritten Stufe den Benutzern weiter gehende Möglichkeiten, den Inhalt zu variieren. Sie können dabei zwischen mehreren Optionen wählen, so dass innerhalb derselben Übung mehrere Variationen angeboten werden. Z.B. können in Simulationen unterschiedliche Szenarien aufgerufen werden. Die Benutzer haben aber auch hier noch keine Möglichkeit, den Ablauf des Programms oder den Inhalt der Übung zu beeinflussen, der Übergang zur nächsten Interaktionsstufe ist allerdings häufig fließend, d.h. höhere Komplexitätsstufen eines Programms erfordern und bieten dann auch weiter gehende Interaktionsmöglichkeiten.



**Abb. 7: Programm Grapher: Zoomen, Drehen, Verfärben, Verändern (Apple, 2005)**

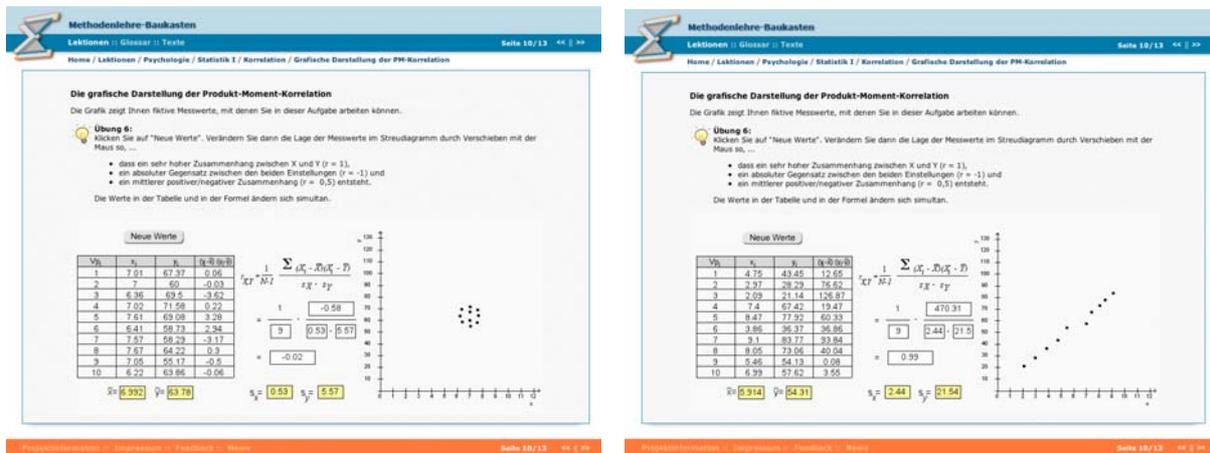
Die Studierenden haben in diesem Programm die Möglichkeit, für eine vorgegebene mathematische Funktion (hier für ein Toroid) zahlreiche Darstellungs- und Gleichungsparameter zu variieren (das Programm bietet auch Interaktivität der Stufen IV und V, da auch Gleichungsparameter geändert und schließlich auch eigene Funktionen definiert werden können).

Das Prinzip ist, glaube ich, durch die Beispiele recht deutlich geworden. Es bleibt die Frage: Worin besteht der didaktische Mehrwert? Reale Objekte wie den Wolfsschädel, die sich an weit entfernten Orten befinden und deshalb nur virtuell zugänglich sind, drehen zu können, ist zunächst nur ein pragmatischer Vorteil. Technisch erzeugte Objekte manipulieren zu können, kann zu neuen Einsichten führen, also heuristisch wertvoll sein. Didaktisch werden Manipulationen der Repräsentationsform von Lernobjekten aber erst dann, wenn sich damit eine Fragestellung verbindet, z.B. ob Symmetrie eines Objekts vorhanden ist, ob etwas endlos weitergeht, ob eine andere Form angemessener oder benutzbarer ist. Diese Fragestellung (das Kriterium) kann vom Lehrenden kommen, sie kann sich aber auch der Lernende selbst stellen.

## 2.4 Stufe IV: Den Inhalt der Komponente beeinflussen: Variation durch Parameter- oder Datenvariation

Die Inhalte der *Multimedia*-Komponenten sind auf dieser Stufe nicht vorgefertigt, sondern werden auf Anforderung durch die Benutzer erst generiert. Dies trifft nicht für Bilder und Filme zu, aber für Diagramme, Ton und *Animationen* und durch Programme wie Java oder *Flash* generierte Darstellungen. Hier können die Benutzer innerhalb eines gewissen gesetzten Rahmens durch die freie Eingabe von Daten oder durch Variieren von Parametern neue Darstellungsweisen erzeugen.

Die Benutzer können auch einen Text eingeben und durch einen Sprachsynthesator laufen lassen etc. Auf diese Weise kann eine *Multimedia*-Komponente in einem gewissen Rahmen viele Darstellungsstufen durchlaufen und ist nicht an vorgefertigte Objekte gebunden. Auf dieser Stufe der Interaktivität können die Benutzer neue Darstellungen generieren, wodurch die Multimedia-Komponenten neue Relationen visualisieren, heuristische Funktionen für Denkprozesse übernehmen und eine Interaktion mit den kognitiven Konzepten des Benutzers eingehen können.



**Abb. 8: Zwei Diagramme erzeugt durch Verschieben von Punkten, <http://www.methodenlehre-baukasten.de>**

Die Abbildungen zeigen zwei Punktediagramme. Die Aufgabe der Studierenden lautet: „Erzeugen Sie eine hohe/niedrige, positive/negative Korrelation durch Verschieben der Punkte mit der Maus.“ Was ist der Sinn dieser Aufgabe?

Sehen sich Psychologie-Studenten mit der Aufgabe konfrontiert, eine hohe Korrelation zu erzeugen, neigen einige dazu, alle Punkte in der Mitte zu einem Klumpen zu versammeln (Abb. 8 links). Überrascht finden sie heraus, dass ihre Idee einer hohen Korrelation nur eine Null-Korrelation ergibt. Der Grund dafür ist die naive kognitive Annahme, dass Null-Korrelation oder Zusammenhangsmaß so etwas bedeute wie Nähe, Nachbarschaft oder Beziehung. Korrelation jedoch beruht auf der Kovarianz, braucht Streuung. Durch konkrete Manipulation können die Studierenden eine Vorstellung von Korrelation entwickeln (Abb. 8 rechts). Der explorative Raum, den diese Übung öffnet, lässt die Studierenden ihre naiven kognitiven Konzepte aktivieren, verändern und ein Verständnis des wissenschaftlichen Konzepts entwickeln.

Voraussetzung für die Entwicklung einer solchen Übung ist das Wissen um kognitive Konzepte der Studierenden und ihre kognitiven Fehler. Die Übung vermittelt den Studierenden nicht das statistische Konzept, sondern sie lädt die Studierenden ein, das Konzept selbst zu entdecken. Diesen Übungstyp bezeichnen wir als entdeckendes Lernen (Bruner 1965). Entdeckendes Lernen verfügt über ein hohes Potential zur Förderung der Meta-Lernfähigkeit.

Programme und Programmkomponenten in Lernumgebungen bieten den Benutzern auf dieser vierten Stufe Möglichkeiten, den Inhalt des Programms zu variieren, typischerweise also in physikalischen Simulationen die Parameter zu variieren oder in Statistikprogrammen andere Datensätze aufzurufen. Auf diese Weise können die Benutzer die gegebenen Objekte modifizieren und zu anderen Resultaten gelangen.

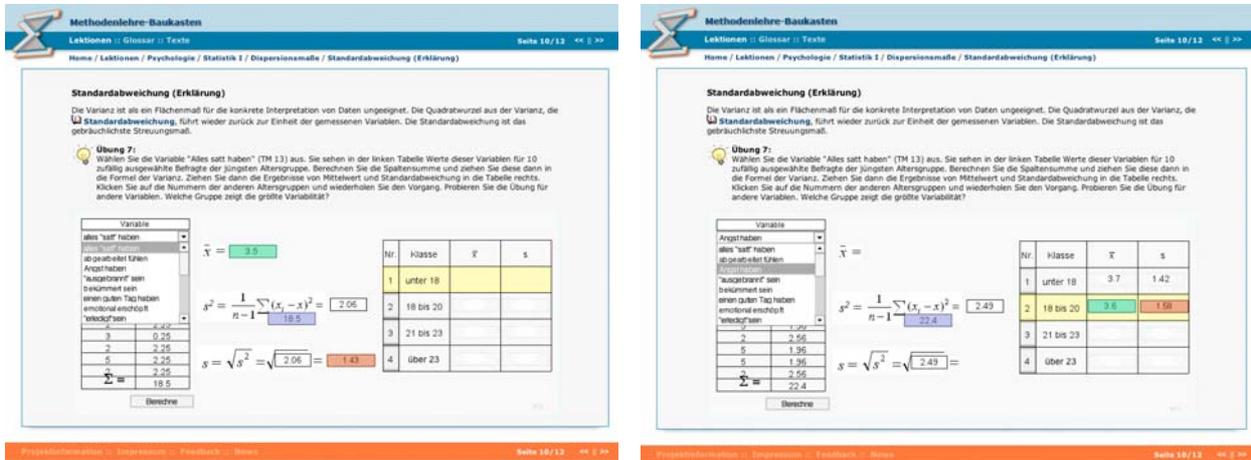


Abb. 9: Berechnung der Varianz durch Einsetzen von Daten, <http://www.methodenlehre-baukasten.de>

In diesem Beispiel können die Lernenden die Varianz berechnen, indem sie die Rohdaten schrittweise berechnen lassen und die Summen per Drag & Drop in die Formeln ziehen. Sie haben damit also die Möglichkeit, die Ausgangsdaten zu verändern.

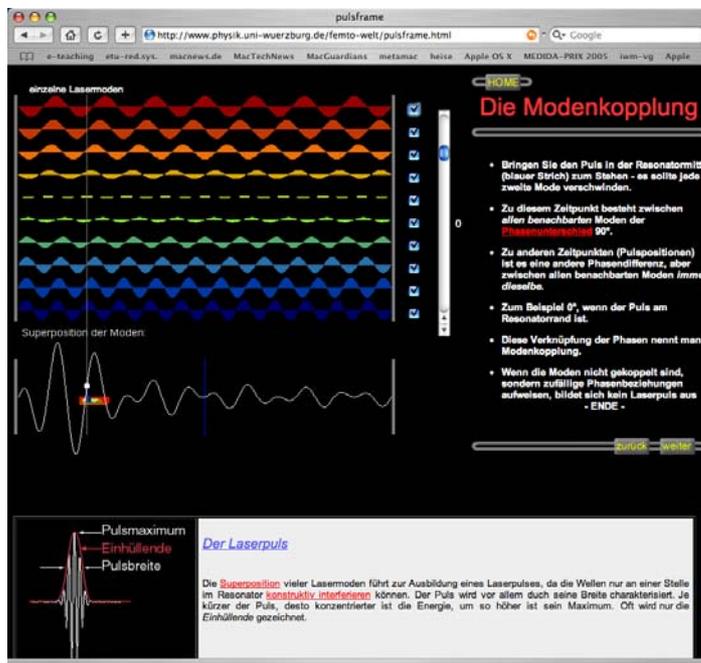


Abb. 10: Superposition von Moden zur Erzeugung von Laserpulsen, <http://www.physik.uni-wuerzburg.de/femto-welt/pulsstart.html>

In diesem Beispiel sollen die Studierenden der Physik den Puls in der Resonatormitte zum Stehen bringen. Dazu können Moden hinzu- bzw. weggeschaltet und die Geschwindigkeit variiert werden.

Mit den Interaktivitätsstufen III und IV können explorative Lernaktivitäten unterstützt werden (vgl. Mellar et al., 1994): Zu einem bestimmten Inhaltsbereich werden von den Lehrenden bzw. Experten Sichten und Vorstellungen angeboten, die die Lernenden nun ihrerseits untersuchen können. Das macht insbesondere dort Sinn, wo aufgrund des Grades der Abstraktheit (wie den mathematischen Funktionen und Konzepten) keine oder wenig konkrete Vorstellungen der Lernenden vorausgesetzt werden können oder aufgrund der Komplexität des Gegenstandsbereichs (wie bei den dynamischen Systemen) naive Sichten bzw. Fehlkonzepte überwunden werden sollen.

Warum es sinnvoll sein kann, vorgegebene Inhalte oder Daten zu manipulieren, liegt auf der Hand: Es lassen sich so naive kognitive Konzepte, vage Ideen oder Übertragungen auf andere Inhalte überprüfen. Der Weg ist auf fortgeschrittener Stufe auch sinnvoll, um gezielt Hypothesen zu testen. Die Chance, Inhalte, die man selbst im Kopf hat, mit dem fremden Algorithmus zu verknüpfen, verbindet das eigene Denken mit dem von außen vorgegebenen Wissenschaftskonzept.

## 2.5 Stufe V: Das Objekt bzw. den Inhalt der Repräsentation konstruieren und Prozesse generieren

Die höchste Stufe der Interaktivität wird erreicht, wenn den Benutzern auf der Seite des Lernprogramms Werkzeuge zur Verfügung stehen, mit denen sie selbst ihre Gedanken visualisieren, *Mindmaps* anfertigen oder Objekte - wie z.B. mathematische Formeln und Berechnungen - kreieren können.

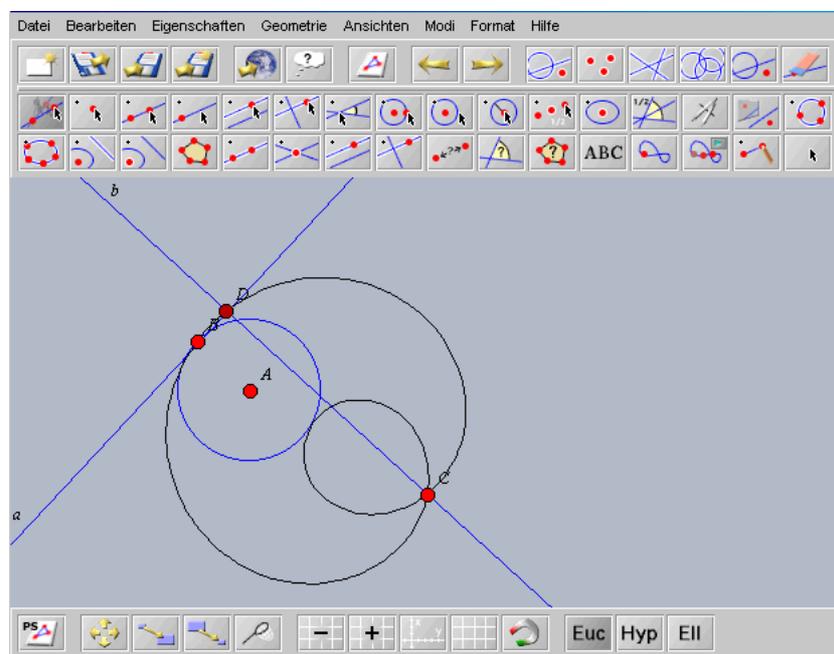
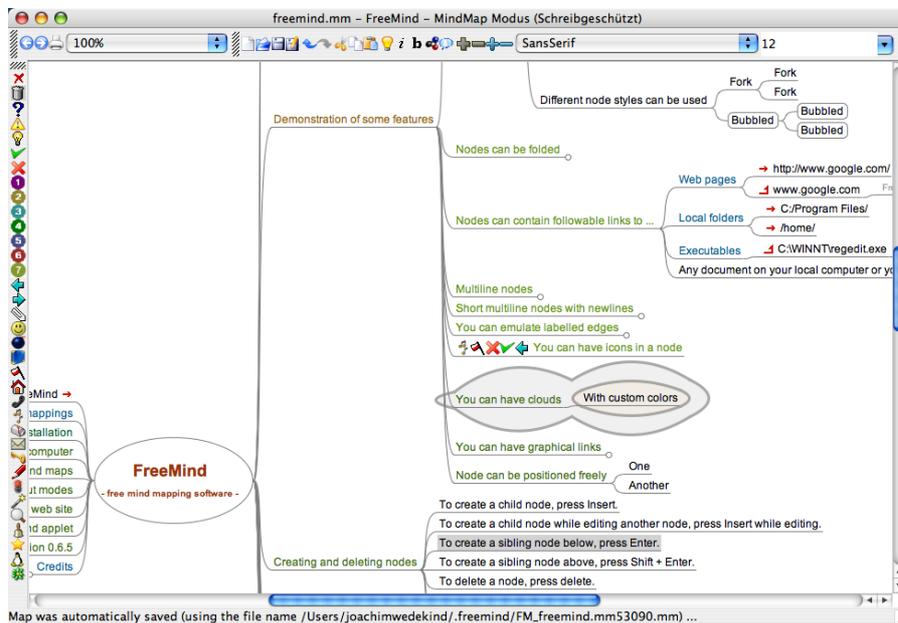


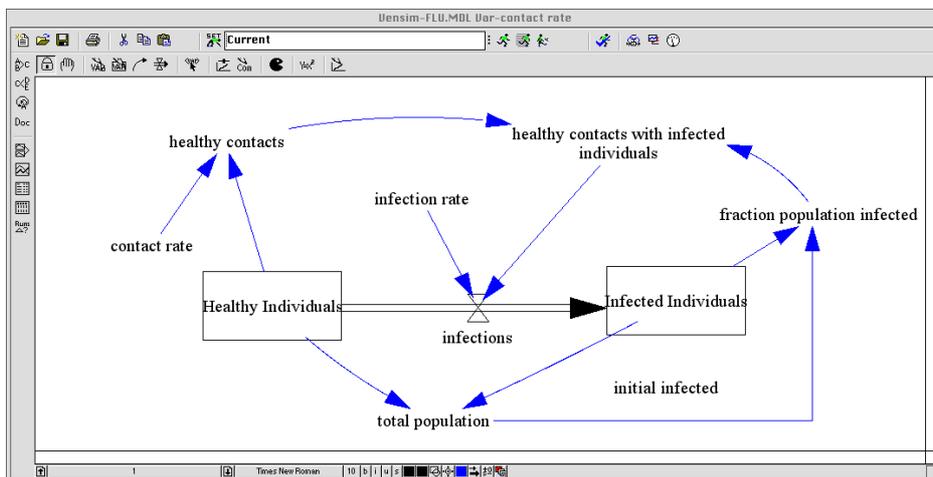
Abb. 11: Geometrie-Editor Cinderella (Richter-Gebert & Kortenamp, 2001), <http://cinderella.de/>

Mit Hilfe von Programmen zur dynamischen Geometrie – wie hier mit Cinderella – können die Studierenden Konstruktionen mit geometrischen Objekten, d.h. Punkten, Geraden, Kreisen, Kegelschnitten und Polygonen ausführen bzw. in entsprechenden Konstruktionen im so genannten Zugmodus Punkte und Geraden verschieben, wobei die Zeichnung automatisch angepasst wird.



**Abb. 12: Programm Freemind: Editor für MindMaps, [http://freemind.sourceforge.net/wiki/index.php/Main\\_Page](http://freemind.sourceforge.net/wiki/index.php/Main_Page)**

Mindmaps eignen sich zur Abbildung von hierarchischen Relationen. Mit dem Programm Freemind können die Studierenden eine zweidimensionale, visuelle Darstellung des Zusammenhangs zwischen Aspekten eines Wissensbereichs aufbauen. Die Darstellung erfolgt in Form von Knoten und Verbindungen.



**Abb. 13: Programm Vensim: Editor zum Aufbau von Modellen dynamischer Systeme mittels grafischer Bibliotheken, <http://www.vensim.com/freedownload.html>**

In diesem Programm, Vensim PLE, können mit grafischen Mitteln Modelle dynamischer Systeme aufgebaut werden, die dann wie ein Programm angestoßen werden können und in einer Zahl iterativer Durchläufe zeitabhängige Daten liefern. In dem Beispiel wird die Ausbreitung einer Epidemie modelliert. Das Produkt sind Ergebnisausgaben der Simulationsläufe in Form von Kurven und Daten.

Das Programm bietet den Nutzern Möglichkeiten, den Inhalt zu variieren, andere Modelle zu konstruieren, z.B. für biologische, physikalische oder auch ökonomische Sachverhalte. Hier wird das Programm zum Werkzeug, mit dem die Nutzer eigene Welten konstruieren können.

Während die Stufen I bis IV im Wesentlichen also expositorische bzw. explorative Lernaktivitäten unterstützen können, erlaubt diese Interaktivitätsstufe expressive (artikulative) Lernaktivitäten (vgl. Mellar et al., 1994), bei denen die Lernenden ihre eigenen Ideen nicht nur ausdrücken sondern vor allem unmittelbar testen können.

Mit Sicherheit überschreiten wir die Grenze vom rezeptiven zum eigenaktiven Lernen, wenn die Studierenden die Möglichkeit erhalten, eigene Inhalte oder Lernobjekte zu konstruieren. Der didaktische Vorteil dieses Lernwegs ist offensichtlich: Die Lernenden können so Inhalte, die ihnen selbst vorschweben, mit dem Werkzeug (Editor) realisieren, das ein bestimmtes Wissenschaftsmodell verwirklicht (z.B. Simulation) und auf diese Weise ihre eigenen Hypothesen gezielt testen.

## 2.6 Stufe VI: Konstruktive und manipulierende Handlungen mit situationsabhängigen Rückmeldungen

In Systemen mit kontextsensitiver Rückmeldung können Symbole manipuliert und das Ergebnis der Manipulation durch das Programm so interpretiert werden, dass eine situativ sinnvolle Rückmeldung generiert wird. Die Entwicklung solcher Umgebungen ist in einigen Bereichen relativ weit vorangeschritten, so z.B. bei Mathematikeditoren und Geometrie-Programmen, wo eine beliebige Nutzereingabe durch das Programm ausgewertet werden kann. Neben klassischen Symbol verarbeitenden Schnittstellen spielt diese Interaktionsform auch im Bereich der *Virtuellen Realität* bzw. der Augmented Reality eine Rolle. In den Geschichts-, Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften sind derartige technologisch aufwändige Settings weniger verbreitet. kontextabhängige Rückmeldungen lassen sich in diesen Fächerguppen beispielsweise durch Expertensysteme realisieren. Die immersive Komponente kontextsensitiver Rückmeldungen kann aber auch mit weniger komplexen technischen Mitteln durch eine narrative Aufbereitung des Interface erzielt werden; so wird z.B. das Agieren in *MUDs* als immersiv empfunden, auch wenn die Menge an möglichen Aktionen begrenzt ist.

Interaktivität auf dieser Stufe bedeutet zusammenfassend, dass dem „Partner“ Computer oder Programm bedeutungstragende Objekte bzw. Aktionen zugeschickt werden, die das Programm versteht und auf die das Programm mit entsprechend bedeutungsvollen Handlungen antworten kann. Damit sind wir immer noch nicht in einem Bereich menschlicher Kommunikation oder sozialer Interaktion angelangt (s. Schulmeister, 1997). Doch wir befinden uns schon in einem Austausch symbolischer Inhalte in einer restringierten Domäne. Programme, die mit intelligenten Rückmeldungen den Benutzer bei der Konstruktion seiner Welten unterstützen, sind noch selten. Ansätze dazu gibt es vorwiegend auf dem Gebiet des Programmierens mit Programmiersprachen.

Es hat relativ viel Kritik zu der Aufnahme dieser sechsten Stufe in die Taxonomie gegeben mit dem Tenor, dass das Kriterium Rückmeldung nicht in die Systematik passe. Ich will hier zumindest eine Klarstellung meiner Gründe dafür versuchen:

Es ist in der Tat zutreffend, dass wir mit der fünften Stufe der Taxonomie die Handlungen des Benutzers abgeschlossen haben: Er kann Inhalte selbst einbringen, neue eigene Lernobjekte generieren und zugleich die Repräsentationsform modifizieren. Damit, so könnte man meinen, sei die Systematik abgeschlossen. Nun betrachten wir die Lernobjekte, mit denen der Benutzer handelt, bis dahin aber nur als reaktive Objekte. Stattdessen besteht darüber hinaus die Möglichkeit, dass die Lernobjekte zu diesen Handlungen Rückmeldung erteilen, selbst initiativ werden, korrigieren oder tutorieren, also selbst aktiv werden. Zwar unterliegt ein solches Verhalten noch starken Beschränkungen, weil Computer kein Sinnverstehen betreiben können, aber es lassen sich doch an-

spruchsvolle Rückmeldeprozesse in Abhängigkeit von sinnigen oder unsinnigen Benutzerhandlungen konzipieren. Dies ist der Grund, warum mir eine sechste Stufe sinnvoll und notwendig erscheint.



**Abb. 14: Interaktive Übung mit kontextsensitiver Rückmeldung (Metzger, Schulmeister & Zienert, 2002)**

*Die Abbildung aus dem Lernprogramm zur Gebärdensprache „Die Firma 2. Deutsche Gebärdensprache interaktiv“ zeigt eine Übung zur Grammatik der direktiven Verben in der Gebärdensprache. Der Tutor im Video gibt dem Lernenden Anweisungen in Gebärdensprache, wie die Möbel im Raum platziert werden sollen. Der Lernende hat zwei Übungsfenster zur Verfügung: Das obere Bild enthält eine dreidimensionale Ansicht des Raumes. Er kann die Raumperspektive durch Drehen verändern. Das untere Bild enthält eine zweidimensionale Wiedergabe des Raumes mit den manipulierbaren Möbeln. Er kann die Möbel drehen und verschieben. Während man das Verstehen des Videos nicht direkt überprüfen kann, stellt diese Übung eine praktikable Methode dar, das Verstehen der Anweisungen des Tutors durch die Lernenden zu überprüfen und ihnen angemessene und hilfreiche Rückmeldungen zu geben.*

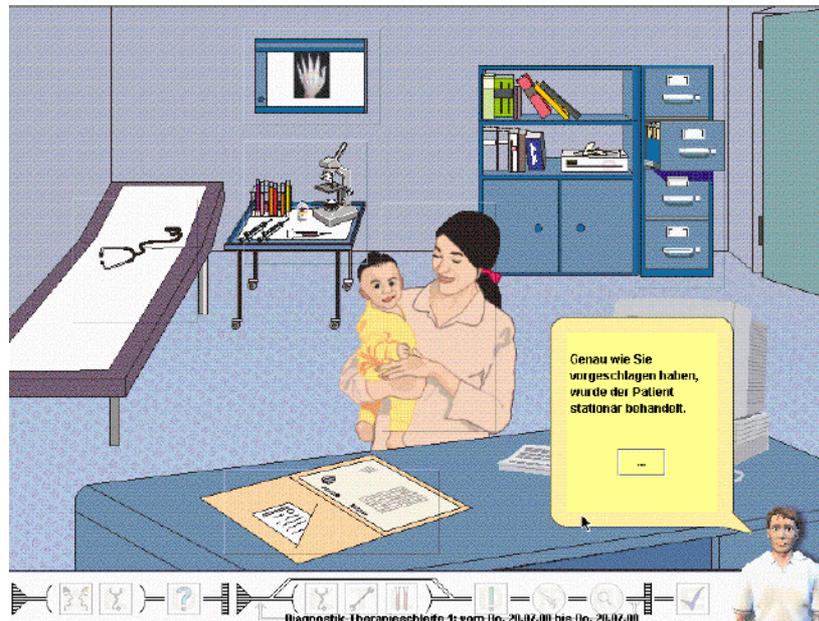


Abb. 15: Programm Campus Pädiatrie, ein Lernprogramm für Mediziner

In diesem Beispiel einer Lernumgebung gibt der Tutor dem angehenden Mediziner Rückmeldungen. Rückmeldungen im Programm Campus Pädiatrie können verschiedene Formen annehmen: Der Tutor vergleicht die Entscheidungen des Fallautors mit denen des Studierenden und bestätigt sie oder meldet die Diskrepanz zurück, der Tutor registriert, womit sich der Diagnoseweg des Studierenden befasst und weist den Studierenden auf mögliche Wissensquellen oder Wissenslücken hin, und schließlich gibt der Tutor hilfreiche Tipps, indem er eine Art Prüfungsfragen zu dem aktuellen Sachverhalt stellt, die den Studierenden auf kritische Punkte hinweisen.

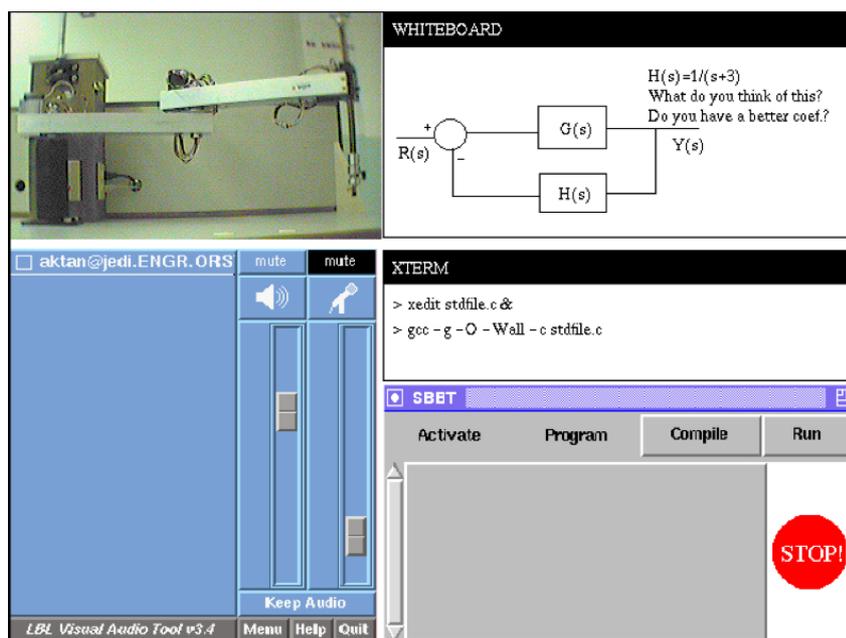


Abb. 16: Programmierung eines entfernten Roboters mit Rückmeldung durch Videoübertragung

Die Abbildung zeigt in der oberen linken Ecke per Video ein Roboter-Labor, d.h. im wesentlichen einen Roboter-Arm, das an weit entfernter Stelle steht, z.B. an einer anderen Hochschule. Der Student kann in dem Fenster rechts oben mit grafischen Mitteln eine Programm zur Steuerung des Roboter-Arms schreiben, an das weit entfernte Labor schicken und erhält im Video Rückmeldung dazu, wie sein Programm den Roboterarm bewegt hat.

### 3 Allgemeine Interpretation

.....

In einem generelleren Sinne müssen wir die Benutzerhandlungen, die wir als Interaktivität bezeichnen, beziehen auf die Schichten des multimedialen Raumes (s. Schulmeister, 1996 und 1997). Benutzerhandlungen, auf den heutigen Computern ja noch vorwiegend enaktive Interaktionen, verbinden den Ereignisraum mit dem Darstellungsraum und machen ihm so den Bedeutungsraum zugänglich<sup>3</sup>.

„Zur Definition von *Multimedia* gehören also die dialogische, interaktionelle Komponente des *Multimedia*-Systems und die Interpretationen und Manipulationen der *Multimedia*-Objekte durch den Lernenden. Der Lernende löst Ereignisse aus, indem er *Multimedia*-Objekte manipuliert. Eine Vertrautheit mit den Methoden, die *Multimedia*-Objekte in der Repräsentationsschicht auslösen, ist vorausgesetzt (leichte Bedienbarkeit als Ziel der Multimediasigner). Dabei benutzt der Lernende Hypothesen über die Methoden, die in der Tiefenstruktur von den Objekten ausgelöst werden.“ (Schulmeister 1997, S. 40)

Bezogen auf die Stufen der Interaktivität lassen sich nun Folgerungen ziehen: Mit dem Ansteigen des Interaktivitätsniveaus wird der Ereignisraum vielfältiger, der Darstellungsraum wird variantenreicher und der Bedeutungsraum wächst. Und noch etwas anderes lässt sich an den Stufen der Interaktivität ablesen. Rhodes und Azbell (1985) unterscheiden drei Formen des Designs von Interaktivität in Lernumgebungen: reaktives, coaktives und proaktives Design. Das reaktive Design entstammt dem behavioristischen Reiz-Reaktions-Paradigma, während proaktives Design dem Lerner eine aktiv konstruierende Rolle zuweist. Man erkennt sofort, dass mit den höheren Stufen der Interaktivität der proaktive Anteil an der Interaktivität steigt, während die unteren Stufen der Interaktivität eher reaktiven Charakter haben. Diese Abstufung hat den Charme, dass sie mit der historischen Abfolge der psychologischen Lerntheorien kompatibel ist: Die reaktiven unteren Stufen der Interaktivität nehmen leicht behavioristischen Charakter an, während die höheren Interaktivitätsniveaus eher kognitive Lernkonzepte voraussetzen und befördern, wie beispielsweise das Entdeckende Lernen (Bruner) oder konstruktivistische Lernparadigmen (Schulmeister, 1997, S. 71ff.).

Natürlich kommen wir selbst in der obersten Stufe der Interaktivität, die sich ja durch Feedback an den Lernenden auszeichnen soll, nicht zu einem wirklich menschlichen Modell der Kommunikation und Interaktion, denn

„Die Reziprozität und Symmetrie der Kommunikation ist das, was den wirklichen Dialog von den künstlichen Dialogen der Programme unterscheidet. Ich kann mich mit dem Programm nicht über das Thema verständigen, das vom Autor vorgegeben ist, ich

<sup>3</sup> Der Ereignisraum sendet und empfängt alle technischen Benutzerhandlungen, registriert und kontrolliert alle Programmabläufe, während der Darstellungsraum die Repräsentationsschicht ist, die Schnittstelle zu den Multimediaobjekten und zum Inhalt bildet, durch Fenster, Icons, Textwiedergabe etc. Von beiden zu unterscheiden ist der Bedeutungsraum, eine symbolische Schicht der Software oder des Multimediaobjekts, das die symbolischen Botschaften des Autors, die sinntragende Mitteilungen der Software enthält.

kann das Programm nicht veranlassen, den Stil der Interaktion zu wechseln und in eine Metakommunikation einzutreten. Die Reziprozität der Kommunikation wird in der Mensch-Programm Interaktion verletzt.“ (Schulmeister, 1997, S. 49)

Die hier vorgestellte Taxonomie der Interaktivität multimedialer Komponenten in Lernprogrammen ist eine formale. Warum kann es interessant sein, eine solch formale Unterscheidung von Interaktivitätsniveaus vorzulegen? Es werden bekanntlich viele pädagogische Hypothesen mit dem Begriff Interaktivitätsniveau verbunden. So könnte man als Entwickler von Lernsystemen beispielsweise vermuten, dass die Motivation der Studierenden mit der Höhe des Interaktionsniveaus steigt. Eine solche Hypothese ließe sich mit Hilfe einer Übung, die in unterschiedlichen Interaktionsformen angeboten wird, genauer überprüfen. Oder man könnte experimentell untersuchen, ob die durch höhere Interaktionsniveaus ermöglichten alternativen lerntheoretischen Konzepte sich auf die Lerneffizienz und das Niveau der Lernprozesse und Lernergebnisse auswirken.

## Referenzen

Apple Computer (2005). Grapher

Guerra, T. & Heffernan, D. (2004). *The Guerra Scale*. <http://www.learningcircuits.org/2004/mar2004/>

Lucas, L. (1992). Interactivity: What Is It and How Do You Use It? *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. 1, 7-10.

Mellar, H., Bliss, J., Boohan, R., Ogborn, J., & Tompsett, C. (Eds.) (1994). *Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum*. London: The Falmer Press

Mertens, M. (2005). Computerspiele sind nicht interaktiv. In Ch. Bieber & C. Leggewie (Hg.), *Interaktivität. Ein transdisziplinärer Schlüsselbegriff* (S. 274-288). Frankfurt, New York: Campus.

Metzger, Ch., Schulmeister, R. & Zienert, H. (2000). *Die Firma. Deutsche Gebärdensprache Do It Yourself*. CD-ROM. Signum.

Metzger, Ch., Schulmeister, R. & Zienert, H. (2002). *Die Firma 2. Deutsche Gebärdensprache interaktiv*. CD-ROM. Signum.

Myers, P., Espinosa, R., Parr, C. S., Jones, T., Hammond, G. S. & Dewey, T. A. (2005) *The Animal Diversity Web (online)*. Accessed July 22, 2005 at <http://animaldiversity.org>.

Rhodes, D. M. & Azbell, J. W. (1985) Designing Interactive Video Instruction Professionally. *Training and Development Journal*. 12 39, S. 31-33

Richter-Gebert, J. & Kortenkamp, U. H. (2001) *Die interaktive Geometrie-Software Cinderella*. Buch und CD-ROM., Berlin, Heidelberg: Springer u.a.

Schulmeister, R. & Jacobs M.(1992 – 1996), *LernSTATS* Software. Hamburg

Schulmeister, R., Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie – Didaktik – Design. Bonn, Paris u.a.: Addison-Wesley, 1996; 2. Aufl. Oldenbourg: München, Wien 1997, 3. Aufl. 2002

Schulmeister, R. (2004). Didaktisches Design aus hochschuldidaktischer Sicht. Ein Plädoyer für offene Lernsituationen. In U. Rinn & D. Meister (Hg.), *Didaktik und Neue Medien. Konzepte und Anwendungen in der Hochschule*. S. 19-49. Münster: Waxmann

Stadler, R. (2001) *STATinside 1.0*. Software. Luchterhand

Anhang A: Metadaten

Wer sich einerseits mit der Entwicklung modularer multimedialer Lernsysteme befasst und dabei häufiger auf die Metadaten-Entwürfe von Ariadne (Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks of Europe), IEEE LOM (Learning Objects Metadata-Arbeitsgruppe der IEEE) oder anderen Institutionen zurückgegriffen hat, wird sich sicher über die Tatsache aufgeregt haben, dass so wichtige Kategorien wie die Interaktivität in *Multimedia*-Anwendungen und multimedialen Lernsystemen von den Metadaten-Konzepten, die auf internationaler Ebene diskutiert werden, in einer Form definiert werden, die keinen praktischen Nutzen für die Konstruktion und die Didaktik dieser Lernsysteme hergibt. So wird Interaktivität beispielsweise im Ariadne-Projekt in Form einer Skala von „hoch“ bis „niedrig“ definiert. Mit einer solchen Skala kann man nur subjektive Einträge von den Konstrukteuren von Lernsystemen erhalten, da jeder Lerndesigner selbst entscheiden müsste, ob seine Anwendung nun eine hohe oder mittlere oder niedrige Form von Interaktivität ermöglicht oder fordert. Auch der Entwurf der Learning Objects Metadata (LOM) von der IEEE-Organisation, der auf den Vorschlägen von Dublin Core und Ariadne aufbaut, enthält dieselbe formale Definition von Interaktivität:

|     |                        |  |                                  |  |                         |   |
|-----|------------------------|--|----------------------------------|--|-------------------------|---|
| 5.1 | Interactivity Type     | The flow of interaction between this resource and the intended user. In an expositive resource, the information flows mainly from this resource to the learner. Expositive documents are typically used for learning-by-reading.<br>In an active resource, information also flows from the learner to this resource. Active documents are typically used for learning-by-doing.<br>Activating links to navigate in hypertext documents is not considered as an information flow. Thus, hypertext documents are expositive. | Single value                     | restricted vocabulary:<br>3=Active<br>4=Expositive<br>5=Mixed<br>6=Undefined   | Vocabulary              | Expositive documents include essays, video clips, all kinds of graphical material and hypertext documents.<br>Active documents include simulations, questionnaires and exercises. |
| 5.2 | Learning Resource Type | Specific kind of resource, most dominant kind first.   | ordered list (min-max: 10 items) | open vocabulary with best practice:<br>3=Exercise<br>4=Simulation<br>5=Questionnaire<br>6=Diagram<br>7=Figure<br>8=Graph<br>9=Index<br>10=Slide<br>11=Table<br>12=Narrative Text<br>13=Exam<br>14=Experiment<br>15=ProblemStatement<br>16=SelfAssessment | Vocabulary              | -   |
| 5.3 | Interactivity Level    | The degree of interactivity between the end user and this resource.  | Single value                     | Restricted vocabulary:<br>0=very low<br>1=low<br>2=medium<br>3=high<br>4=very high   | String (minmax: 1 char) | -   |

Tab. 1: IEEE unapproved standards draft, 6 February 2000 IEEE P1484.12/D4.0

IEEE unterscheidet den Typ der Interaktivität einmal nach dem Typ der Lernressourcen und zum anderem nach dem Interaktivitätsniveau. Ariadne hingegen kennt nur eine Kategorie zur Interaktivität, die in derselben Weise definiert wird wie IEEE/LOM das Interaktionsniveau skaliert, als ordinale (nominale?) 5-Punkt-Skala von „sehr niedrig“ bis „sehr hoch“.

Es ist verschiedentlich Kritik daran geübt worden, dass eine solche Definition nichts sagend ist und den Konstrukteuren von Lernsystemen und Drehbuchschreibern wenig nützt. Unter einer Kategorisierung als hohes oder niedriges Interaktivitätsniveau können — je nach subjektivem Standpunkt und individuellem Eindruck des Autors, Interpreten, Beobachters, Benutzers oder Evaluators — völlig unterschiedliche Handlungsfreiheiten und Handlungsformen des Benutzers subsumiert werden. Bei dem einen Autor steht die Häufigkeit der Interaktion im Vordergrund, bei einem anderen die Qualität und bei einem dritten der mediale Charakter. Es bedarf eines eindeutigen theoretischen Bezugs, eines qualitativen Kategorienrahmens, um zu einer Taxonomie der Interaktivität zu kommen, auf die man sich international verständigen könnte.

## Links:

<http://www.ariadne-eu.org/>

<http://grouper.ieee.org/groups/lts/wg12>

## Glossar

### **Animated GIF**

Animated GIF ist eine Funktion des GIF-Formats, die das Abspielen mehrerer Einzelbilder einer GIF-Datei in einer definierten Reihenfolge ermöglicht. Animierte GIF sind im Internet sehr verbreitet, da sie von fast allen Browsern unterstützt werden. GIF Animationen haben meistens eine etwas kleinere Datenmenge als andere Animations-Formate, wie etwa Java Applets.

### **Animation**

Animationen entstehen durch das Aneinanderreihen von Bildern mit unterschiedlichen Bildinhalten bzw. Bildpositionen. In Bilder- bzw. Grafik-Animationen werden mehrere Objekte übereinander gelegt. Die einzelnen Bilder aus dem Bilder-Stapel werden an einer definierten Position in einer bestimmten Reihenfolge eingeblendet.

### **Flash**

Flash von Macromedia ist ein Autorenwerkzeug, mit dem multimediale Animationssequenzen aus Grafik und Sound produziert werden können. Flash Movies bestehen aus einer animierten Vektorgrafik und sind daher sehr kompakt und für die Wiedergabe über das Internet geeignet. Über zusätzliche Funktionen (sog. Actions) lassen sich interaktive Elemente erstellen, die besonders bei der Webseiten-Navigation, Spielen, Trickfilmen, animierten Logos oder Präsentationen zum Einsatz kommen. Um Flash-Animationen abspielen zu können, muss die entsprechende Version des Flash-Players installiert sein. Die Dateierweiterung von Flash-Dateien ist .swf. Nähere Informationen finden Sie im Produktsteckbrief.

**Frame**

(Dt.: Rahmen); Frames sind ein Gestaltungselement für Webseiten. Meistens werden die Kopfzeile, das Menü und der mittlere Raum als einzelne Elemente programmiert. Unvorteilhaft an Frames ist, dass der wechselnde Inhalt in denselben Rahmen geladen wird und somit für die Suchmaschinen nicht zu unterscheiden ist, da er sich hinter derselben Internet -Adresse versteckt. Allerdings gibt es auch Suchmaschinen mit Frameunterstützung, die framebasierten Hyperlinks folgen können.

**Java-Applet**

Java-Applet ist eine Bezeichnung für ein Programm, das in Java programmiert ist. In eine Webseite kann ein Java-Applet und damit interaktive handlungsorientierte Elemente eingebaut werden. Dieses Applet wird dann vom Server geladen und auf dem Rechner des Client ausgeführt. Damit Java-Applets abgespielt werden können, wird ein Browser benötigt, der die Ausführung von Java erlaubt.

**Mindmap**

Eine Mindmap ist - ähnlich wie eine Concept Map - eine grafische Darstellung, die Relationen zwischen Begriffen verdeutlichen soll. Allerdings ist es eine eingetragene Warenmarke. Von einem zentralen Begriff ausgehend wird bei Mindmaps ein Ästesystem zu weiteren Schlüsselbegriffen gebildet. So wird ein bestimmter Themenbereich in weitere Unterbereiche aufgespaltet. Assoziationsketten können dadurch strukturiert und visualisiert werden.

**MUD (Multi User Dungeon)**

MUD ist eine serverbasierte multi-userfähige Umgebung, etwa für Rollenspiele im Internet. Für den Spieler bestehen verschiedene Möglichkeiten der Kommunikation (Chats) und Interaktion mit anderen Spielern und Objekten in Echtzeit. Innerhalb einer Spielumgebung müssen die Benutzer verschiedene Aufgaben ("Quests") lösen. MUD's sind entweder als rein textbasierte Umgebung realisiert, die meistens über Telnet -Verbindungen bedient werden, oder sie sind grafische 3D Umgebungen.

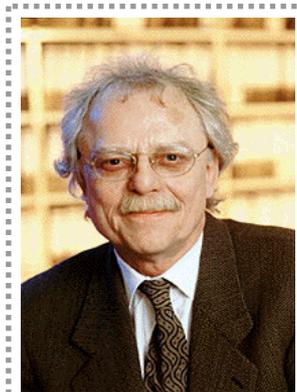
**Multimedia**

Kombinierter Einsatz verschiedener digitaler Medien wie Ton, Text, Grafik und bewegte Bilder.

**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.

Der Autor:



Rolf Schulmeister

Internet: <http://www.izhd.uni-hamburg.de/paginae/personal/schulmeister/kontakt.html>

e-mail: [schulmeister@uni-hamburg.de](mailto:schulmeister@uni-hamburg.de)

Prof. Dr. Rolf Schulmeister ist Professor am Interdisziplinären Zentrum für Hochschuldidaktik (1976) und am Institut für Deutsche Gebärdensprache der Universität Hamburg; Forschungsschwerpunkte: *Multimedia* und eLearning, Lehr- und Lernmethoden; Er schrieb zahlreiche Bücher zum Thema e-learning: Grundlagen hypermedialer Lernsysteme, 3. Aufl. Oldenburg: München, Wien 2003; Virtuelle Universität - Virtuelles Lernen. Oldenburg: München, Wien 2001; Lernplattformen für das virtuelle Lernen. Oldenburg: München, Wien 2002. Seine Forschungsprojekte sind: ViSiCAST; eSIGN; EVA-LERN; Methodenlehre-Baukasten; Modellversuch "Lehrqualifikation in Wissenschaft und Weiterbildung".