

Astleitner, Hermann; Leutner, Detlev
**Computer in Unterricht und Ausbildung. Neue Anforderungen an Lehrer,
Ausbilder und Trainer?**

Zeitschrift für Pädagogik 40 (1994) 4, S. 647-664



Quellenangabe/ Reference:

Astleitner, Hermann; Leutner, Detlev: Computer in Unterricht und Ausbildung. Neue Anforderungen an Lehrer, Ausbilder und Trainer? - In: Zeitschrift für Pädagogik 40 (1994) 4, S. 647-664 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-108554 - DOI: 10.25656/01:10855

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-108554>

<https://doi.org/10.25656/01:10855>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ JUVENTA

<http://www.juventa.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Zeitschrift für Pädagogik

Jahrgang 40 – Heft 4 – Juli/August 1994

Essay

- 529 ALFRED K. TREML
Über die Unwissenheit

Thema: Reformpädagogik

- 541 ULRICH HERRMANN/JÜRGEN OELKERS
Reformpädagogik – ein Rekonstruktions- und Rezeptionsproblem
- 549 RALF KOERRENZ
„Reformpädagogik“ als Systembegriff
- 565 JÜRGEN OELKERS
Bruch und Kontinuität. Zum Modernisierungseffekt der Reformpädagogik
- 585 HEINZ-ELMAR TENORTH
„Reformpädagogik“ – erneuter Versuch, ein erstaunliches Phänomen zu verstehen

Diskussion

- 607 HEINZ RHYN
Allgemeinbildung, Staat und Politik. Zur aktuellen Diskussion um die angelsächsische „liberal education“
- 627 CHRISTIAN NIEMEYER
Unzeitgemäße Sozialpädagogik. Erwägungen auf dem Weg zur Rephilosophierung einer Einzelwissenschaft unter Bezug auf Nietzsche
- 647 HERMANN ASTLEITNER/DETLEV LEUTNER
Computer in Unterricht und Ausbildung – Neue Anforderungen an Lehrer, Ausbilder und Trainer?

Besprechungen

- 667 MICHAEL WINKLER
Rudolf Lassahn/Birgit Ofenbach (Hrsg.): Bildung in Europa
Walter Hornstein/Gerd Mutz unter Mitarbeit von *Irene Kühnlein*
und *Angelika Pofertl*: Die europäische Einigung als gesellschaftlicher
Prozeß. Soziale Problemlagen, Partizipation und kulturelle Trans-
formation
- 672 CARL-LUDWIG FURCK
Oskar Anweiler/Hans-Jürgen Fuchs/Martina Dorner/Eberhard
Petermann (Hrsg.): Bildungspolitik in Deutschland. Ein historisch-
vergleichender Quellenband
- 674 STEFAN AUFENANGER
Rainald Merkert: Medien und Erziehung. Einführung in pädago-
gische Fragen des Medienzeitalters
Detlev Schnoor: Sehen lernen in der Fernsehgesellschaft. Das päd-
agogische Prinzip Anschaulichkeit im Zeitalter technischer Bilder
Gerhard Tulodziecki: Medienerziehung in Schule und Unterricht
Wolfgang Schill/Gerhard Tulodziecki/Wolf-Rüdiger Wagner (Hrsg.):
Medienpädagogisches Handeln in der Schule

Dokumentation

- 681 Pädagogische Neuerscheinungen

Contents

Essay

- 529 ALFRED K. TREML
On Ignorance

Topic: Reform Pedagogics

- 541 ULRICH HERRMANN/JÜRGEN OELKERS
Reform Pedagogics – A Reconstruction and Reception Problem
- 549 RALF KOERRENZ
“Reform Pedagogics” As Systems Concept
- 565 JÜRGEN OELKERS
Disruption and Continuity – The modernization effect of reform pedagogics
- 585 HEINZ-ELMAR TENORTH
Reform Pedagogics – A renewed attempt to come to terms with an astonishing phenomenon

Discussion

- 607 HEINZ RHYN
General Education, State, and Politics – The present discussion on the Anglo-Saxon concept of liberal education
- 627 CHRISTIAN NIEMEYER
Untimely Social Pedagogics – Reflections concerning a renewed philosophical grounding of a science by drawing on Nietzsche
- 647 HERMANN ASTLEITNER/DETLEV LEUTNER
Computers In School and Vocational Training – New demands on teachers and trainers?

Reviews

Documentation

- 681 Recent Pedagogical Publications

Computer in Unterricht und Ausbildung

Neue Anforderungen an Lehrer, Ausbilder und Trainer?

Zusammenfassung

Die Nützlichkeit des Einsatzes von Computern in Schule und Ausbildung ist schon seit einigen Jahren unbestritten. Uneinigkeit herrscht gegenwärtig allerdings darüber, welche Aufgaben von Computern eigenständig wahrgenommen werden können. Bewertet man die Übernahme von Lehrfunktionen durch computerbasierte Lehrsysteme, müssen häufig Mängel festgestellt werden. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ausgehend von aktuellen Praxisrealisierungen computerbasierter Lehrsysteme unterschiedliche Klassen von zentralen Lehrkompetenzen (Schülermodellierung, Fachwissen und instruktionale Aktivitäten im engeren Sinne) zu bestimmen. Innerhalb jeder Klasse werden globale Leistungen der Lehrsysteme und notwendige, in komplementärer Relation stehende Tätigkeiten menschlicher Tutoren bestimmt. Das dabei entstandene Klassifikationsschema erlaubt sowohl die Einordnung typischer Lehrsysteme als auch die Feststellung von spezifischen Kompetenzen, die in der Lehrer- bzw. Trainerausbildung zukünftig vermehrt berücksichtigt werden sollten.

1. Probleme instruktionalen Computereinsatzes

Computer haben in die Praxis von Unterricht und Ausbildung in vielerlei Hinsicht Eingang gefunden. Im Unterricht über Computer sind sie Lerngegenstand bzw. -inhalt. Im Unterricht mit Computern werden traditionelle Aufgaben des Lehrers durch Lehrsysteme vollkommen oder teilweise übernommen. Die Übernahme von Lehrfunktionen durch Computer läßt einerseits zwar umfangreiche Auswirkungen auf die pädagogische Praxis erwarten, ist andererseits aber auch heftig umstritten. Erste, in den achtziger Jahren festgestellte Erfolge gegenüber herkömmlichem Unterricht werden zunehmend relativiert. HAGLER/KNOWLTON (1987) zeigen in diesem Zusammenhang an einer Reihe von Beispielen, daß in Vergleichsstudien zwischen computergestütztem und herkömmlichem Unterricht völlig unterschiedliche Arten von Instruktionspaketen lerneffektiv wirksam waren. Demnach hat man bei den Vergleichen nicht nur das Medium variiert, sondern auch zahlreiche andere instruktional wichtige Größen, wie z. B. die Lernzeit oder die Rückmeldehäufigkeit (vgl. CLARK 1983). Auch sind häufig Neuigkeitseffekte wirksam, so daß die besonders positiven Auswirkungen computergestützten Lernens meist nur in den ersten Wochen des schulischen Einsatzes festgestellt werden konnten (vgl. FREY 1989).

LAUTERBACH (1989, S. 705) kommt bei einer Qualitätsbestimmung von Lehrsystemen zum Schluß, daß „etwa nur ein Drittel für Unterricht und Fortbildung geeignet“ sind. Außerdem besteht das Problem der hohen Produktionskosten.

LIPPERT (1989) schätzt rund 200 Stunden Entwicklungszeit für eine Stunde lerneffektiven Unterrichts. Für eine Stunde hoch-adaptiven Unterrichts werden dagegen schon 1500 Stunden gerechnet.

Hilfe zur Lösung bestehender Probleme hat man sich unter anderem von der lehr-lerntheoretischen Fundierung computergestützter Instruktion erwartet. MERRILL/LI/JONES (1990) stellen allerdings das Scheitern einer „ersten Generation instruktionalen Designs“ fest, das vorwiegend an GAGNÉS (1985) Lerntheorie orientiert war. Im besonderen stellt die flexible und ressourcensparende Integration aller am Instruktionsprozeß beteiligten Komponenten ein Problem dar, das derzeit noch nicht hinreichend gelöst ist. Aber auch hoch-adaptiv konzipierte, sogenannte „Intelligente Tutorielle Systeme“ (vgl. KUNZ/SCHOTT 1987; WENGER 1987; POLSON/RICHARDSON 1988) erzielten bisher geringe Fortschritte – zumindest, was den Praxiseinsatz betrifft. Grundsätzliche Schwierigkeiten bereitet vor allem der Umstand, daß das Wissen über menschliche Informationsverarbeitungsprozesse in speziellen Wissensbereichen noch nicht ausreichend differenziert worden ist bzw. noch nicht geklärt ist, ob kognitive Prozesse überhaupt maschinell nachgebildet werden müssen, um angemessen effizient lehren zu können (vgl. WINOGRAD/FLORES 1986).

Trotz dieser Probleme werden in westlichen Industrieländern hohe Summen für die Anschaffung von Computern zu Unterrichts-, Ausbildungs- und Trainingszwecken ausgegeben. In vielen Schulen und Ausbildungszentren stehen ausreichende Arbeitsplatzkapazitäten zur Verfügung (PELGRUM/PLOMP 1991). Darüber hinaus liegen bildungspolitisch einflußreiche Szenarien des extensiven Computereinsatzes im Bildungswesen für weit über das Jahr 2000 hinaus vor (vgl. NICKERSON/ZODHIATES 1988). Diese Entwicklungen lassen erneut die Frage stellen, welche pädagogisch relevanten Aufgaben Computer derzeit und in der Zukunft übernehmen können. Hier wird die Ansicht vertreten, daß computerbasierte Lehrsysteme, die für den schulischen Unterricht und die betriebliche Ausbildung verfügbar sind, in der Regel instruktional mangelhaft sind. Deshalb sind den Instruktionsprozeß begleitende komplementäre Tätigkeiten des Lehrers und Trainers notwendig. Da sich computerbasierte Lehrsysteme nur langfristig maßgeblich verbessern werden, ist davon auszugehen, daß diese Vorgehensweise für die erfolgreiche kurz- und mittelfristige Einbeziehung von Computern in Unterricht und Ausbildung die derzeit gewinnbringendste Strategie darstellt.

2. Facetten instruktionaler Kompetenzen bei computergestütztem Lehren und Lernen

Die vorliegende Arbeit hat nicht zum Ziel, Evaluationskriterien für computergestützten Unterricht aufzustellen. Diese Aufgabe wurde schon ausreichend unternommen, hat aber bisher wenig zur Verbesserung der Praxissituation beigetragen (vgl. SANKAR 1988). Vielmehr werden Computer- und Lehrerleistungen komplementär aufeinander bezogen. Im Vordergrund der Analyse stehen eher globale instruktionale Größen, die sich auf grundlegende Lehrfunktionen beziehen. Dabei wird im Gegensatz zu HANNAFIN/RIEBER (1989) von Typen vorhandener Lehrsysteme ausgegangen, die in der Regel nicht alle

erforderlichen Lehrfunktionen erfüllen. Zur lernwirksamen Korrektur bzw. Ergänzung von in dieser Hinsicht mangelhaften Lehrsystemen werden spezifische Tätigkeiten von Lehrern und Ausbildern vorgeschlagen.

Die Einschätzung des Leistungsbeitrages zur erfolgreichen Lehrfunktionsübernahme beruht auf einer Analyse der einschlägigen Literatur. Quellen sind vor allem Kongreß- oder Projektberichte aus den letzten Jahren (vgl. ACKERMANN/TAUBER 1990; GORNY 1991; HANCOCK/CHIGNELL 1989; JONASSEN 1988; JONASSEN/MANDL 1990; KOMMERS/JONASSEN/MAYES 1992; KLIX/STREITZ/WAERN/WANDKE 1989; KÜFFNER/SEIDEL 1989; LEGENHAUSEN/WOLFF 1987; MAURER 1989; NORRIE/SIX 1990; O'SHEA/SELF 1988; SEIDEL/LIPSMEIER 1989; SMITH 1987; TAUBER/ACKERMANN 1991). Diese Quellen ermöglichen eine aktuelle, an verschiedenen Fachgebieten und unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten von Computern orientierte Betrachtung.

Traditionelle Unterrichtsmodelle (vgl. BROMME 1992) setzen beim Lehren den Kompetenzen voraus, die sich auf die zielführende Planung, Durchführung, Kontrolle, Korrektur und Evaluation instruktionaler Aktivitäten beziehen und entsprechend einem computerbasierten Lehrsystem zugesprochen werden müßten. Diese Typen von Kompetenzen stehen allerdings nicht in direktem Zusammenhang mit der Struktur und Funktionsweise von computerbasierten Lehrsystemen, so daß sie eine differenzierte Bewertung der Lehrfunktionsübernahme nicht zulassen. Wählt man dagegen einerseits ein idealtypisches Prozeßmodell des Instruktionsgeschehens (vgl. z.B. KUNZ/SCHOTT 1987) und bezieht man andererseits Überlegungen zu Lehrfunktionen ein, ergeben sich brauchbare Facetten zur Definition derjenigen Kompetenzen, die für erfolgreiches Lehren erforderlich sind und entsprechend entweder beim menschlichen Lehrer, beim computerbasierten Lehrsystem oder bei beiden komplementär vorhanden sein müssen.

Eine erste Kompetenz besteht darin, eine Reihe lehr- und lernrelevanter Schülereigenschaften und deren zeitliche Entwicklung diagnostizieren zu können, um ein Modell des Schülers bzw. dessen Leistungszustandes generieren zu können (Struktur- und Prozeßcharakteristika der Schülermodellierung). Eine zweite Kompetenz besteht darin, den auf diese Weise repräsentierten Ist-Zustand der Schülereigenschaften mit einem im Hinblick auf das Lehrziel festgelegten Soll-Zustand (in der Regel: Fachwissen) vergleichen zu können. Eine dritte Kompetenz besteht schließlich darin, zur Verminderung bestehender Unterschiede geeignete instruktionale Aktivitäten im engeren Sinne einsetzen zu können, was Entscheidungen über Maßnahmen zur Lernförderung und die zu verwendenden Lehr-Lernmaterialien voraussetzt.

Man kann nun Lehrsysteme danach unterscheiden, in welchem Ausmaß diese für erfolgreiches Unterrichten und Ausbilden unabdingbaren Kompetenzen realisiert sind. Bei Defiziten sind dann geeignete komplementäre Tätigkeiten des Lehrers oder Ausbilders erforderlich. Diese gilt es zu identifizieren und in der Ausbildung von Lehrern und Trainern zukünftig vermehrt zu berücksichtigen.

Abbildung 1: Klassen strukturbezogener Schülermodellierung

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Computer (C)	Uni-variater, kein Faktor	Ein- oder mehrfaktoriell	Interaktivfaktoriell	Geschlossene multi-variater Modelle	Offene multi-variater Modelle
Mensch (M)	Identifizieren von Faktoren	Überprüfen von Güte und Signifikanz	„Lokales“ Anwenden und Erklären	Evaluieren von Subsystemen	—

2.1 Instruktionale Schülermodellierung

Eine zentrale Grundbedingung erfolgreichen Unterrichtens besteht darin, daß der Lehrer über Wissen darüber verfügt, welche Kompetenzen der zu Unterrichtende aufweist. Dieses Wissen über den Schüler muß auch dem Computer zur Verfügung stehen bzw. muß vom Computerprogramm modelliert werden. Die Leistungsfähigkeit eines Computersystems bezüglich dieser Aufgaben hängt wesentlich davon ab, wie und wann die Kompetenzen des Schülers modelliert werden. Die Art und Weise, wie die Schülermodellierung abläuft, kann anhand von Struktureigenschaften festgemacht werden; der Zeitpunkt bzw. die Zeitdauer der Schülermodellierung kann mit Prozeßeigenschaften der Schülermodellierung beschrieben werden.

2.1.1 Strukturcharakteristika der Schülermodellierung

Die Güte der Schülermodellierung hängt in maßgeblicher Hinsicht von der Anzahl der betrachteten Schülereigenschaften ab. Darüber hinaus ist die Art und Weise relevant, wie diese Eigenschaften im Modell berücksichtigt werden. Die Modelle lassen sich einerseits danach unterscheiden, wieviele Schülereigenschaften (im Sinne von abhängigen Variablen) als Kriterien des Lernerfolgs herangezogen werden (Kriterien: uni- oder multivariat). Die Modelle lassen sich weiter dahingehend differenzieren, wie viele Faktoren (im Sinne von unabhängigen Variablen) als Erklärung des Lernerfolgs betrachtet werden und auf welche Art und Weise diese miteinander verknüpft sind (Faktoren: kein Faktor, einfaktoriell, mehrfaktoriell mit Haupteffekten oder mehrfaktoriell mit Interaktionseffekten). Außerdem lassen sich die Modelle anhand ihrer Veränderbarkeit unterscheiden (Veränderbarkeit: geschlossen oder offen). Anhand dieser Facetten lassen sich insgesamt $2 \times 4 \times 2 = 16$ unterschiedliche Klassen von Lehrsystemen unterscheiden, die sich allerdings auf fünf praktisch relevante Klassen reduzieren lassen (s. Abb. 1).

(1) In einer sehr häufig anzutreffenden Art von Lehrsystemen wird nur eine einzige Schülereigenschaft, nämlich der augenblickliche Kenntnisstand, univa-

riat diagnostisch abgedeckt, ohne daß irgendwelche erklärenden Faktoren betrachtet werden (vgl. Abb. 1: C1). Dem Lehrer bzw. Ausbilder kommt in dieser Situation vor allem die Aufgabe zu, potentielle Faktoren zur Beeinflussung (Optimierung) des Lernerfolges zu identifizieren (M1). Zum Beispiel kann überprüft werden, wie Schüler mit unterschiedlichen Eingangsvoraussetzungen (Vorwissen, etc.) auf das jeweilige Lehrsystem reagieren.

(2) Eine einfache Art der univariaten ein- oder mehrfaktoriellen Modellierung besteht darin, daß mehrere verschiedenartige unabhängige Größen hinsichtlich ihres Einflusses auf den Leistungs- bzw. Wissensstand verwendet werden (C2). Häufig werden für diese Aufgabe bei computerbasierten Lehrsystemen regressionsanalytische Verfahren benutzt (vgl. ROSS/MORRISON 1988; SCHUMACHER/LEUTNER 1990; GÜNTHER 1992). Die Beurteilung der Güte und der praktischen Bedeutung der jeweiligen Effekte ist vom menschlichen Tutor zu leisten, da in der Regel große Meßfehleranteile in den verwendeten Verfahren enthalten sind und da Computerprogramme kaum komplexe Einschätzungen der praktischen Signifikanz erzielter Leistungsergebnisse zu leisten vermögen (M2). Zu diesem Zweck müßte der Lehrer die dem Verrechnungsverfahren zugrunde gelegten mathematischen oder statistischen Verfahren genauer kennen. Hilfreich würde z. B. auch sein, wenn der Lehrer lernwirksame Faktoren des Lehrsystems in die betreffende Regressionsgleichung aufnehmen könnte, um so „hypothesenprüfend“ optimale Lernfaktoren-Kombinationen entdecken zu können.

(3) In einer nächsten Klasse strukturbezogener Schülermodellierung gelingt es dem Lehrsystem, die erfaßten unabhängigen Variablen interaktiv, in Relation zueinander zu berücksichtigen (C3). Das Lehrsystem wendet z. B. Erkenntnisse bezüglich Aptitude-Treatment-Interaction (ATI) an (vgl. LEUTNER 1992 a). Probleme ergeben sich, da Interaktionen erster Ordnung häufig durch solche höherer Ordnung überlagert werden. Zum Beispiel interagiert ein bestimmtes Treatment möglicherweise nicht nur mit einer bestimmten Schülers-eigenschaft, sondern auch noch mit weiteren Eigenschaften oder sogar Kombinationen von Eigenschaften. Dem menschlichen Tutor kommt dann nach McCOMBS/McDANIEL (1981) die Funktion zu, komplexe Interaktionsmuster zu entwirren und „lokal“ gültige Anwendungsmöglichkeiten von ATI-Erkenntnissen zu finden bzw. beobachtete Effekte zu erklären (M3). „Lokal“ meint, daß für spezifische Schülerpopulationen und unterschiedliche instruk-tionale Bedingungen eigene Wirkungsmechanismen gelten. Der Lehrer müßte demnach eine Effekt-Liste führen, in der Lerneffekte in Abhängigkeit von unterschiedlichen Lernvoraussetzungen und Instruktionen aufgezeichnet werden. Diese Liste sollte dann als Basis weiterer instruktorischer Entscheidungen dienen (vgl. SNOW 1991).

(4) Verwendet das Lehrsystem multivariate Modelle zur Schülermodellierung, führt man mehrere Indikatoren des Lernerfolges als abhängige Variablen auf einen Faktor oder mehrere Faktoren als unabhängige Variablen zurück. Die geschlossene Modellierung (C4) wird in diesem Fall durch fest vorgegebene Variablen und Beziehungen hergestellt. Derartige Modelle decken in der Regel

allerdings nur Teilbereiche oder Subsysteme des zu modellierenden Zustandes ab. Menschliche Tutoren haben in diesem Fall vom Lehrsystem nicht repräsentierte Aspekte zu berücksichtigen. In diesem Sinne müßte eine Einordnung und Bewertung der Modellierungsleistungen des Lehrsystems erfolgen (M4). Ein menschlicher Tutor müßte dementsprechend z. B. Wissen über System-Theorie und psychische Teilsysteme (Kognition, Motivation, Emotion) und deren Interaktion verfügbar haben, um nicht implementierte Einflußgrößen identifizieren und im Instruktionsprozeß angemessen berücksichtigen zu können. Einen methodischen Hintergrund für diese Sub-System-Evaluation stellen z. B. Arbeiten im Bereich „dynamischer psychologischer Systeme“ dar (vgl. LEVINE/FITZGERALD 1992).

(5) In offenen multivariaten Modellen schließlich können vom Lehrsystem selbst je nach Bedarf während des laufenden Instruktionsprozesses neue Variablen in die Modellierung aufgenommen werden (C5). Das System ist dann lernfähig und würde im Idealfall jegliche Lehrerleistungen für Modellierungsaufgaben erübrigen. An solchen Systemen wird im Bereich der Forschung zu sogenannten „Intelligenten Tutoriellen Systemen“ gearbeitet (vgl. z. B. OSHERSON/STOB/WEINSTEIN 1986; WENGER 1987). Die kognitiv-orientierte Schülermodellierung hat aber trotz langjähriger Bemühungen wenig bezüglich dieser Lernfähigkeit erreicht (vgl. MURRAY 1988). Für die Berücksichtigung emotionaler und motivationaler Prozesse sowie für übergreifende Modellierungsansätze, die sowohl kognitive, emotionale als auch motivationale Faktoren bei der Leistungsmodellierung aufnehmen, liegen bisher erst geschlossene multivariate Modelle vor, die allerdings noch nicht in bestehende Lehrsysteme implementiert sind (vgl. ASTLEITNER 1992).

2.1.2 Prozeßcharakteristika der Schülermodellierung

Unterrichten wird dann besonders erfolgreich sein, wenn der Tutor während des laufenden Instruktionsprozesses möglichst oft diagnostizierend aktiv wird, um sich ein zuverlässiges und gültiges Bild des augenblicklichen Wissens- bzw. Leistungsstandes des Lernenden zu verschaffen (vgl. LEUTNER 1992b, 1993a). Lehrsysteme lassen sich danach unterscheiden, wie oft sie innerhalb einer Instruktionseinheit diagnostisch tätig werden (Häufigkeit: – vereinfachend – niemals, einmal, zweimal oder mehrmals), wie groß der zeitliche Abstand bei mehr als einmaliger Messung ist (Abstand: – vereinfachend – groß oder klein) und ob die Ergebnisse der diagnostischen Beobachtung gespeichert und für spätere Zwecke bereitgehalten werden (Speicherung: nein oder ja). Anhand dieser Facetten lassen sich wiederum insgesamt $4 \times 2 \times 2 = 16$ unterschiedliche Klassen von Lehrsystemen unterscheiden, die sich hier auf sechs praktisch relevante Klassen reduzieren lassen (s. Abb. 2, S. 653).

(1) Im ungünstigsten Fall betreibt das Lehrsystem überhaupt keine Diagnostik (Abb. 2: C1). Dem Lehrer bzw. Ausbilder kommt in dieser Situation mindestens die Aufgabe zu festzustellen, ob das Lehr- oder Ausbildungsziel erreicht worden ist (M1), um dann das weitere Vorgehen festlegen zu können.

Abbildung 2: Klassen prozeßbezogener Schülermodellierung

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Computer (C)	Keine Diagnostik	Nachtest	Vortest	Aktuelle Leistung	Leistungs-entwicklung	Adaptive Repräsen-tation
Mensch (M)	Feststellen der Ziel-erreichung	Messen von Leistungs-veränderungen	Differen-ziertes Diagno-stizieren	Analysieren von Trends	Vergleichen mit krite-rialen und sozialen Standards	—

(2) Die nächste Klasse faßt Lehrsysteme zusammen, die den Lernerfolg im Rahmen eines einmaligen Nachtests selbständig überprüfen (C2). Für den Lehrer bleibt in diesem Fall die Aufgabe, zentrale Lernvoraussetzungen zu diagnostizieren, um entscheiden zu können, in welcher Weise das Lehrsystem einzusetzen ist (M2). Dies ist natürlich nur dann möglich, wenn es entsprechende Variationen ermöglicht. Ist dies nicht der Fall, dann kann nur darüber entschieden werden, ob das System überhaupt zum Einsatz kommen soll oder nicht.

(3) Wird ein einmaliger Vortest computergestützt durchgeführt, dann können vor der eigentlichen Instruktionsphase für den Lernprozeß wichtig erachtete Eigenschaften der Person erhoben werden, z. B. das Vorwissen (C3). Die Schüler werden dann entsprechend ihrer Dispositionsausprägung in Gruppen unterteilt und gemäß ihrer Gruppenzugehörigkeit vom Lehrsystem instruiert. Die komplementäre Funktion des Lehrers besteht in dieser Klasse darin, Daten über solche lernrelevanten Personeneigenschaften zu gewinnen, die das Lehrsystem im Vortest zu undifferenziert oder überhaupt nicht erfaßt hat (M3). Geht es darüber hinaus darum, die im Vortest erfaßten Eigenschaften durch Instruktion zu verändern, ist zu berücksichtigen, daß Personeneigenschaften unterschiedlich resistent gegenüber Einflüssen von außen sind. Während z. B. Wissensstrukturen oder Lernstile vergleichsweise schnell verändert werden können, sind lernrelevante Konzepte der eigenen Begabung oder Persönlichkeitseigenschaften wie Intra- oder Extraversion – wenn überhaupt – nur über große Zeiträume hinweg veränderbar (BENYON/INNOCENT/MURRAY 1987).

(4) Lehrsysteme in der nächsten Klasse beschränken sich darauf, die aktuelle Leistung des Schülers mit Hilfe der im Laufe des Lehr-Lernprozesses jeweils zuletzt korrekt oder nicht korrekt gelösten Aufgabe einzuschätzen. Am Ende der Unterrichts- oder Trainingseinheit werden vom Lehrsystem dann in der Regel kumulierte Leistungsindizes als Summe der richtig und falsch gelösten Aufgaben ausgegeben (C4). Wird ein Lehrsystem eingesetzt, das insgesamt oder in Teilen dieser Modellierungsklasse zuzuordnen ist, kommt dem menschlichen Tutor die Aufgabe zu, Trends in den erhobenen Leistungsdaten zu

erkennen (M4) und auf diese Weise Bereiche schnellen oder stagnierenden Lernfortschritts identifizieren und entsprechend eingreifen zu können. Zu diesem Zweck müssen allerdings die Leistungsergebnisse am Bildschirm oder Drucker ausgegeben werden können, damit der Lehrer sie nach lehrzielorientierten Kriterien (Art und Anzahl der Fehler, Bearbeitungsgeschwindigkeit, etc.) bewerten kann.

(5) In der fünften Klasse prozeßbezogener Schülermodellierung setzt das Lehrsystem instruktionale Aktivitäten nach Berücksichtigung der Leistungsentwicklung des Schülers (C5). Bei der Vergabe von Leistungsrückmeldungen oder bei der Auswahl neuen Lehrstoffes werden individuelle Leistungsverbesserungen oder -verschlechterungen über eine größere Anzahl in der Vergangenheit bearbeiteter Aufgaben berücksichtigt. Der Unterschied zur Klasse C4 kann anhand der Auswahl neuer Aufgaben verdeutlicht werden: Modellierungen der Klasse C4 nehmen an, daß der Schüler über ausreichendes Wissen verfügt, wenn die zuletzt präsentierte Aufgabe korrekt gelöst worden ist. Als Folge davon wird z. B. die Aufgabenschwierigkeit für die nächste zu bearbeitende Aufgabe erhöht. In der Klasse C5 kann die Lösung der letzten Aufgabe allein nicht zur Erhöhung der Aufgabenschwierigkeit führen, weil auch berücksichtigt wird, daß der betreffende Schüler möglicherweise bei anderen zuvor bearbeiteten Aufgaben nicht sonderlich gut abgeschnitten hat (vgl. die Untersuchungen zum Testlängendilemma: LEUTNER 1992 b, 1993 a). In dieser Klasse fungiert häufig nur die individuelle Leistungsentwicklung als einziges Referenzkriterium (vgl. KLAUBER 1987). Neben der individuellen Leistungsentwicklung ist es aber auch wichtig zu wissen, wie der betreffende Schüler auf das jeweilige Lehrziel bezogen und mitunter auch im Vergleich zu anderen Schülern abschneidet. Der Lehrer hat dementsprechend die Aufgabe, die Leistungsergebnisse des Schülers daraufhin zu kontrollieren, ob sie kriterialen und möglicherweise auch sozialen Standards genügen (M5).

(6) In der Klasse mit der größten Computerleistung schließlich modelliert das Lehrsystem den Lernzustand des Schülers aufgrund aller lernerfolgsrelevanten situativen und personalen Daten in der Art und Weise, daß das Wissen dauernd repräsentiert und laufend aktualisiert wird (C6). Kann diese Leistung von einem Lehrsystem vollständig erbracht werden, ist keine komplementäre Aktivität des Lehrers mehr notwendig. Die kontinuierliche Diagnose, Aufzeichnung und Bewertung des Wissens des Schülers bereitet, was die prozeßorientierte Erfassung betrifft, wenig Probleme. Schwierigkeiten bestehen allerdings darin, diese Kompetenz für Lehrsysteme, die in der schulischen und betrieblichen Praxis eingesetzt werden, tatsächlich verfügbar zu machen, und vor allem in der Frage, welche Daten wie verrechnet werden sollen.

2.2 *Instruktionales Fachwissen*

Lehrsysteme unterscheiden sich nach der Art des gespeicherten Wissens und dessen Zugänglichkeit. Hinsichtlich der Art des Wissens lassen sich – vereinfachend – Fakten und Begriffe von Regeln und Prinzipien abgrenzen. Bezüg-

lich der Zugänglichkeit des Wissens lassen sich unterschiedliche Grade festmachen: Im Idealfall ist alles Wissen explizit und transparent gespeichert, d. h. in einer Form, die es erlaubt, konkrete instruktionale Aktivitäten unmittelbar zu generieren (Wissen: explizit-transparent). Wissen kann auch explizit sein, ohne daß direkte Anknüpfungspunkte in Hinblick auf instruktionale Aktivitäten gegeben sind (Wissen: explizit-intransparent). Schließlich kann Wissen so gespeichert sein, daß es bzw. seine Struktur nicht unmittelbar zugänglich ist und vom Lernenden erschlossen werden muß (Wissen: implizit). Anhand dieser Facetten lassen sich $2 \times 3 = 6$ unterschiedliche Lehrsystemklassen unterscheiden, von denen hier nur fünf praktisch relevante Klassen vorgestellt und diskutiert werden (s. Abb. 3).

Abbildung 3: Klassen unterschiedlichen Fachwissens

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Computer (C)	Lose Speicherung	Relationale Datenbank	Black-Box-Modell	Experten-system	Kognitives Modell
Mensch (M)	Curricular einbetten	Selektieren	„Erklären“	Aufbereiten und Plausibilität prüfen	—

(1) In vielen Fällen werden Computer zur Speicherung von vorgefertigtem Fachwissen verwendet, das im Laufe des Instruktionsprozesses vom Schüler abgerufen wird. Dieses Wissen (in der Regel über Begriffe und Fakten) liegt zwar explizit und transparent, aber lose und unverbunden vor, d. h. ohne Beziehung zu anderen Wissensinhalten (Abb. 3: C1). Ergänzungen oder sonstige Veränderungen in einem Fachwissensabschnitt haben dann keinerlei Auswirkungen auf andere Abschnitte. Das Spektrum dieses Wissens umfaßt z.B. Stoffdarbietungen in tutoriellen Programmen oder informative Rückmeldungen in Übungsprogrammen (vgl. MANDL/HRON 1989). Da das Wissen vom Schüler weder flexibel abgefragt, noch die Adäquatheit für bestehende Curricula erkannt werden kann, sind Einbettungsarbeiten des menschlichen Tutors notwendig (M1). Diese Aufgabe besteht darin, das vom Lehrsystem gespeicherte Fachwissen in einen curricularen bzw. fachinhaltsbezogenen Gesamtkontext zu stellen. Der Lehrer hat zu entscheiden, welche Teile des Curriculums durch das Lehrsystem abgedeckt werden bzw. welche Teile durch andere Lehrangebote ergänzt werden müssen. Derzeitige Versuche einer curricularen Einbettung gehen dahin, computerbasierte Lehrsysteme mit Lehrbüchern abzustimmen oder sogenannte „Halb-Produkte“ einzusetzen. Letztere geben globale Lehrstoffe vor, die ergänzt bzw. für individuelle Curricula adaptiert werden können (vgl. MOONEN/SCHOENMAKER 1986).

(2) Ist das Fachwissen des Lehrsystems (auch hier vor allem Begriffe und Fakten) explizit und intransparent in Form einer relationalen Datenbank repräsentiert, weisen die einzelnen Teile Beziehungen zueinander auf (C2). Das Wissen liegt strukturiert nach gemeinsamen Merkmalen in Feldern organisiert

vor oder wird aufgrund inhaltlicher Beziehungen in Hyperwelten verknüpft (vgl. KUHLEN 1991). Auf diese Weise entstehen Wissensbasen, die in der Regel einen großen Umfang und einen hohen Vernetzungsgrad aufweisen. Dem Lehrer kommt meistens nicht die Funktion zu, Lehrinhalte zu ergänzen, sondern Inhaltsbereiche einzugrenzen bzw. Wissenszugriffskriterien zu definieren, die im Zusammenhang mit den im Unterricht gesetzten Zielen stehen (M2). Diese Aufgabe ist deshalb notwendig, weil Wissen in Datenbankform in der Regel zwar über Filterungsmechanismen eingrenzbar bzw. auswählbar ist, deren Spezifikation allerdings gewöhnlich nicht lehrziel- oder curricular-orientiert ist (vgl. KÖHLER/SAERBECK 1991).

(3) Fachwissen über Regeln und Prinzipien in Black-Box-Modellen läßt sich implizit durch Anwendung formal-mathematischer Verfahren repräsentieren (C3). So bestand z. B. das Wissen der ersten Schachcomputer aus Millionen von Zug-Folgen. Menschliches Schachexperten-Wissen enthält hingegen neben einer relativ kleinen Anzahl solcher Zug-Folgen vor allem aber strategisches und heuristisches Wissen, das sich auf Regeln und Prinzipien bezieht (vgl. z. B. BERLINER 1977). Dem Lehrer kommt bei derartigen impliziten Black-Box-Wissensrepräsentationen die Aufgabe der Erklärung zu, da das Black-Box-Modell in der Regel mit völlig anderen „Denkmechanismen“ arbeitet als der informationsverarbeitende Schüler (M3). Der Prozeß der Wissensverarbeitung bzw. -darstellung muß vom Lehrer schülerzentriert aufbereitet werden, damit Anknüpfungspunkte für weitere instruktionale Aktivitäten gegeben sind.

(4) Expertensysteme repräsentieren Wissen aus eng umgrenzten Gegenstandsbereichen in Form von explizit definierten, gewöhnlich aber intransparenten Regeln und Prinzipien, die von menschlichen Experten gewonnen wurden (C4). Während man den Inhalt einer Datenbank nur abfragen kann, ist ein Expertensystem in der Lage, aus vorhandenen Daten zusätzliche Informationen (Inferenzen) abzuleiten. Ein Expertensystem kann auch erkennen, ob und gegebenenfalls welche Informationen ihm für Aussagen fehlen, um diese Daten dann vom Lernenden abzufragen (vgl. ROLLE 1988). Eine wichtige Aufgabe des menschlichen Tutors besteht bei Lehrsystemen dieses Typs darin, das Wissen für den Lernenden verständlich aufzubereiten (M4), da die Wissensstruktur des Lernenden sich gewöhnlich von der des Experten erheblich unterscheidet (vgl. CHI/GLASER/FARR 1988). Weil die Wissensstrukturen von Expertensystemen in der Regel nicht alle Facetten eines Gegenstandsbereiches abdecken, müssen Ergebnisse von Expertensystembefragungen darüber hinaus hinsichtlich ihrer Plausibilität überprüft werden.

(5) Bei der Repräsentation von Fachwissen unter Verwendung kognitiver Modelle wird schließlich danach gestrebt, Wissen explizit und transparent in möglichst „menschähnlicher“ Form speichern und verarbeiten zu können (C5) (vgl. MICHALSKI/CARBONELL/MITCHELL 1986). Damit sind direkte Anknüpfungspunkte an Informationsverarbeitungsprozesse von Schülern gegeben. Gelingt dieses Vorhaben, müßte der Lehrer kein Fachexperte mehr sein, um im jeweiligen Fachgebiet computerbasiert unterrichten zu können. Derzeit

wird in diesem Bereich intensiv geforscht, ohne allerdings die Absicht und die Möglichkeit zu haben, solche Systeme zu generieren, die tatsächlich in der schulischen und betrieblichen Praxis eingesetzt werden können. Vielmehr steht Grundlagenforschung in eng umgrenzten Gegenstandsbereichen im Vordergrund (vgl. FARR/PSOTKA 1992).

2.3 Instruktionale Aktivitäten im engeren Sinne

2.3.1 Gezielte Lernförderung

Die gezielte Förderung von Lernprozessen wird in nahezu allen Unterrichtsmodellen als besonders wichtig erachtet. Lehrsysteme lassen sich dahingehend unterscheiden, wie viele der für erfolgreiches Lernen notwendigen Lehrfunktionen realisiert sind. KLAUER (1985) unterscheidet z. B. sechs solcher Lehrfunktionen: Es muß sichergestellt sein, daß der Lernende (1) motiviert ist, daß ihm (2) die aufzunehmenden Informationen zugänglich gemacht werden, daß er (3) diese Informationen verarbeitet, daß er (4) das Speichern und Abrufen sowie (5) den Transfer trainiert. Alle Lehrfunktionen müssen schließlich (6) gesteuert und kontrolliert werden. Im ungünstigsten Fall ist in einem Lehrsystem keine der Lehrfunktionen implementiert, im günstigsten Fall alle sechs. Da sämtliche Zwischenstufen denkbar und auch möglich sind, gibt es – auch hier vereinfachend – insgesamt $2^6 = 64$ Kombinationen. Im folgenden werden lediglich solche Kombinationen dargestellt, die sich auf fünf in der Praxis häufig vorfindbare Lehrsystemtypen beziehen (s. Abb. 4).

Abbildung 4: Klassen unterschiedlicher Lernförderung					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Computer (C)	Übung	Präsentation	Experimentierumgebung	Kognitives Werkzeug	Coaching, ITS
Mensch (M)	Präsentieren	Bereitstellen von Aufgaben	Kontinuierlich betreuen	Informationsverarbeitung anregen	—

(1) Die meisten der in der unterrichtlichen Praxis eingesetzten Programme bieten Übungsfunktionen an (Abb. 4: C1). Im Vordergrund steht die Konsolidierung bereits vorhandenen Wissens, wobei besonders die Lehrfunktion Speichern und Abrufen zum Tragen kommt. Über eine zyklisch-repetitive Bearbeitung von Übungsaufgaben soll eine Steigerung der Behaltensleistung bzw. das Verbessern aus mehreren Schritten bestehender Fertigkeiten erreicht werden. Dem Lehrer kommt bei Lehrsystemen dieses Typs zumindest die Aufgabe zu, in das betreffende Gegenstandsgebiet einzuführen bzw. für die Präsentation des zugrunde liegenden Lehrstoffes zu sorgen, sofern diese Lehrfunktion der Information nicht von sonstigen Komponenten des Lehrsystems wahrgenommen wird (M1).

(2) Übernimmt das Lehrsystem die Präsentationsfunktion, kann Wissen über unbekannte Lehrinhalte durch mit Beispielen und Fragen angereicherte Darstellungen erworben werden (C2). Die Anwendung des neuen Wissens in unterschiedlichen Kontexten bzw. die Bereitstellung von Transferaufgaben sind bei Lehrsystemen dieses Typs instruktionale Aktivitäten, die vom Lehrer zur Verfügung gestellt werden müssen (M2). Denkbar ist z. B. auch, daß der Lehrer Übungsprogramme vom Typ (1) für diese Aufgabe heranzieht.

(3) In Experimentierumgebungen (Simulationen, Mikrowelten) werden dynamische, realitätsnahe Prozesse abgebildet (C3). Der Schüler hat bei Lehrsystemen dieses Typs die Möglichkeit, Parameter der jeweiligen Lernumgebung im Rahmen experimentierender bzw. explorierender Lernens selbständig zu modifizieren und dabei Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen zu entdecken. Dies gilt im wesentlichen auch für Hypersysteme (Hypertext, -media) mit dem Unterschied, daß normalerweise keine Parameter des Systems geändert werden. Werden solche Lernumgebungen eingesetzt, sind kontinuierlich – sofern dies nicht durch das Lehrsystem geschieht – orientierende und informierende Lernhilfen durch den Lehrer oder Trainer unumgänglich, um bloßen Aktionismus, blindes Probieren und den Erwerb irrelevanten Wissens zu begrenzen (M3) (vgl. LEUTNER/KRETZSCHMAR 1988; LEUTNER/SCHRETTENBRUNNER 1989; LEUTNER 1992a, 1993b).

(4) Kognitive Werkzeuge sind Lernumgebungen, die einen besonders flexiblen und deshalb individuumszentrierten Umgang mit dem eigenen Wissen anregen können bzw. sollen (C4). Damit sind insbesondere „semantic networking tools“ gemeint (vgl. SALOMON 1988). Es wird erwartet, daß der Schüler dadurch, daß er Teile seiner kognitiven Struktur mit Hilfe eines Computerprogramms expliziert, diese umstrukturiert. Hier ist vor allem die Lehrfunktion Informationsverarbeitung angesprochen. Aufgabe des Lehrers ist es zunächst, dafür zu sorgen, daß der Schüler überhaupt etwas expliziert. Die zweite wesentliche Aufgabe besteht darin, den Schüler auf Widersprüche, Defizite etc. aufmerksam zu machen und entsprechende Informationsverarbeitung anzuregen (M4).

(5) Von allen lernfördernden Aufgaben entbunden ist der menschliche Tutor schließlich dann, wenn das Lehrsystem den Schüler „coachen“, d. h. ihm alle nur denkbaren Lernhilfen selbst bereitstellen kann (C5). Diese Aufgabe sollte von sogenannten „Intelligenten Tutoriellen Systemen“ (ITS, vgl. z. B. WENGER 1987; KUNZ/SCHOTT 1987; LEUTNER 1992a) erbracht werden, was voraussetzt, daß alle sechs Lehrfunktionen und darüber hinaus auch alle anderen Lehrkompetenzen optimal erfüllt sind.

2.3.2 Herstellung von Lehr-Lernmaterial

Grundsätzlich läßt sich das Problem der Lehr- und Lernmaterialherstellung aus zwei Perspektiven betrachten: Zum einen geht es um die Frage, woher ein Lehrsystem zur Laufzeit das Material bekommt, das dem Schüler präsentiert

werden soll. Zum anderen geht es um die Herstellung des computerbasierten Lehrsystems selbst (Instructional Systems Design & Development) unter Verwendung geeigneter Werkzeuge (vgl. ROSS/SULLIVAN/TENNYSON 1992). Wenn ein fertiges Lehrsystem vorhanden ist, wird kein derartiges Werkzeug benötigt. Im anderen Fall unterscheiden sich die Werkzeuge aber erheblich in dem Aufwand, der betrieben werden muß, um ein Lehrsystem zu entwickeln (s. Abb. 5).

Abbildung 5: Klassen unterschiedlicher Lehr-Lernmaterialerstellung

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Computer (C)	Programmiersprache	Autorensystem	Regelbasierte Maske	Standard-Software	Materialnetzwerk-Nutzung
Mensch (M)	Programmieren und Gestalten	Gestalten	Aufbereiten	Auswählen, bewerten und verteilen	—

(1) Programmiersprachen stellen das komplexeste, aber auch flexibelste Werkzeug dar, um Lehr-Lernmaterial zu produzieren (C1). In der Regel erhält der Systementwickler durch die Programmierumgebung keinerlei Unterstützung, so daß er nicht nur über Programmierkenntnisse, sondern auch über instruktionspsychologische bzw. didaktische Kenntnisse verfügen muß (vgl. SALISBURY/RICHARDS/KLEIN 1985).

(2) Autorensprachen und -systeme haben gegenüber Programmiersprachen den Vorteil, vorprogrammierte Instruktionsroutinen zur Verfügung stellen zu können (C2). Der Lehrer oder Systementwickler hat nun weniger zu programmieren als vielmehr unterrichtsprozeß-bezogenes Gestalten von Lehr-Lernsequenzen durchzuführen (M2). Editoren, die u. a. das Erzeugen von Graphiken erlauben, ein Lerner-Management-System, welches das einfache Aufzeichnen und Bewerten von Lernerdaten ermöglicht, und vorprogrammierte Lehrstrategien stellen in Autorensystemen relativ einfach handhabbare Programmierwerkzeuge dar, die das Erlernen einer oft schwierigen Programmiersprache unnötig machen. Geringe Verarbeitungsgeschwindigkeiten und mangelnde Konstruktionsanleitungen verlangen allerdings vom Lehrer gewisse Kompetenzen im ressourcen-optimierten bzw. systematischen Gestalten von Instruktion.

(3) Entwicklungswerkzeuge können auch Masken vorgeben, die eine Schnittstelle zu regelbasierten Systemen darstellen (C3). In den Masken können dann vom Lehrer Lehrziele, Lehrstoff, Übungsaufgaben, Lernhilfen etc. nach Unterrichtseinheiten gegliedert und aufbereitet eingetragen werden (M3). Das System übernimmt dieses Material und baut selbständig vollständige Instruktions- oder Trainingseinheiten auf. Im Idealfall würde es vollständig ausreichen, daß der Entwickler den Lehrstoff beherrscht und spezifizieren kann.

Alles übrige wird vom System generiert (vgl. die Arbeiten zum System ID-Expert; MERRILL/LI 1989). Dementsprechend wird vom Entwickler keinerlei instruktionspsychologische bzw. didaktische Kompetenz verlangt, so daß – im einfachsten Fall – auch und sogar didaktische Laien effektive und effiziente Lehrsysteme herstellen können.

(4) Die am häufigsten praktizierte Vorgehensweise ist aber, am Markt angebotene fertige Software zu nutzen (C4). Die Aufgabe des menschlichen Tutors besteht dann darin, geeignete Lehrsysteme auszuwählen, zu evaluieren und für Schüler zugänglich zu machen (M4). Detaillierte Kriterien zur Beurteilung computerbasierter Lehrsysteme liegen mittlerweile vor (vgl. THOMÉ o.J.).

(5) Der Lehrer hat sich überhaupt nicht mehr um die Herstellung oder die Auswahl von Lehr-Lernmaterial zu kümmern, wenn es dem Lehrsystem selbst gelingt, in vernetzten Computersystemen verfügbare Materialsammlungen so „intelligent“ zu nutzen, daß zu beliebigen Gegenstandsgebieten Lehr- und Trainingseinheiten generiert werden können (C5). ALLEN/SZABO (1990) sehen zukünftige Realisierungsmöglichkeiten solcher automatischer Lernmaterialherstellung von Sprach-Input-Text-Output-Produktionen bis zur – an natürlicher Sprache orientierten – Lernmaterialherstellung während des laufenden Instruktionsprozesses.

3. Diskussion

Die vorliegende Klassifikation ermöglicht es, die Qualität der Übernahme von wichtigen Lehrkompetenzen durch Computer auf globalem Niveau zu klassifizieren. Dabei muß davon ausgegangen werden, daß das Vorkommen der angeführten Klassen innerhalb und zwischen Typen computerbasierter Lehrsysteme deutlich variiert. Den meisten in der Praxis sehr häufig verwendeten Drill-Programmen können z. B. gemäß dem vorgeschlagenen Klassifikationschema folgende Eigenschaften zugeschrieben werden: Univariate Modellierung von aktueller Leistung, lose Speicherung des Fachwissens, Lernförderung durch Übungsangebot und Lernmaterialbereitstellung durch Verteilung oder Programmierung (vgl. SALISBURY 1988). Neue Lehrangebote, wie Hypermedia-Lernumgebungen, weisen z. B. häufig folgende instruktionale Kompetenzen auf: keine Schülermodellierung, Fachwissen als relationale Datenbank, Lernförderung durch Experimentierumgebung oder kognitives Werkzeug und Erstellung über Programmiersprachen oder autorensystem-ähnliche Programmierumgebungen (vgl. NIELSEN 1990).

Mit diesem Klassifikationsschema kann auch der Unterschied zwischen häufigstem Praxiseinsatz und Forschungsstand festgemacht werden. Während in der Praxis Lehrsysteme mit Eigenschaften der niederen Klassen (1 und 2) am häufigsten eingesetzt werden, befaßt sich die Forschung vorwiegend mit den höheren Klassen (4, 5 und 6). Die Gründe für die fehlende Überschneidung sind mannigfaltig: Die Schnelligkeit, mit der sich die Computertechnik verändert, führt bei nahezu allen Praktikern der Aus- und Weiterbildung zu großen Anpassungsproblemen. Geräte und Ausbildungskonzepte entsprechen bei ih-

rem ersten Einsatz meist nicht mehr den aktuellen Anforderungen. Wissenschaftler sind in der Regel mehr an prestigeträchtigen, kurzfristigen Forschungs- als an meist nur langfristig zu lösenden Praxisproblemen interessiert. Vor allem mangelt es an Einrichtungen, die einen Transfer von universitärer Forschung in die Schul- und Ausbildungspraxis leisten. In solchen Einrichtungen könnten Lehrsysteme vorselektiert oder in Kooperation zwischen Wissenschaftlern und Lehrern entwickelt werden (vgl. z. B. die Projekte am Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften – IPN – in Kiel). Dies scheint besonders notwendig zu sein, da am Markt erhältliche oder von Wissenschaftlern erstellte Lehrsysteme selten in Hinblick auf einen bestimmten Lehrplan entworfen werden. Durch die Schwierigkeit, fertige Programme selbst verändern zu können, sind Lehrer und Ausbilder gezwungen, pädagogisch wenig sinnvolle Programme einzusetzen oder gänzlich darauf zu verzichten, Computer für die Unterstützung ihrer Lehr-, Ausbildungs- und Trainingsaufgaben zu nutzen. Eine kleine Gruppe von Lehrern programmiert ihre Lehrsysteme zwar selbst, die instruktionspsychologische bzw. pädagogische Qualität dieser Lehrsysteme läßt aber meist zu wünschen übrig. Der Grund dafür scheint darin zu liegen, daß oft wohl mehr Freude am Programmieren als am aufwendigen und meist langwierigen Entwerfen eines pädagogischen Designs erlebt wird.

Das Klassifikationsschema kann auch benutzt werden, um zukünftige computerbezogene Investitionen zu bewerten oder Spezifikationen für die Ausbildung von Lehrern bzw. Trainern vorzunehmen. Idealerweise sollte in Lehrkompetenz-Klassen investiert werden, wo Computer einen hohen Beitrag zur instruktionalen Gesamtleistung liefern. Da diese Klassen bisher kaum verbreitet sind, sollten in der Regel Lehrsysteme installiert werden, die in die mittleren Klassen der jeweiligen Lehrkompetenzen fallen. Auf spezifische Lehrzielvorgaben ist Rücksicht zu nehmen, die die Verfügbarkeit bestimmter Lehrkompetenz-Klassen voraussetzen. In der Ausbildung von Lehrern müßten neben einer informationstechnischen Grundbildung stärker die vorgeschlagenen komplementären Lehrkompetenzen aufgenommen werden. Ein Teil der angeführten Kompetenzen, z. B. im Bereich der gezielten Lernförderung, sind zwar schon in die Lehrerausbildung integriert, werden aber nicht im Kontext computerbasierter Lehrsysteme behandelt. Ein Großteil der hier vorgeschlagenen Kompetenzen wurden bis zum jetzigen Zeitpunkt im Bereich der Bildungsinformatik nicht einmal thematisiert (vgl. REITER/RIEDER 1990).

Derzeit werden Computer in Pflichtschulen im internationalen Vergleich nur wenige Stunden pro Monat eingesetzt. Ein Durchbruch in quantitativer und qualitativer Hinsicht ist vorerst kaum zu erwarten, wobei angenommen werden kann, daß er – sofern überhaupt – nicht in öffentlichen Schulen, sondern in Industrie und Wirtschaft stattfinden wird. Es wird ein nur sehr langsamer Fortschritt konstatiert und zur Geduld geraten: HIGGINS (1988, S. 315) verweist z. B. darauf, „daß es auch über dreihundert Jahre von der Erfindung des Buchdruckes bis zu dem Zeitpunkt gedauert hat, wo alle Kinder einer Klasse auf die gleiche Seite des gleichen Buches schauen konnten“. Werden bestehende Lehrsysteme aber von komplementären Lehreraktivitäten ergänzt, kann es heute schon zu attraktiven Lehrangeboten kommen. Der Lehrer oder Ausbilder wird dabei vom Lehrsystem nicht verdrängt, sondern ergänzt und entlastet. Allerdings muß er bereit sein, neue Kompetenzen zu erwerben.

Literatur

- ACKERMANN, D./TAUBER, M. J. (Eds.): Mental models and human-computer interaction 1. Selected papers of the 6th interdisciplinary workshop in informatics and psychology. Amsterdam: North-Holland 1990.
- ALLEN, M./SZABO, M.: Dimensions of authoring aids intelligence. In: D. H. NORRIE/H.-W. SIX (Eds.): Computer assisted learning. 3rd international conference, ICCAL '90-Proceedings. Berlin: Springer 1990. S. 327-356.
- ASTLEITNER, H.: Motivations-Modellierung. Münster 1992.
- BENVON, D./INNOCENT, P./MURRAY, D.: System adaptivity and the modelling of stereotypes. National Physical Laboratory Report No. 91. Teddington 1987.
- BERLINER, H. J.: Some necessary conditions for a master chess program. In: P. N. JOHNSON-LAIRD/P. C. WASON (Eds.): Thinking: Readings in cognitive science. Cambridge, MA: Cambridge University Press 1977, S. 87-103.
- BROMME, R.: Der Lehrer als Experte. Bern 1992.
- CHI, M. T. H./GLASER, R./FARR, M. J. (Eds.): The nature of expertise. Hillsdale: Erlbaum 1988.
- CLARK, R. E.: Reconsidering research on learning from media. In: Review of Educational Research 53 (1983), S. 445-459.
- FARR, M. J./PSOTKA, J. (Eds.): Intelligent Instruction by Computer. Theory and Practice. Washington: Taylor 1992.
- FREY, K.: Effekte der Computerbenutzung im Bildungswesen. In: Zeitschrift für Pädagogik 5 (1989), S. 637-657.
- GAGNÉ, R. M.: The conditions of learning. New York: Holt, Rinehart and Winston 1984.
- GORNÝ, P. (Hrsg.): Informatik und Schule 1991. GI-Fachtagung-Proceedings. Berlin 1991.
- GÜNTHER, A.: Implementation eines Intelligenten Tutoriellen Systems und Modellierung der instruktionalen Intervention für CAD-Software (Unveröffentlichte Diplomarbeit). Berlin: Institut für Psychologie der Technischen Universität Berlin 1992.
- HAGLER, P./KNOWLTON, J.: Invalid implicit assumption in CBI comparison research. In: Journal of Computer-Based Instruction 14 (1987), S. 84-88.
- HANCOCK, P. A./CHIGNELL, M. H. (Eds.): Intelligent interfaces. Theory, research and design. Amsterdam: North-Holland 1989.
- HANNAFIN, M. J./RIEBER, L. P.: Psychological foundations of instructional design for emerging computer-based instructional technologies: Part I + II. In: Educational Technology Research and Development 37 (1989), S. 91-114.
- HIGGINS, J.: Response to Hirvela's article „Marshall McLuhan and the case against CAI“. In: System 16 (1988), S. 313-317.
- JONASSEN, D. H. (Ed.): Instructional designs for microcomputer courseware. Hillsdale: Erlbaum 1988.
- JONASSEN, D. H./MANDL, H. (Eds.): Designing hypermedia for learning. NATO Advanced Research Workshop on Designing Hypertext/Hypermedia-Proceedings. Berlin: Springer 1990.
- KLAUER, K. J.: Framework for a theory of teaching. In: Teaching & Teacher Education 1 (1985), S. 5-17.
- KLAUER, K. J.: Notengebung unter individueller Bezugsnorm. In: Zeitschrift für Entwicklungs- und Pädagogische Psychologie 19 (1987), S. 158-169.
- KLIX, F./STREITZ, N. A./WAERN, Y./WANDKE, H. (Eds.): Man-computer interaction research. Selected papers of the Man-Computer Interaction Research Network of the International Union of Psychological Science. Amsterdam: North-Holland 1989.
- KOMMERS, P. A. M./JONASSEN, D. H./MAYES, J. T. (Eds.): Cognitive tools for learning. Berlin: Springer 1992.
- KÜFFNER, H./SEIDEL, C.: Computerlernen und Autorensysteme. Stuttgart 1989.
- KÖHLER, W./SAERBECK, B.: Nutzung von Datenbanken als Medien im Fachunterricht. In: P. GORNÝ (Hrsg.): Informatik und Schule. Berlin 1991, S. 142-148.
- KUHLEN, R.: Hypertext. Ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank. Berlin 1991.
- KUNZ, G. C./SCHOTT, F.: Intelligente Tutorielle Systeme. Göttingen 1987.
- LAUTERBACH, R.: Auf der Suche nach Qualität: Pädagogische Software. In: Zeitschrift für Pädagogik 5 (1989), S. 699-710.

- LEGENHAUSEN, L./WOLFF, D. (Eds.): Computer assisted language learning and innovative EFL methodology. Universität Augsburg 1987.
- LEUTNER, D.: Adaptive Lehrsysteme. Weinheim 1992(a).
- LEUTNER, D.: Das Testlängendilemma in der lernprozeßbegleitenden Wissensdiagnostik. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 6 (1992), S. 233–238(b).
- LEUTNER, D.: Das gleitende Testfenster als Lösung des Testlängendilemmas: Eine Robustheitsstudie. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 7 (1993), S. 33–45(a).
- LEUTNER, D.: Computerunterstützte Planspiele als Instrument der Personalentwicklung. In: T. GELHARDT/T. MÜHLBRADT (Hrsg.): Handbuch computerunterstützte Planspiele. Stuttgart 1993 (im Druck) (b).
- LEUTNER, D./KRETZSCHMAR, R.: Veranschaulichung und Aktivierung: Überraschende Effekte zweier didaktischer Prinzipien. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie 28 (1988), S. 263–278.
- LEUTNER, D./SCHRETTENBRUNNER, H.: Entdeckendes Lernen in komplexen Realitätsbereichen: Evaluation des Computersimulationsspiels „Hunger in Nordafrika“. In: Unterrichtswissenschaft 17 (1989), S. 327–341.
- LEVINE, R.L./FITZGERALD, H.E. (Eds.): Analysis of dynamic psychological systems, vol. 1. New York: Plenum 1992.
- LIPPERT, R.C.: Expert systems: tutors, tools, and tutees. In: Journal of Computer Based Instruction 16 (1989), S. 11–19.
- MANDL, H./HRON, A.: Psychologische Aspekte des Lernens mit dem Computer. In: Zeitschrift für Pädagogik 35 (1989), S. 657–678.
- MAURER, H. (Ed.): Computer assisted learning. 2nd international conference, ICCAL '89-Proceedings. Berlin: Springer 1989.
- MCCOMBS, B.L./MCDANIEL, M.A.: On the design of adaptive treatments for individualized instructional systems. In: Educational Psychologist 16 (1981), S. 11–22.
- MERRILL, M.D./LI, Z.: An Instructional Design Expert System. In: Journal of Computer-Based Instruction 16 (1989), S. 95–101.
- MERRILL, M.D./LI, Z./JONES, M.K.: Second generation instructional design. In: Educational Technology 2 (1990), S. 7–14.
- MICHALSKI, R.S./CARBONELL, J.G./MITCHELL, T.M. (Eds.): Machine learning. An artificial intelligence approach, vol. II. Los Altos: Morgan Kaufmann 1986.
- MOONEN, J./SCHOENMAKER, J.: Production techniques for computer-based learning material. Technical Report. Center for Information Technology, Enschede 1986.
- MURRAY, D.M.: A survey of user cognitive modelling. National Physical Laboratory Report DITC 92/87, Teddington 1988.
- NICKERSON, R.S./ZODHIATES, P.P. (Eds.): Technology in education: looking toward 2020. Hillsdale: Erlbaum 1988.
- NIELSEN, J.: Hypertext and Hypermedia. Boston: Academic Press 1990.
- NORRIE, D.H./SIX, H.-W. (Eds.): Computer assisted learning. 3rd international conference, ICCAL '90-Proceedings. Berlin: Springer 1990.
- OSHERSON, D.N./STOB, M./WEINSTEIN, S.: Systems that learn. Cambridge: MIT Press 1986.
- O'SHEA, T./SELF, J.: Learning & Teaching with Computers. Brighton: Harvester 1988.
- PELEGUM, W.J./PLOMP, T.: The use of computers in education worldwide. Oxford: Pergamon Press 1991.
- POLSON, M.C./RICHARDSON, J.J. (Eds.): Foundations of intelligent tutoring systems. Hillsdale: Erlbaum 1988.
- REITER, A./RIEDER, A. (Hrsg.): Didaktik der Informatik. Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung. Wien 1990.
- ROLLE, G.: Expertensysteme für Personalcomputer. Würzburg 1988.
- ROSS, S.M./MORRISON, G.R. (1988). Adapting instruction to learner performance and background variables. In: D.H. JONASSEN (Ed.): Instructional designs for microcomputer courseware. Hillsdale: Erlbaum 1988, S. 227–245.
- ROSS, S.M./SULLIVAN, H./TENNYSON, R.D.: Educational technology: Four decades of research and theory (Special Issue). In: Educational Technology Research and Development 40 (1992), S. 5–7.
- SALISBURY, D.F.: Effective Drill and Practice Strategies. In: D.H. JONASSEN (Ed.): Instructional designs for microcomputer courseware. Hillsdale: Erlbaum 1988, S. 103–124.

- SALISBURY, D. F./RICHARDS, B. F./KLEIN, J. D.: Designing practice: A review of prescriptions and recommendations from instructional design theories. In: *Journal of Instructional Development* 8 (1985), S. 9–19.
- SALOMON, G.: AI in reverse: Computer tools that turn cognitive. In: *Journal of Educational Computing Research* 4 (1988), S. 123–132.
- SANKAR, Y.: Evaluation of computer-assisted instruction. In: *Programmed Learning and Educational Technology* 25 (1988), S. 314–321.
- SCHUMACHER, G./LEUTNER, D.: Lernkontrolle und programmgesteuerte Adaptation der Antwortzeitbegrenzung beim computerunterstützten Lernen. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 3 (1990), S. 187–198.
- SEIDEL, C./LIPSMEIER, A.: *Computerunterstütztes Lernen. Entwicklungen – Möglichkeiten – Perspektiven.* Stuttgart 1989.
- SMITH, W. F. (Ed.): *Modern media in foreign language education: Theory and implementation.* Lincolnwood: National Textbook 1987.
- SNOW, R. E.: Aptitude-treatment interaction models of teaching. In: K. MARJORIBANKS (Ed.): *The foundations of students' learning.* Oxford: Pergamon 1991, S. 183–190.
- TAUBER, M. J./ACKERMANN, D. (Eds.): *Mental models and human-computer interaction 2. Selected papers of the 8th interdisciplinary workshop in informatics and psychology.* Amsterdam: North-Holland 1991.
- THOMÉ, D.: *Kriterien zur Bewertung von Lernsoftware.* Heidelberg (o.J.)
- WENGER, E.: *Artificial intelligence and tutoring systems.* Los Altos: Morgan Kaufmann 1987.
- WINOGRAD, T./FLORES, F.: *Understanding computers and cognition. A new foundation for design.* Norwood: Ablex 1986.

Abstract

For several years now the benefit of using computers in school and vocational training has been undisputed. However, at present, disagreement can be observed concerning the question which instructional tasks can be managed autonomously by computers. An evaluation of instructional functions taken on by computer-based teaching systems reveals several short-comings. It is the authors' aim to define different classes of central teaching skills (student modelling, specialized knowledge, and instructional strategies) on the basis of present day implementations of computer-based teaching systems. Within each category, both global achievements of the teaching systems and necessary, complementary teacher activities are specified. The resulting classification scheme allows to both classify typical teaching systems and identify specific skills which ought to be stressed in future teacher training.

Anschrift der Autoren:

Dr. Hermann Astleitner, Universität Salzburg, Akademiestraße 26, A-5020 Salzburg
 Prof. Dr. Detlev Leutner, Lehrstuhl für Instruktionspsychologie, Pädagogische Hochschule
 Erfurt, Postfach 307, D-99006 Erfurt