

In: Kammerl (Hrsg.): Computerunterstütztes Lernen. Oldenbourg: München 2000.

Rolf Schulmeister

1 Didaktische Aspekte hypermedialer Lernsysteme

Lernvoraussetzungen, kognitive Re-Interpretation und Interaktion

Zusammenfassung

Der Aufsatz setzt sich mit der Frage auseinander, welche didaktischen Aspekte für hypermediale Lernsysteme wichtig sind. Dabei konzentriere ich mich auf drei mir besonders brisant erscheinende Aspekte: Die Adaption des Lernsystems an die Lernvoraussetzungen des Lernenden, die Notwendigkeit der kognitiven Re-Interpretation von wissenschaftlichen Stoffen und die Bedeutung der Interaktion für die Wirksamkeit des Lernsystems.

1.1 Was sind „didaktische Aspekte“ hypermedialer Lernsysteme?

Didaktische Aspekte, die für die Konzeption, Gestaltung und Evaluation hypermedialer Lernsysteme relevant sind, könnten beispielsweise die folgenden sein:

Adaption an Lernvoraussetzungen	versus	Reproduktion von Fachstandards
Orientierung an Lernzielen	versus	Orientierung am Fach
Motivation	versus	Kognition
Abstraktion	versus	Kontextualität
Lernerzentriertheit	versus	Fachzentriertheit
Disziplinentorientierung	versus	Praxisbezug
Sequentieller Aufbau	versus	Hierarchischer Aufbau
Leichte Bedienbarkeit	versus	Komplizierte Bedienbarkeit
Monomodalität	versus	Multimodalität
Instruktion	versus	Lernen

Die Tabelle enthält nicht alle didaktischen Aspekte, die bei der Konzeption und Entwicklung hypermedialer Lernsysteme vorkommen, aber es sind bereits genug, um die deutlich werden zu lassen, wie bunt und vielfältig das Feld ist, das der Designer und Didaktiker von Hypermedia zu bestellen hat. Die Gegensatzpaare weisen zudem deutlich darauf hin, daß grundsätzlich oppositionelle didaktische Positionen bei der Gestaltung von Lernsystemen existieren. Einige Kriterien schließen sich gegenseitig aus. Nur wenige können zusammen in einer Hypermedia-Anwendung realisiert

werden. Ich werde im folgenden drei Aspekte behandeln, die mir besonders relevant und zugleich pragmatisch realisierbar zu sein scheinen:

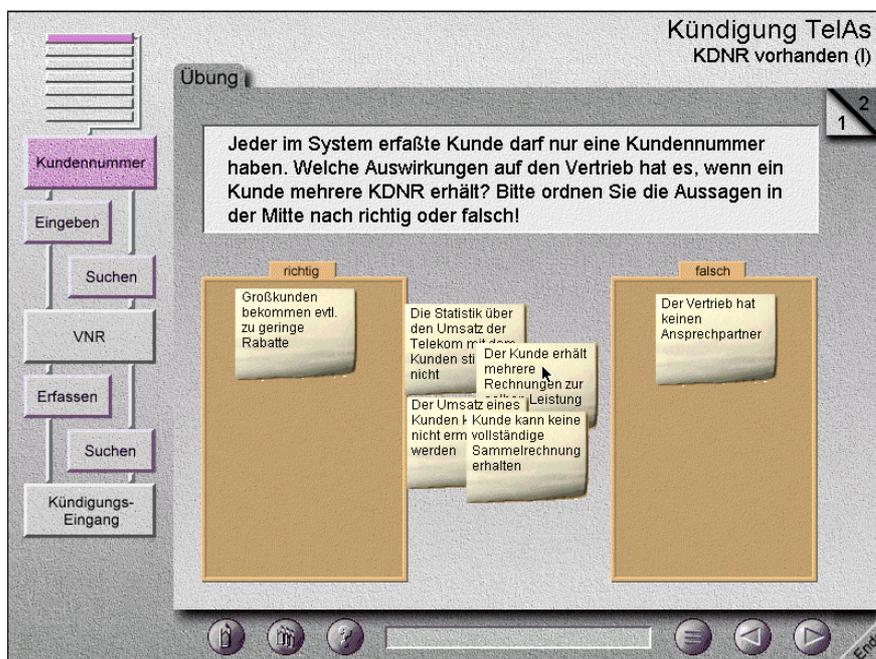
- Die Adaption an die Lernvoraussetzungen der Lernenden
- Die Notwendigkeit der kognitiven Re-Interpretation von Stoffen
- Die Bedeutung der Interaktion für die Wirksamkeit des Lernsystems.

Ich werde die Wichtigkeit dieser Kriterien begründen und ihre Realisierbarkeit anhand von drei Lernsystemen erläutern, die von mir entwickelt wurden: Ein Trainingsprogramm für die .T.e.l.e.k.o.m., ein interaktives Programm zum Lernen der Statistik (LernSTATS) und ein Multimedia-Programm zum Lernen der Deutschen Gebärdensprache. Dabei werde ich kurz auf die Frage der Gestaltung authentischer Lernumgebungen eingehen, sofern es die einzelnen Anwendungen verlangen.

1.2 Adaption an Lernvoraussetzungen

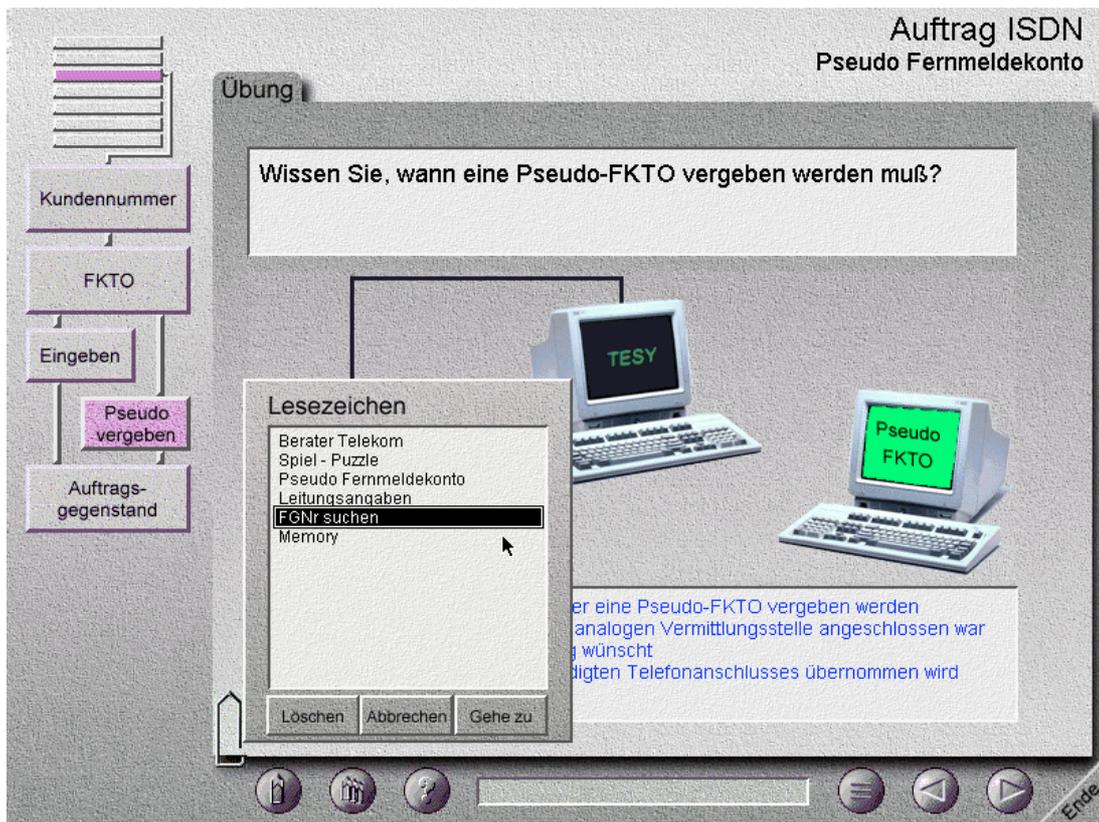
Es ist notwendig, an den Lernvoraussetzungen der Studierenden anzuknüpfen bzw. die Studierenden selbst in die Lage zu versetzen, sich den Anknüpfungspunkt ihren Lernvoraussetzungen entsprechend auswählen zu können.

Ich will diese Problematik an einem Computer-Based Trainingsprogramm (CBT) demonstrieren, das ich für die Deutsche .T.e.l.e.k.o.m. entwickelt habe:



Das Programm soll die Handhabung eines etwas angestaubten Programms trainieren, mit dem viele .T.e.l.e.k.o.m.-Angestellte Bestellungen und Kündigungen für Telefon- und ISDN-Anlagen verwalten müssen. Die Abbildung aus dem Programm illustriert deutlich den seitenbasierten (frame-based) Charakter des klassischen CBT. Auf dieser Seite wird eine traditionelle Zuordnungsübung (richtig/falsch) angeboten, die

mit moderner Drag & Drop-Methode zu bearbeiten ist. Der Benutzer kann im Programm auf herkömmliche Weise mit den Vorwärts- und Rückwärts-Knöpfen navigieren, er kann sich aber auch des stilisierten Flußdiagramms auf der linken Bildschirmseite bedienen, um zu der gewünschten Stelle im Programm zu springen. Das Flußdiagramm gibt den Ablauf des Arbeitsprozesses für die erste Arbeitsphase wieder.



Die zweite Abbildung aus dem CBT-Programm zeigt eine Animation im Hintergrund und darunter eine Aufgabe in multiple choice-Form mit anklickbaren Texten. Auf der linken Bildschirmseite erscheint das Flußdiagramm der aktuellen Arbeitsphase. Der Benutzer hat ferner ein Lesezeichen-Fenster aufgerufen, das ebenfalls zur Navigation benutzt werden kann. Mit den Lesezeichen kann sich der Benutzer einen eigenen Katalog mit den Übungen erstellen, die für ihn von besonderem Interesse sind. Auf diese Weise kann er das Programm an seine Bedürfnisse adaptieren.

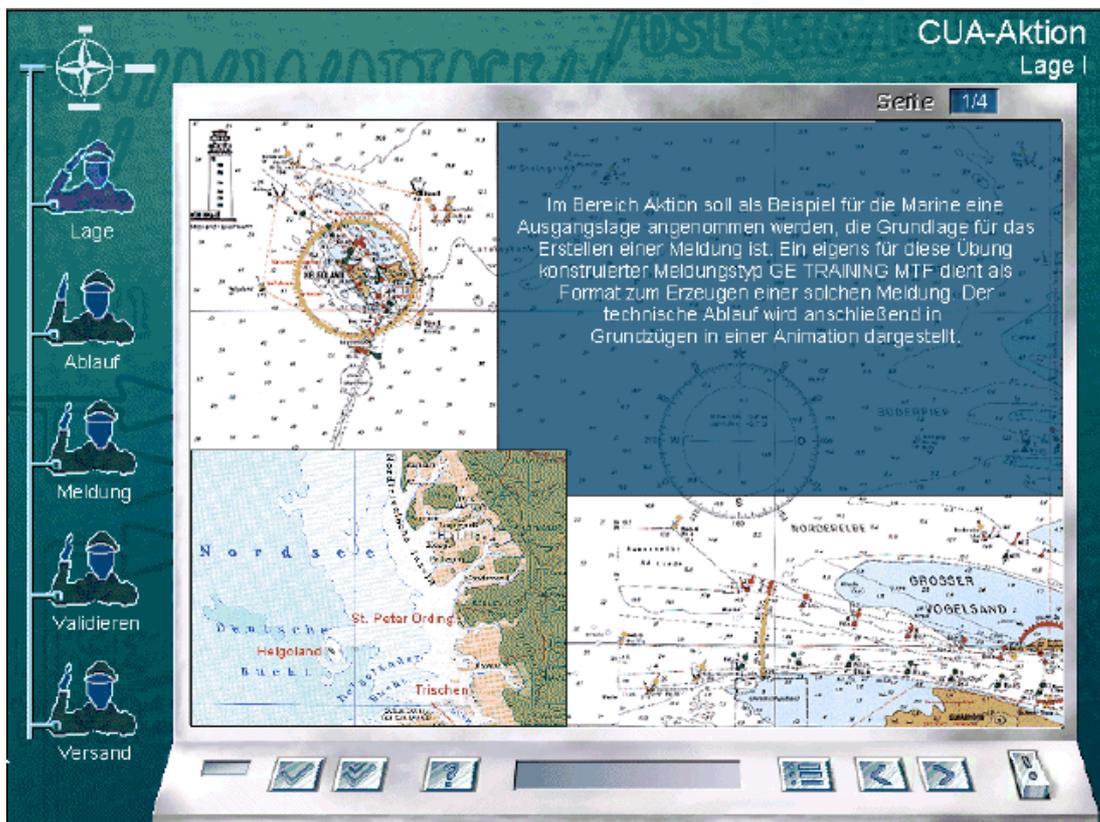
1.2.1 Diskussion

Zu welchen Extremen die Anpassung eines Programms an die Lernvoraussetzungen der Lernenden führen kann, läßt sich an dem illustrierten Beispiel gut diskutieren:

Das stilisierte Flußdiagramm bietet dem Benutzer eine formale Abbildung des realen Arbeitsprozesses, der den Hintergrund für die Arbeit der lernenden Arbeitnehmer bildet: Die Abbildung erfüllt mehrere Funktionen, z.B. eine kognitive Orientierung

am Arbeitsprozeß, eine individuelle Navigation und Selektion, und trägt so zur individuellen Differenzierung der Benutzer bei. In diesem Fall wurde eine formale Abbildung des Arbeitsprozesses gewählt. In anderen Fällen würde es sich eher anbieten, eine möglichst natürliche Abbildung der realen Umgebung zu entwerfen, in der oder über die gelernt werden soll. Im Extrem kann das Kriterium Adaption an Lernvoraussetzungen also nach einer virtuellen Imitation natürlicher Umgebungen (z.B. die Montage am Fließband), nach einer Anpassung an die Lebensumwelt der Lernenden (Familie, Behinderte) oder nach einer Simulation der Umwelt (Natur) verlangen.

In einem CBT-Programm für die Marine der Bundeswehr wurde die Simulation eines Fallbeispiels (ein NATO Manöver in der Nordsee) integriert, einerseits um größtmögliche Realitätsnähe zu erreichen und andererseits, um die Vielzahl der Fälle einzuschränken, die sonst trainiert werden müßten:



Das Kriterium Anpassung an Lernvoraussetzungen kann aber auch Anpassung an den Lernprozeß bedeuten, ein Problem, das die sog. adaptiven Programme zu traktieren suchen (Park 1996). Die Form der Adaption an Lernvoraussetzungen, die hier gewählt wurde, ist eher mit dem zu vergleichen, was in der Literatur unter dem Begriff der Lernerkontrolle (Merrill 1979) diskutiert wird. Im Extrem sollte die Adaption an die Lernvoraussetzungen sowohl eine extreme Differenzierung nach Lernertypen möglich machen als auch eine Offenheit für diverse Lernstrategien zulassen.

1.3 Kognitive Re-Interpretation wissenschaftlicher Stoffe

Im Internet fand ich in einer Erläuterung zur Erstellung von Unterrichtsskripten für Lehrende die apodiktische Aussage: „Entscheidend für die Orientierung des Lernenden in der Lernumgebung ist die sachlogische Struktur der Inhalte“ (http://www.tu-bs.de/albrecht/lu_kon.htm im Juni 1999).

Diese Aussage halte ich für grundlegend falsch. Ich will damit keineswegs einer Willkür der Repräsentation wissenschaftlicher Inhalte das Wort reden, aber das Kriterium der sachlogischen Struktur der Inhalte ist der Standard aller traditionellen Lehrmedien und zugleich so etwas wie die heilige Kuh der klassischen Instruktionpädagogik gewesen. Ich bin davon überzeugt, daß das Internet viel spannender sein kann und viel mehr zu bieten hat als Lehrbücher oder Vorlesungen, wenn es den Lehrenden gelingt, ihre didaktische Phantasie frei zu machen von überkommenen Vorstellungen. Das Internet, da stimme ich Duchastel zu, könnte sehr wohl eine eigene Dynamik in der Entwicklung neuer didaktischer Formen entfalten:

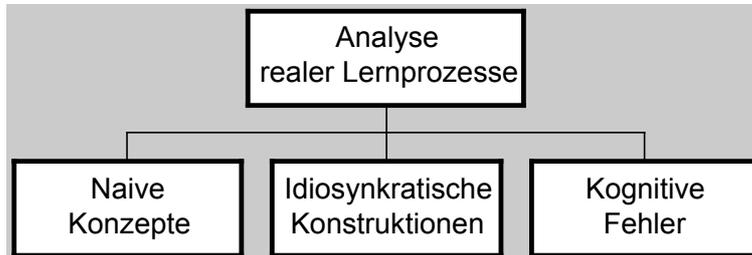
„The future of educational technology is not to be found in evolving visions of the three technologies that give its shape, namely hardware, software, and process technologies, but rather in new ways of envisioning how these technologies can be used for the purpose of assisting learning.“ (Duchastel 1996)

Das ist so neu nicht, wie man annehmen könnte. Man vergleiche nur die Forderungen aus einer Dissertation von 1974, die vom computerunterstützten Unterricht (CUU) verlangte, „das Schwergewicht auf die Initiierung von Lerner-orientierten, selbstverantwortlich gestalteten Lernprozessen zu verlagern, [...] offene Interaktions- und Kommunikationsmodelle zu entwickeln, in denen die technischen Medien zur Realisierung aktivierender Lernsituationen dienen“ (Simon 1974). Diese Erwartungen an CUU waren wohl verfrüht, aber die heutige Technologie, besonders die Internet-Technologie, kann zum Motor für den Paradigmenwechsel im Lernen werden: „New technology *requires* us to rethink these dynamics because we do not have the option to use familiar approaches.“ (Kimball 1998, S. 26) Das ist leider nicht zwangsläufig so, wie die vielen Beispiele im Internet beweisen, die ungerührt Althergebrachtes präsentieren (Schulmeister 1999). Um so erstaunlicher, daß selbst Experten für Netzmanagement zu der Schlußfolgerung gelangen, daß es nicht die Technologie sei, sondern die „teaching strategies and style which have the most impact on the quality of learning“ (ebda, S. 26). In diesem Sinne möchte ich auch behaupten, daß nicht die sachlogische Repräsentation des Fachwissens für den Lernerfolg ausschlaggebend sein dürfte, sondern die kognitive Re-Interpretation wissenschaftlicher Inhalte entsprechend den Erfordernissen des Lernprozesses und der gewählten innovativen Lernmethoden. Sollten wir das nicht rechtzeitig erkennen, wird uns die Prognose Duchastels voll treffen: „Teaching as we know it is in for a very rude awakening during the next few decades.“ (Duchastel 1996)

In vielen Fällen ist eine kognitive Re-Interpretation des zu lehrenden Stoffes nötig, bevor ein Lernprogramm entwickelt werden kann. Was verstehe ich unter der kognitiven Re-Interpretation eines Stoffes? Hierfür zunächst ein Beispiel aus einem Programm zum Lernen der Statistik in der Psychologie.

Die Denk- und Lernprozesse der Studierenden der Statistik richten sich nicht nach der sachlogischen Struktur der Statistik, sondern nehmen durchweg ideosynkratische

Züge an. Es ist zunächst eine Analyse der realen Lernprozesse notwendig, um die naiven kognitiven Konzepte der Studierenden und ihre kognitiven Fehler zu erfassen.



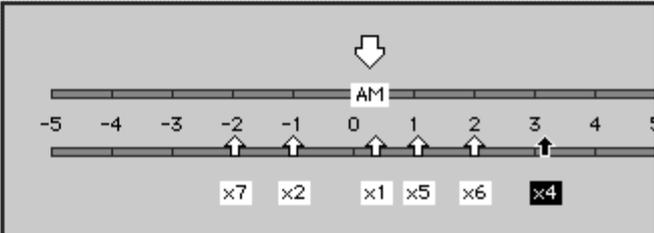
So wurde beispielsweise festgestellt, daß das in den meisten Statistikformeln vorkommende Σ (Sigma, Summenformel) — an sich ein simples arithmetisches Konzept — für viele Studierende keine Operationsvorschrift darstellt, sondern zu einem Bild ohne klaren Inhalt wird. Es reicht also nicht hin, die Formel des Arithmetischen Mittels oder der Varianz formal „sauber“ zu erklären, die Operation wird erst durch konkret-anschauliche Manipulation verankert. Solche Übungen wurden dementsprechend in LernSTATS eingebaut. Die folgende Abbildung illustriert eine Übung, die den Effekt der sog. „Ausreißer“ auf den Mittelwert, der über die reinen Zahlenwerte schlecht verständlich wird, illustrieren soll. Die Übung ermöglicht es, die einzelnen Werte auf der x-Achse direkt zu verschieben und so die Auswirkung dieser Verschiebung auf den Mittelwert (AM) zu beobachten.

Ein bekanntes Maß ist das umgangssprachlich "Durchschnitt" genannte **arithmetische Mittel**.

Die Berechnung des AM ist bei
 - Intervallskalenqualität und
 - stetiger Verteilung (alle Werte müssen möglich sein) erlaubt.
 (Diese Bedingungen sind z. B. für Schulnoten nicht erfüllt, trotzdem wird fröhlich der "Durchschnitt" berechnet!)

 *Verändern Sie die Meßwerte auf der Skala, indem Sie sie mit der Maus halten und verschieben. Beobachten Sie die Auswirkungen auf das arithmetische Mittel (AM).*

x_i
0.4
-1.0
-1.9
3.2
1.1
2.0
-1.9

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 0.27$$


Maße der zentralen Te...

- arithmetisches Mittel
- Extremwertabhängigkeit aller M...
- Extremwerte
- Maße der zentralen Tendenz
- Medianwert
- Methode der kleinsten Quadrate
- Modalwert

arithmetisches Mittel

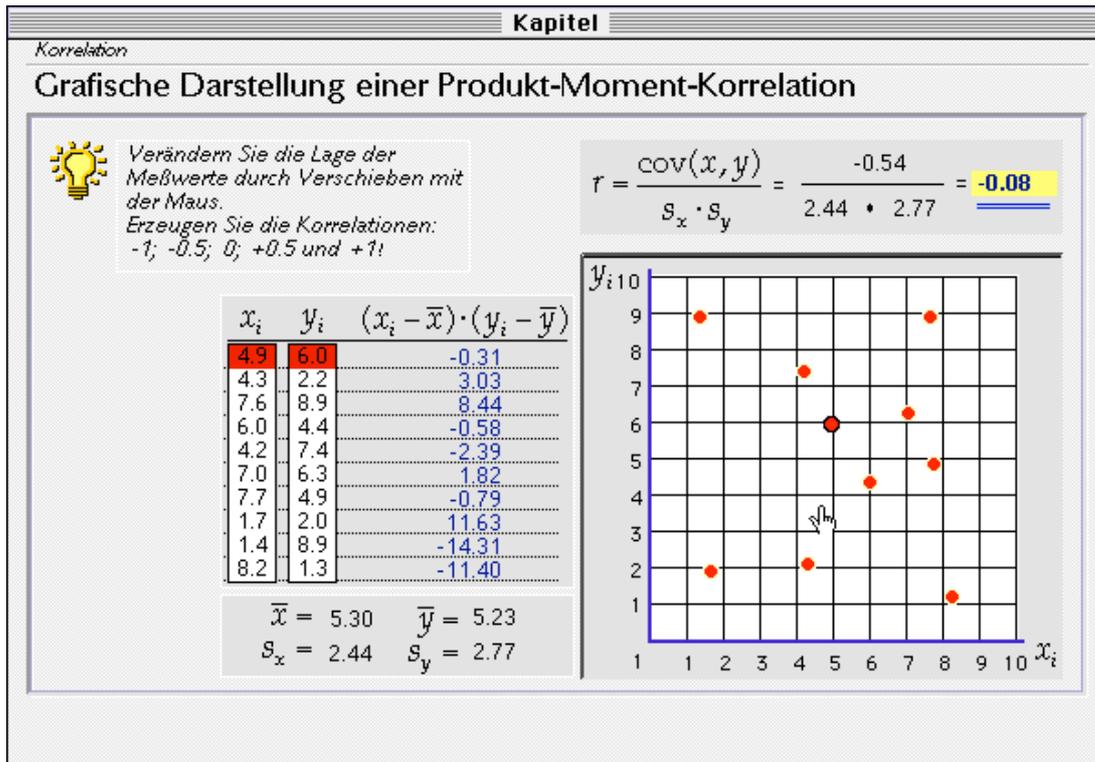
Das arith...
 berechne...
 aller Wer...
 Die Summ...
 Werte vom AM ist für das AM einer Verteilung minimal.

Ende Texte Logbuch Glossar Hilfe Themen-
 übersicht zurück

$$AM = \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

Im Statistikbuch oder im Glossar, die beide Teil des Programms und im Hypertext-Format geschrieben sind, kann der Studierende danach die eher formale Erklärung seiner Beobachtungen nachlesen.

Ein anderes Beispiel für naive kognitive Konzepte, die den Lernprozeß behindern, ist das Konzept der Korrelation. Die Korrelation bleibt für die Studierenden lange Zeit metaphorisch und mit Konnotationen wie Nähe, Enge oder Beziehung liiert, die weit entfernt sind vom mathematischen Konzept der Covariation der Wertepaare von zwei Wertereihen.



Das Programm LernSTATS (<http://www.izhd.uni-hamburg.de/>) wurde entwickelt, um mit Übungen konkret-anschaulich auf die naiven Konzepte der Studierenden eingehen zu können. So gestattet beispielsweise die abgebildete Übung, die Punkte unmittelbar im Scatterplot zu versetzen, um die Rückwirkung auf die Wertepaare der beiden Variablen beobachten zu können. So wird den Studierenden die Gelegenheit gegeben, auf entdeckendem Wege eigene kognitive Konzepte für das Verständnis der Korrelation ausprobieren zu können. Mir scheint, daß eine Vielzahl wissenschaftlicher Inhalte derartige kognitive Re-Interpretationen benötigt, bevor didaktische Übungen entwickelt werden können, die die Lernvoraussetzungen der Studierenden einholen, ihre Motivation treffen und ihnen einen schrittweisen Lernfortschritt in Richtung auf ein mehr formales Verständnis ermöglichen.

1.4 Die Bedeutung der Interaktion für das Lernen

Das Beispiel LernSTATS macht zugleich deutlich, ob und wie ein hoher Grad an Interaktion realisiert werden kann. In den erwähnten Beispielen geschieht dies, indem der übliche Weg von den Daten zur Grafik auf den Kopf gestellt wird und es dem Lernenden stattdessen möglich ist, durch konkret-anschauliche Operationen auf der Grafik die Daten zu manipulieren. Bei dieser Form konkret-anschaulicher Interaktion handelt sich um einen Typus direkter Manipulation (Shneiderman 1983). Andere Übungen in LernSTATS wählen andere Methoden, z.B. indem Formeln wie Baukastenmodule zusammengesetzt, Matrizen per Hand rotiert oder Werte und Kategorien Kurven zugeordnet werden können. Auf diese Weise ist LernSTATS zu einem der interaktivsten und umfangreichsten Lernprogramme im Internet geworden.

Interaktivität wird als der Vorteil der Neuen Medien eingeschätzt: „The first benefit is great interactivity“ (Kay 1991, S. 106). Interaktivität kennzeichnet den wesentlichen Unterschied zwischen einem computerunterstützten Lernprogramm und einem Film. Als Eigenschaft eines gut gestalteten Multimedia-Programms ist die Interaktivität aber auch für das mediale Erleben des Benutzers ausschlaggebend. Der Begriff Interaktivität bezogen auf ein Lernprogramm meint die Häufigkeit und Dimension technisch mediiertes Aktionen, z.B. die Unterbrechung einer Programmprozedur. Der Begriff Interaktion hingegen bezeichnet den Umgang des Lernenden mit den symbolischen Inhalten des Lernprogramms.

Es ist wichtig, den physikalischen oder technischen Aspekt der Interaktivität vom symbolischen Aspekt der Interaktion zu unterscheiden. Sobald man diese Unterscheidung trifft, nehmen der Inhalt des Programms und die Intentionalität der Benutzerhandlungen eine wichtige Funktion ein, und die Interaktion im Multimedia-Programm wird zu einer kognitiven Handlung mit symbolischen Inhalten.

Aber ob diese Charakterisierung eine ausreichende Begründung dafür sein kann, solche Interaktionen als eine Form der Konversation (Brennan 1990) oder als „communicative dialogue“ (Dillon 1990, S. 186) zu betrachten, möchte ich anzweifeln. Die Charakterisierung des Dialogs mit der Software als Teil der sozialen Interaktion würde die Begriffe Kommunikation und Konversation auf ihre zweckrationale Dimension reduzieren, denn die soziale Interaktion ist durch Reziprozität und Symmetrie der Kommunikation ausgezeichnet. Die Reziprozität der Kommunikation aber wird in den künstlichen Dialogen mit Programmen verletzt.

Dann trifft schon eher die Deutung der Interaktion von Baumgartner und Payr (1994, S. 115) als „eigenen Realitätsbereich, d.h. als eine geschlossene Sinnstruktur mit spezifischen Erlebnis- bzw. Erkenntnisstil“ zu.

1.4.1 Wann ist Interaktivität ein erfolgreiches Konzept?

Nach dieser Deutung der Interaktion als Doppelheit von physikalischem und symbolischen Handeln ist es an der Zeit, die Frage zu beantworten, warum denn die Interaktivität so entscheidend für die Wirksamkeit der Lernprogramme sein soll. Die pure Häufigkeit und Intensität der Interaktivität kann es meines Erachtens nicht sein, was die Attraktivität interaktiver Programme bei Jugendlichen erklärt.

Rheinberg (1985) hat Jugendliche, die stundenlang am Computer sitzen, nach ihrem Motiv befragt. Die Antworten wiesen deutlich auf die Funktion der Rückmeldung hin, die von den Programmen an die Benutzer gegeben wird. Dies Ergebnis stimmt mit der Beobachtung von Twidale (1993) überein, daß Studierende beim Lernen mit einem tutoriellen System absichtlich viele Fehler machten, um möglichst viele Rückmeldungen zu erhalten.

Nun überraschen diese Erkenntnisse durchaus, gehen wir doch normalerweise davon aus, daß es auch einen hohen Prozentsatz von Lernenden gibt, die Rückmeldungen möglichst ganz vermeiden wollen, beispielsweise diejenigen Studierenden, die als mißerfolgsorientierte Lerner (fear of failure) bezeichnet werden. Der scheinbare Widerspruch läßt sich auflösen, wenn wir uns näher anschauen, was Rückmeldung durch ein Programm heißt:

Die Mensch-Programm-Interaktion zeichnet sich — im Gegensatz zur sozialen Interaktion — dadurch aus, daß sie frei von sozialen Konsequenzen ist. Handlungen lassen sich widerrufen, ohne Spuren zu hinterlassen. Selbst dann, wenn ein Lernprogramm Bewertungen abgibt, kann ich diese für mich behalten und bei einer Wiederholung vermeiden. In der sozialen Interaktion hingegen ist nichts widerrufbar. Ich kann mich für einen Fehler entschuldigen, kann dadurch aber ein Geschehen nicht rückgängig machen, das Gedächtnis der anderen beteiligten Person nicht löschen. Der Computer scheint deshalb eine so große Attraktivität bei Jugendlichen zu besitzen, weil er einerseits Rückmeldung gibt, gelegentlich auch verbunden mit Bewertungen, aber diese auch wieder löschen kann, während ein einmal auf den Lehrer gemachter Eindruck langfristig fatale Folgen haben kann. Die Interaktion Jugendlicher mit einem Computer ist angstfrei, weil sie ungestraft Fehler machen dürfen. Dies ist eine hervorragende Voraussetzung für effizientes Lernen: »Man kann nämlich vermuten, daß der Rechner eines der wenigen Leistungsfelder ist, in dem Mißerfolgsorientierte nicht abgeschreckt sind« (Rheinberg 1985, S. 98). Nicht die Interaktivität an sich, sondern die Anonymität und Sanktionsfreiheit bei der Interaktion mit Programmen spielt also eine ganz wesentliche Rolle für die Lernmotivation der Lernenden.

1.5 Authentische Umgebungen

Das Multimedia-Programm „Die Firma: Gebärdensprache Do It Yourself“ (Metzger u.a. 1999) ist ein Lernprogramm zum Erlernen der Gebärdensprache, das auf natürlichen Dialogen zwischen Gehörlosen aufbaut. Die elf Lektionen des Programms spielen in einer authentischen Umgebung, dem Szenario einer Baufirma. Da die Kommunikation zwischen den Gehörlosen in den Dialogen relativ komplex ist, setzt der Lernprozeß bei den Lernenden hohe Motivation, selbständiges Lernverhalten und die Fähigkeit zur Analyse der komplexen Dialoge voraus.

BITTE/GABEL INDEX du-GEBEN-ich
Gibst Du mir bitte die Gabel da rüber.

Paßt Dir 2 Uhr?
Thomas : *Ja, das paßt mir gut. Bis 2 Uhr, tschüß.*

In der Kantine am Tisch
Thomas : *Ohne Suppe?*
Alexander : *Das ist mir zuviel. Spaghetti sind genug. Scheiße, ich habe die Gabel vergessen. Gibst Du mir bitte die Gabel da rüber?*
Thomas : *Ja. Schmecken die Spaghetti gut?*
Alexander : *Es gibt hier keinen Streukäse. Aber es geht so.*
Thomas : *Wie lange arbeitest Du hier?*
Alexander : *Bis jetzt 1 Monat. Und wie lange Du?*

ZUVIEL / SPAGHETTI GENUG / SCHEISSE / ICH GABEL VERGESSEN / BITTE/GABEL INDEX du-GEBEN-ich /

Lektion 5 - In der Kantine

Links im Fenster erscheint der Film mit dem Dialog in Gebärdensprache. Der Film mit dem aktuell ausgewählten Dialogstück läßt sich fließend, bildweise oder Ausdrucksweise abspielen.

Die Dialoge sind in Lautsprache übersetzt (Textfeld rechts im Bild) und werden unterhalb des Feldes mit dem Dialog als Glossentranskription wiedergegeben (eine Art wörtliche Wiedergabe der Gebärdenfolge mit unflektierten Wörtern der Lautsprache). Unterhalb des Filmes erscheinen sowohl die Übersetzung als auch die Glossentranskription in kleinen Stücken begleitend zum Film.

Es ist für die Lernenden vermutlich relativ schwierig, die Gebärdensprache direkt aus den Dialogen zu erlernen. Sie müssen versuchen, den Dialog eingehend zu analysieren. Den Analyseprozeß kann eine spezielle Programmfunktion unterstützen, die jedesmal, wenn eine Glosse angeklickt wird, den lexikalischen Eintrag der Gebärde, die sog. Zitationsform, in einem zweiten Videofenster präsentiert. Auf diese Weise kann der Lernende die Gebärde in ihrer flektierten und in ihrer lexikalisch unflektierten Form direkt miteinander vergleichen und so ein Verständnis für den Gebrauch der Gebärden in situativen Kontexten entwickeln.

ZIEHEN
Tür zu! Es zieht!

TREFFEN

In der Kantine am Tisch

Thomas : *Ohne Suppe?*

JA/GUT IDEE /WIR-BEIDE KANTINE TREFFEN /WIEVIEL UHR? /HEY /TUR TUR-ZU! /ZIEHEN /

Lektion 5 - In der Kantine

Grammatische Erklärungen, die wiederum mit Videobeispielen aus den Dialogsequenzen arbeiten, vertiefen den eigenen Analyseprozeß der Lernenden. Die Übungen zum Programm fördern die Entwicklung der Sprachrezeption und der Sprachproduktion, die beiden Seiten der Sprachkompetenz. Das didaktische Konzept, natürliche Dialoge in authentischen Umgebungen zu präsentieren, scheint mir für den Lernprozeß beim Fremdsprachenlernen eines der besten Lehrkonzepte zu sein. Allerdings setzt Lernen nach diesem Konzept den Willen und die Fähigkeit zu selbsttätigem analytischem Vorgehen voraus, eine anspruchsvolle Voraussetzung. Durch den Ansatz der authentischen Umgebung macht dieses Programm einen Schritt in die Richtung konstruktivistischer Lernsysteme (Schulmeister 1997). Was dem Programm allerdings noch fehlt, um es zu Recht als konstruktivistisches Lernprogramm bezeichnen zu können, sind Input-Methoden, mit denen Lernende selbst Gebärdensprache konstruieren und in den Computer eingeben können, um sie dann vom Programm evaluieren zu lassen. Entsprechende Methoden (Bilderkennung oder direkte Manipulation einer 3D-Figur) sind Gegenstand der aktuellen Forschung, aber noch nicht praktisch einsetzbar. Bis dahin muß dem Mangel durch Einordnung des Programms in reale Umgebungen begegnet werden.

Literatur

- Baumgartner, P. / Payr, S. (1994): *Lernen mit Software*. Innsbruck: Österreichischer StudienVerlag
- Brennan, S.E. (1990): Conversation as Direct Manipulation: An Iconoclastic View. In: Laurel, B. (ed): *The Art of Human-Computer Interface Design*. Reading, MA. u.a.: Addison-Wesley, S. 393-404
- Chung, J. / Reigeluth, C.M. (1992): Instructional Prescriptions for Learner Control. In: *Educational Technology*. Jg. 32, H. 10, S. 14-20
- Dillon, A. (1990): Designing the Human-Computer Interface to Hypermedia Applications. In: Jonassen, D.H./Mandl, H. (eds): *Designing Hypermedia for Learning*. (NATO ASI Series. Series F: Computer and Systems Sciences; 67) Berlin/Heidelberg: Springer, S. 185-195
- Duchastel, Ph.C. (1996): Learning Interfaces. In: Liao, Th.T. (ed): *Advanced Educational Technology: Research Issues and Future Potential*. (NATO ASI Series. Series F: Computer and Systems Sciences; 145) Berlin et al: Springer, S. 207-217
- Kay, A.C. (1991): Computers, Networks and Education. In: *Scientific American*. Special Issue Jg. 3, H. 265, S. 100-107
- Kimball, L. (1998): Managing Distance Learning – New Challenges for Faculty. In: Hazemi, R./Hailes, St./Wilbur, St. (eds): *The Digital University. Reinventing the Academy*. Springer: London, Berlin u.a. 1998, S. 25-38
- Laurillard, D. (1990): Computers and the Emancipation of Students: Giving Control to the Learner. In: Boyd-Barrett, O./Scanlon, E. (eds): *Computers and Learning*. Reading, MA. u.a.: Addison-Wesley, S. 64-80
- Merrill, M.D. (1979): Learner Control in Computer Based Learning. In: *Computers and Education*. 3, S. 77-95
- Metzger, Ch./Schulmeister, R./Zienert, H. (1999): *Die Firma: Gebärdensprache Do It Yourself*. CD-ROM. Signum Verlag: Hamburg.
- Park, Ok-choon (1996): Adaptive Instructional Systems. In: Jonassen, D.H. (ed): *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. New York, London u.a.: Simon & Schuster, S. 634-664
- Rheinberg, F. (1985): Motivationsanalysen zur Interaktion mit Computern. In: Mandl, H. / Fischer, P.M. (eds): *Lernen im Dialog mit dem Computer*. München/Wien/Baltimore: Urban & Schwarzenberg, S. 83-105
- Schulmeister, R. (1997): *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie – Didaktik – Design*. 2. überarb. Aufl. Oldenbourg: München 1997 (1. Aufl. Addison-Wesley: Bonn, Paris u.a. 1996)
- Schulmeister, R. (1999): „Surfer“ konsumieren viel – und lernen wenig. Virtuelles Lernen aus didaktischer Sicht. In: *Psychoscope* Jg 20, H. 1, S. 4-7
- Shin, E.C./Schallert, D.L./Savenye, W.C. (1994): Effects of Learner Control, Advisement, and Prior Knowledge on Young Students' Learning in a Hypertext Environment. In: *Educational Technology, Research and Development*. Jg. 42, H. 1, S. 33-46
- Shneiderman, B. (1983): Direct Manipulation: A Step Beyond Programming Languages. In: *IEEE Computer*. Jg. 16, H. 8, S. 57-69
- Simon, H. (1974): Partnerarbeit im Computer-Unterstützten Unterricht. In: Brunnstein, Klaus / Haefner, K./Händler, W. (eds): *Rechner-Gestützter Unterricht*. RGU'74 Fachtagung, Hamburg 12.-14.8.1974. (Lecture Notes in Computer Science; Vol. 17) Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo: Springer-Verlag, S. 1-12
- Twidale, M.B. (1993): Redressing the Balance: The Advantages of Informal Evaluation Techniques for Intelligent Learning Environments. In: *Journal of Artificial Intelligence in Education*. Jg. 4, H. 2/3, S. 155-178