

# Taxonomie der Interaktivität von Multimedia – Ein Beitrag zur aktuellen Metadaten-Diskussion

## Taxonomy of Interactivity in Multimedia – A Contribution to the Actual Metadata Discussion

Rolf Schulmeister, Universität Hamburg

---

Der Begriff der Interaktivität kommt in der Forschung zu Lernsystemen und E-Learning besonders häufig vor und spielt eine besondere Rolle in der aktuellen Diskussion über Metadaten. Interaktivität bezeichnet den aktiven Umgang des Lernenden mit Lernobjekten. Der Aufsatz macht einen Vorschlag für die Skalierung interaktiver multimedialer Objekte nach dem Kriterium der Interaktivität.

The term interactivity frequently occurs in the literature about learning management systems and e-learning and plays a special role in the discussions about metadata for learning systems. Interactivity denotes the active manipulation of learning objects by the learner. The article proposes a scale for interactive multimedia objects according to interactivity.

---

### 1 Vorbemerkung

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*; <http://ariadne.unil.ch>), IEEE LOM (*Learning Objects Metadata-Arbeitsgruppe der IEEE*; <http://grouper.ieee.org/groups/ltsc/wg12>) oder anderen Institutionen zurückgegriffen hat, wird sich sicher über die Tatsache aufgeregt haben, dass so wichtige Kategorien wie die Interaktivität in multimedialen Lernsystemen als Metadaten in einer Form definiert werden, die kaum praktischen Nutzen für die Konstruktion und die Didaktik dieser Lernsysteme besitzt. So wird Interaktivität im Entwurf der Learning Objects Metadata (LOM) von der IEEE-Organisation in folgender Weise formal definiert (siehe Tabelle 1).

IEEE unterscheidet einmal nach dem *Typ der Interaktivität* (expositorisches Dokument, aktive Ressource), dem *Typ der Lernressource* (Typ 3 bis 16) und dem *Interaktivitätsniveau*, das eine ordinale (oder gar nominale?) Skala von „very low“ bis „very high“ bil-

det.<sup>1</sup> Mit einer solchen Skala kann man nur subjektive Eindrücke von den Konstrukteuren von Lernsystemen erhalten. Unter dem Typ hohes oder niedriges Interaktivitätsniveau können – je nach subjektivem Standpunkt des Autors 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.

Vielfach bezeichnen Autoren von Lernprogrammen ihre Anwendung als „interaktiv“, obwohl ihr Programm keine interaktiven Objekte enthält, sondern nur Menüs und Schaltfelder für den Wechsel zu anderen Seiten anbietet. Wird eine solche Anwendung als interaktiv bezeichnet, liegt eine Verwechslung

<sup>1</sup> s. a. Ariadne  
([http://ariadne.unil.ch/Metadata/ariadne\\_metadata\\_v3final1.htm](http://ariadne.unil.ch/Metadata/ariadne_metadata_v3final1.htm))

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

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

von Navigation und Interaktion vor. Die Navigation dient lediglich zum Steuern des Ablaufs oder zum Wechseln des Displays. Interaktivität ist streng zu unterscheiden von Navigation. Unter Interaktivität verstehe ich das Handeln mit den Lernobjekten oder Ressourcen des Programms und nicht als Interaktion im Sinne von Kommunikation und Kooperation. Der Umgang mit Lernobjekten hat kognitive, semantische und symbolische Dimensionen, es geht um Denkprozesse, die der Lerner in Manipulationen der Lernobjekte realisiert.

Ich möchte in diesem Aufsatz einen Vorschlag für die Skalierung des Metadaten-Typs *Interaktivität* unterbreiten. Als Basis hierfür wähle ich die Seiten eines

multimedialen Lernsystems, auf denen sich außer Text noch andere Multimedia-Komponenten befinden, z. B. Bilder, Grafiken Animationen, Filme, Audiobeispiele, Tabellen, Formeln, JavaApplets sowie Flash-Programme etc., also der Ressource-Typ im IEEE Metadaten-Konzept. Am Beispiel solcher Seiten stellt sich die Frage, wieviel Handlungsfreiheit der Autor den Benutzern einräumt bzw. welche Interaktivitätsniveaus für die Multimedia-Komponente vorgesehen werden.

## 2 Eine Taxonomie von Multimedia-Komponenten

Ich unterscheide im Folgenden sechs Stufen der Modellierung von Multimedia-Komponenten, die nach dem Interaktivitätsniveau differenziert werden:

### Stufe I: Objekte betrachten und rezipieren

Im Text werden fertige Multimedia-Komponenten eingesetzt, die der Benutzer betrachten (Bilder, Grafik) oder abspielen (Ton, Film, Flash usw.) kann, wobei der Betrachter keinen Einfluss auf die Darstellung der Komponenten hat. Auf dieser Stufe der Interaktivität haben die multimedialen Komponenten die Funktion der Information, Instruktion oder Illustration. Ihr Inhalt bleibt unverändert. Eigentlich müsste man von einer Stufe 0 der Interaktivität sprechen, weil es gar keine Interaktion gibt.

### Stufe II: Multiple Darstellungen betrachten und rezipieren

Auf der nächsten Stufe sind die Multimedia-Komponenten zwar ebenfalls fertige Objekte, aber es existieren für einige Komponenten mehrere Varianten. Der Benutzer kann durch Mausklick auf ein Bild ein weiteres Bild im selben Rahmen zum Vorschein bringen (z. B. Animated GIF) oder – allgemeiner formuliert – durch Klicken auf ein Multimedia-Objekt, durch Auswahl von Optionen sowie durch Hypertext-Links den Inhalt austauschen, mehrere Bilder nacheinander aufrufen, Musikstücke, Filme oder Animationen abspielen. Auf dieser Stufe kann der Benutzer die Objekte nur betrachten, auch hier hat die Komponente nur die Funktion der Information, Instruktion oder Illustration.

Der Studierende kann mehrere Datenreihen auswählen und für jede Datenreihe ein Balkendiagramm zeichnen lassen. Er kann den Vorgang wiederholen, nicht aber den Diagrammtyp oder die Daten ändern (Bild 1).

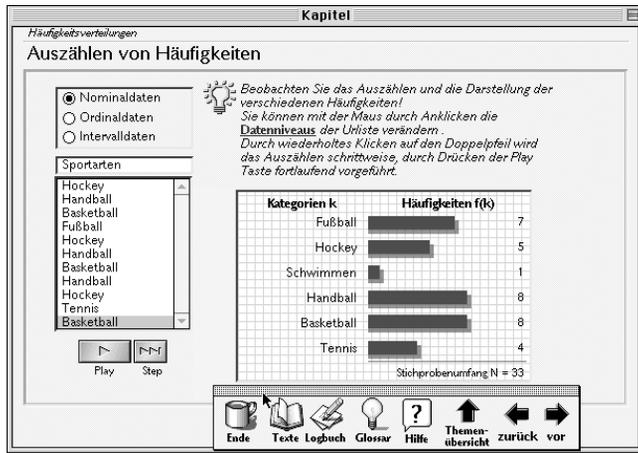


Bild 1: Multiple Repräsentationen [8].

**Stufe III: Die Repräsentationsform variieren**

Der Benutzer kann durch direkte Manipulation zweidimensionale Grafiken skalieren, dreidimensionale Grafiken rotieren oder durch Klick auf Objekte in Filmen zu anderen Abschnitten des Filmes verzweigen. Diese Stufe der Interaktivität bietet dem Lernenden einen aktiven Einfluss auf die Repräsentation des Multimedia-Objekts, wobei das Objekt oder der 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.

Der Studierende kann das Objekt im Film bewegen und so die Darstellung des Lichtkegels variieren, jedoch nicht das Objekt im Film ändern (Bild 2).

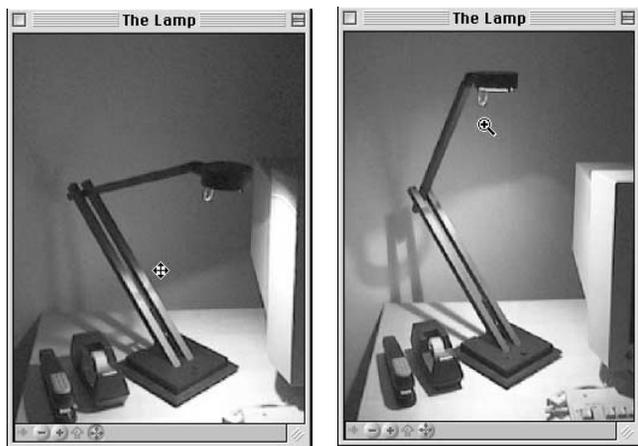


Bild 2: Direkte Manipulation von 3D-Objekten in Filmen (Desklamp.mov, Apple Computer 1998).

**Stufe IV: Den Inhalt der Komponente modifizieren**

Auf dieser Stufe ist der Inhalt der Multimedia-Komponenten nicht vorgefertigt, sondern wird auf Anforderung durch den Benutzer erst erzeugt. Der Benutzer kann durch Eingabe von Daten oder Variieren

von Parametern innerhalb eines gesetzten Rahmens (z. B. des Typs der Repräsentation) andere Darstellungen erzeugen oder andere Relationen visualisieren. Diese Methode kann heuristische Funktionen für Denkprozesse übernehmen und eine Interaktion mit den kognitiven Konzepten des Benutzers eingehen.

Bild 3 zeigt 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 (Bild 3 oben). Überrascht finden sie heraus, dass ihre Idee einer hohen Korrelation nur eine Null-Korrelation ergibt. Der Grund dafür ist die naive kognitive Annahme, dass 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 (Bild 3 unten). Der explorative Raum, den diese Übung öffnet, lässt die Studierenden ihre naiven kognitiven Konzepte aktivieren, verändern und ein Verständnis des wissenschaftlichen Konzepts entwickeln.

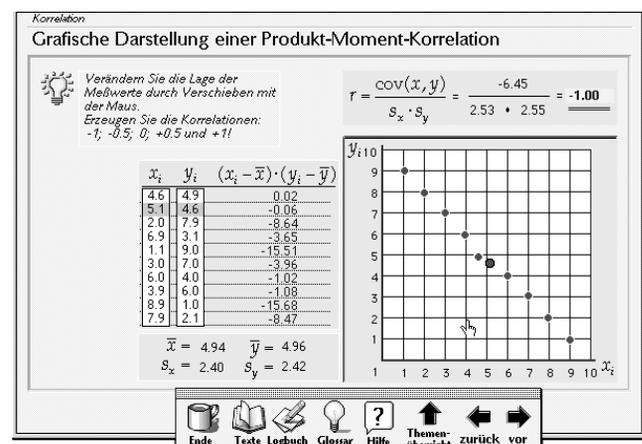
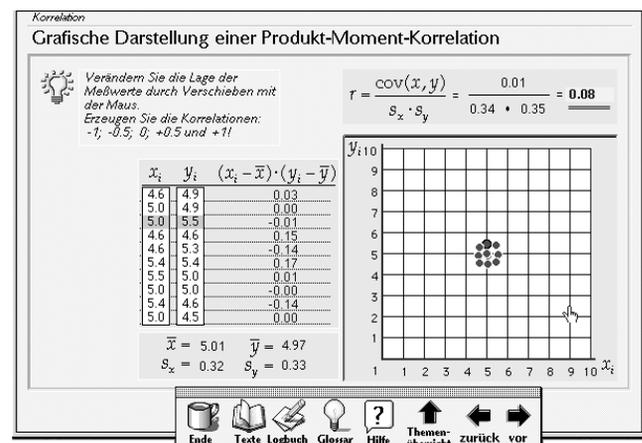


Bild 3: Zwei Diagramme, erzeugt durch Verschieben von Punkten [8].

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 [1]. Entdeckendes Lernen verfügt über ein hohes Potenzial zur Förderung der Meta-Lernfähigkeit.

### Stufe V: Das Objekt bzw den Inhalt der Repräsentation konstruieren

Eine weitere Stufe der Interaktivität wird erreicht, wenn dem Benutzer im Lernprogramm Werkzeuge zur Verfügung stehen, mit denen er selbst Objekte kreieren, Ideen visualisieren oder Modelle entwerfen kann (Bild 4).

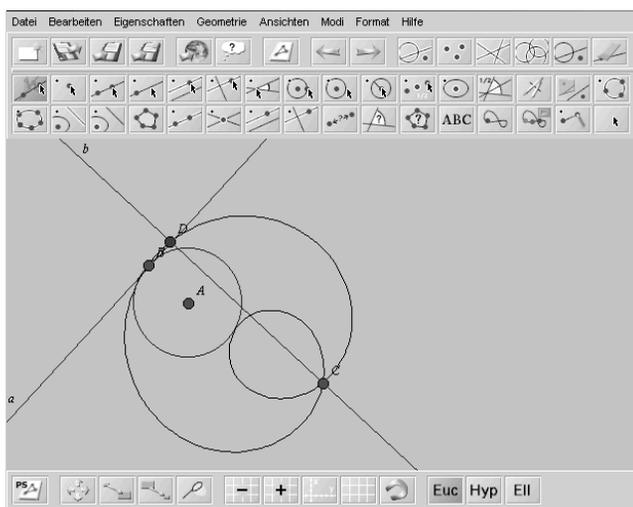


Bild 4: Geometrie-Programm Cinderella [7].

### Stufe VI: Den Gegenstand bzw Inhalt der Repräsentation konstruieren und durch manipulierende Handlungen intelligente Rückmeldung vom System erhalten

In einigen Bereichen ist die Entwicklung von Systemen mit intelligenter Rückmeldung relativ weit vorangeschritten, so z. B. bei Mathematikeditoren und Geometrie-Programmen, überall dort, wo man in Programmen die symbolischen Inhalte auch als sinntragende Objekte modellieren kann. Das gilt für die Naturwissenschaften, nicht aber für die Geschichts-, Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften. Interaktivität in dieser Stufe bedeutet, dass dem „Partner“ Computer oder Programm bedeutungstragende Objekte bzw. Aktionen geschickt werden, die das Programm versteht und auf die es mit entsprechend bedeutungsvollen Rückmeldungen antworten kann. Damit befinden wir uns noch nicht im Bereich menschlicher Kommunikation oder sozialer Interaktion [9, S. 40], aber die Rückmeldung erlaubt schon einen Austausch symbolischer Inhalte in einer restringierten Domäne.



Bild 5: Interaktive Übung mit Rückmeldung [5].

Die Abbildung aus dem Lernprogramm *Die Firma 2 – Deutsche Gebärdensprache interaktiv* zeigt eine Übung zur Grammatik der direktiven Verben (Bild 5). Der Tutor im Video gibt Anweisungen in Gebärdensprache, wie die Möbel im Raum plaziert werden sollen. Der Lernende hat zwei Übungsfenster zur Verfügung: In der dreidimensionalen Ansicht des Raumes kann er die Perspektive durch Drehen verändern. In der zweidimensionalen Ansicht des Raumes kann er die Möbel drehen und verschieben. Da man das Verstehen der Anweisung im Video nicht überprüfen kann, bietet diese Übung eine praktikable Methode, das Verstehen zu überprüfen und Rückmeldung zu geben.

Um die Tragfähigkeit der beschriebenen Taxonomie zu erhöhen, werde ich sie im Folgenden mit zwei anderen Skalierungsversuchen konfrontieren, einer Skalierung von *Visualisierungsmethoden* und einer Skalierung von *Programmkomponenten*.

## 3 Skalierung von Visualisierungsmethoden

Die Taxonomie der Interaktivität multimedialer Komponenten zeigt eine hohe Übereinstimmung mit der Skalierung nach dem Grad der Interaktivität, die El Saddik [2, S. 16] für Methoden der Visualisierung versucht hat:

1. Still images
2. Animated Pictures
3. Visualization with display adjustments for play, stop, speed etc.
4. Visualization selection and arrangement capabilities VCR for repeat, rewind etc.
5. Visualization with changing input, zooming and panning
6. Visualization with interactive decision points, e.g. changing data while running
7. Visualization generated by students (visualization construction kit).

Ich habe den Eindruck, dass die Stufen 3 und 4 bei El Saddik keinen substanziellen Unterschied bezeichnen. Es geht um Filme, die vom Benutzer beeinflussbar sind, wobei sich der Film nicht verändert. Ebenso sind die Stufen 5 und 6 nicht klar unterschieden. Beide meinen Filme, die der Benutzer interaktiv manipulieren kann, entweder indem er die Darstellung durch Zoomen, Drehen, etc. verändert oder indem er durch Vorgabe anderer Parameter die Darstellung und den Ablauf beeinflusst. Zudem ist der Begriff *Visualisierung* in El Saddiks Konzept unklar. Aus technischer Sicht gibt es keinen wesentlichen Unterschied zwischen animierten Bildern und Filmen, da beide nur aus Bildfolgen in der Zeit bestehen.

In Berücksichtigung dieser Argumente komme ich zu folgender Skala für Bilder und Filme:

- Stufe I: Bilder betrachten (El Saddik Stufe 1)
- Stufe II: Filme betrachten (inklusive Abspielen, Anhalten, Rückspulen, Wiederholen etc.; El Saddik Stufen 2 + 3)
- Stufe III: Die Darstellungsweise in Filmen und deren Ablauf manipulieren (Drehen, Skalieren, zu anderen Stellen im Film verzweigen; El Saddik Stufe 4)
- Stufe IV: Den Inhalt der Filme oder der Visualisierung durch Dateneingabe beeinflussen (El Saddik Stufe 5 + 6)
- Stufe V: Filme oder Visualisierungen generieren (El Saddik Stufe 7)
- Stufe VI: Rückmeldung zu Manipulationen in Visualisierungen erhalten (diese Stufe gibt es bei El Saddik nicht).

Auf diese Weise wird die hohe Übereinstimmung von El Saddiks Konzept mit der hier vorgestellten Taxonomie von Interaktivitätsniveaus deutlich.

## 4 Skalierung von Programmkomponenten

Ich habe für die Illustration der Interaktivitätsniveaus bisher ausschließlich Text/Bild- und Text/Film-Beispiele bemüht. Im Folgenden will ich versuchen, dieselbe Taxonomie auf interaktive Programme oder Übungen anzuwenden, um die generelle Tragfähigkeit der Taxonomie für alle Sorten von Multimedia-Komponenten zu diskutieren. Für interaktive Übungen könnte die Taxonomie dann wie folgt aussehen:

### Stufe I: Automatischen Programmablauf ausführen

Das Programm kann vom Benutzer gestartet werden, und es läuft automatisch wie ein Film ab. Der Benut-

zer kann den Ablauf evtl. beobachten und ansonsten nur das Ergebnis zur Kenntnis nehmen. Er verfügt über keine Eingriffsmöglichkeiten.

### Stufe II: Mehrfache optionale Programmabläufe veranlassen

Das Programm kann vom Benutzer mehrfach wiederholt werden. Er kann dabei zwischen mehreren Optionen wählen, sodass innerhalb derselben Übung mehrere Variationen angeboten werden. Der Benutzer hat aber nach wie vor keine Möglichkeit, den Ablauf des Programms zu modifizieren oder den Inhalt der Übung zu beeinflussen.

### Stufe III: Variation der Darstellung durch Eingriff in ein Programm

Das Programm bietet dem Benutzer Möglichkeiten, die Repräsentation des Inhalts zu variieren, z. B. die Skalierung einer Kurve. Der Benutzer hat aber noch keine Chance, den Ablauf des Programms oder den Inhalt der Übung zu beeinflussen.

### Stufe IV: Variation durch Parameter- oder Datenvariation

Das Programm erlaubt es dem Benutzer, auch den Inhalt des Programms zu variieren, z. B. in physikalischen Simulationen die Parameter zu variieren, in Statistikprogrammen andere Datensätze aufzurufen. Auf diese Weise kann der Benutzer Objekte modifizieren und zu anderen Resultaten gelangen.

Der Medizinstudent kann in dem künstlichen Labor Regler verstellen und Instrumente bedienen. Der Lernende kann die Parameter für Messungen und Berechnungen durch Manipulation der grafischen Objekte (Laborinstrumente) ändern (Bild 6).

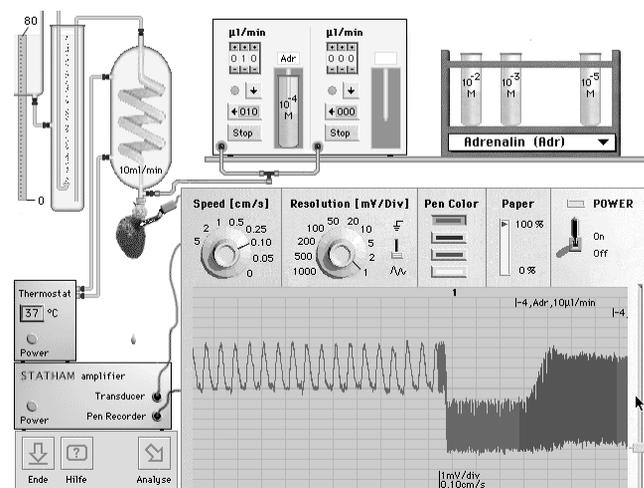


Bild 6: SimHeart — Labor [4].

## Stufe V: Objekte konstruieren und Prozesse generieren

Das Programm gestattet es dem Benutzer, den Gegenstand der Repräsentation selbst zu konstruieren, z. B. in Simulationen andere Modelle zu kreieren. Das Programm wird zum kognitiven Werkzeug, mit dem der Benutzer eigene Mikrowelten konstruieren kann.

In *ithink* können mit grafischen Mitteln biologische oder physikalische Modelle erstellt werden, die dann wie ein Programm angestoßen werden können und in iterativen Durchläufen zeitabhängige Daten liefern. In dem Beispiel (Bild 7) wird das Wirken der Lernkurve modelliert. Das Produkt sind Kurven und Daten.

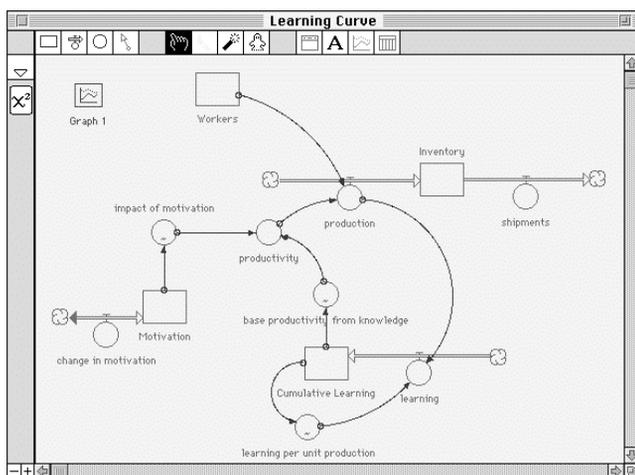


Bild 7: Modellieren von Systemen mit *ithink* [3].

## Stufe VI: Prozesse und Programme mit Rückmeldung

Programme, die mit intelligenten Rückmeldungen den Benutzer bei der Konstruktion seiner Welten unterstützen, sind noch selten. Ansätze dazu gibt es

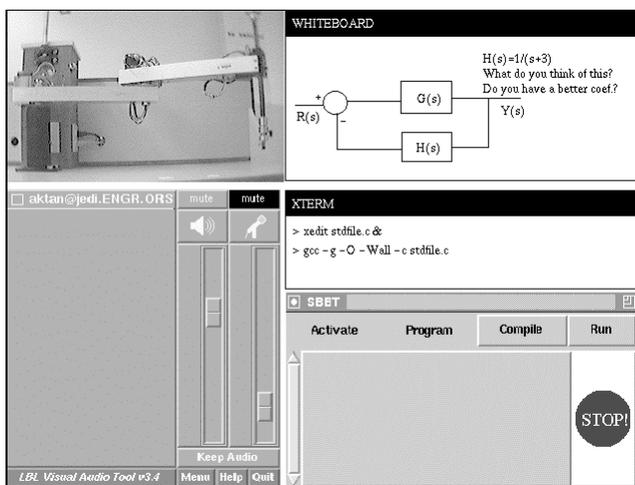


Bild 8: Programmierung eines entfernten Roboters mit Rückmeldung durch Videoübertragung.

vorwiegend auf dem Gebiet des Programmierens mit Programmiersprachen.

Bild 8 zeigt oben links als Video ein Labor mit einem Roboterarm. Der Student kann in dem Fenster rechts oben mit grafischen Mitteln ein Programm zur Steuerung des Arms schreiben, an das Labor schicken und erhält dann im Video Rückmeldung dazu, wie erfolgreich sein Programm den Roboterarm gesteuert hat.

## 5 Allgemeine Interpretation

In einem generelleren Sinne müssen wir die Benutzerhandlungen, die wir als Interaktivität bezeichnen, auf die Schichten des multimedialen Raumes beziehen. Benutzerhandlungen, auf den heutigen Computern ja noch vorwiegend enaktive Interaktionen, verbinden den Ereignisraum mit dem Darstellungsraum und machen ihm so den Bedeutungsraum zugänglich.<sup>2</sup> „Der Lernende löst Ereignisse aus, indem er Multimedia-Objekte manipuliert. Dabei benutzt der Lernende Hypothesen über die Methoden, die in der Tiefenstruktur von den Objekten ausgelöst werden.“ [9, 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 [6] 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 oder konstruktivistische Lernparadigmen [9, S. 71ff.].

<sup>2</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 und die sinntragenden Mitteilungen der Software enthält.

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 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.“ [9, 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.

## Literatur

- [1] Bruner, J. S.: The Act of Discovery. In: Harvard Educational Review. 31 (1961) – S. 21–32.
- [2] El Saddik, A.: Interactive Multimedia Learning. Springer: Berlin u. a. 2001.
- [3] High Performance Systems: itthink. Software.
- [4] Hirsch, M. Ch.; Braun, H. A.; Voigt, K.: SimHeart. Simulation des Herz-Versuchs. CD-ROM. Thieme 1997.
- [5] Metzger, Ch.; Schulmeister, R.; Zienert, H.: Die Firma 2. Deutsche Gebärdensprache interaktiv. CD-ROM. Signum 2002.
- [6] Rhodes, D. M.; Azbell, J. W.: Designing Interactive Video Instruction Professionally. In: Training and Development Journal 39 (1985/12) 31–33.
- [7] Richter-Gebert, J.; Kortenkamp, U. H.: Die interaktive Geometrie-Software Cinderella. Buch und CD-ROM. Springer: Berlin, Heidelberg u. a. 2001.
- [8] Schulmeister, R.; Jacobs M.: LernSTATS. Software. Hamburg 1992–1996.
- [9] Schulmeister, R.: Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag 1997.



**Prof. Dr. Rolf Schulmeister** ist Professor am Interdisziplinären Zentrum für Hochschuldidaktik und am Institut für Deutsche Gebärdensprache der Universität Hamburg. Zu seinen Forschungsgebieten zählen u. a. Multimedia, E-Learning und Hochschuldidaktik.

Adresse: Universität Hamburg, Interdisziplinäres Zentrum für Hochschuldidaktik, Vogt-Kölln-Str. 30, Haus E, D-22527 Hamburg,  
E-Mail: schulmeister@uni-hamburg.de