

MARKUS VILSMEIER

Konzepte und Befunde zur computerunterstützten Instruktion

Concepts and findings of computer aided instruction

Summary: In this present literature review, newer approaches of computer aided instruction (CAI) will be discussed, based on cognitive psychological criteria. Findings from CAI effects are associated mainly to learning advantages and instruction time, but also in part to the emotions involved. For the transmission of subject knowledge, program-controlled adaptations of single design variables, such as time limits or the composition of practice tasks, prove to be efficient. A learner controlled course of instruction is usually an advantage only for better abled students. Various degrees of learning guidance in the transmissions of problem solution strategies and metacognitions are still insufficiently validated. In comparison to traditional lessons, CAI can be assessed as superior for certain program types and instruction goals, above all, in the decrease in the time necessary for learning.

Zusammenfassung: In der vorliegenden Literaturübersicht werden anhand kognitionspsychologischer Kriterien neuere Ansätze computerunterstützter Instruktion (CUI) erörtert. Befunde zu CUI-Wirkungen beziehen sich hauptsächlich auf Lerngewinn und Instruktionszeit, teilweise auch auf den affektiven Bereich. Für die Vermittlung von Sachwissen erweisen sich programmgesteuerte Adaptationen einzelner Designvariablen, wie Zeitvorgaben oder die Gestaltung von Übungsaufgaben, als effizient, während ein lernergesteuerter Instruktionsablauf meist nur für Lerner mit hoher Fähigkeit von Vorteil ist. Unterschiedliche Grade der Lernerführung bei der Vermittlung von Problemlösestrategien und Metakognitionen sind noch unzureichend validiert. Im Vergleich zu traditionellem Unterricht erweist sich CUI bei bestimmten Programmtypen und Instruktionszielen als überlegen, was vor allem auf einer Verkürzung der Lerndauer beruht.

1. Einleitung

Computerunterstützte Instruktion (CUI) heute unterscheidet sich in den theoretischen und technischen Grundlagen wesentlich von ihren Anfängen. Eine Reihe von Autoren (Kulik, Kulik & Cohen 1980; Mandl & Lesgold 1988; Sleeman & Brown 1982) sieht durch die geringen Rechengeschwindigkeiten und Speicherkapazitäten der 60er und 70er Jahre grundlegende Unterschiede in Programmstruktur und Instruktionspotential zur CUI der 80er Jahre bedingt. Mandl & Lesgold (1988) heben zudem als theoretische Neuorientierung gegenüber den ersten CUI-Programmen, deren Designs auf verhaltenstheoretischen Konzepten basieren und vornehmlich nach Verstärkungsaspekten gestaltet sind, die Berücksichtigung kognitiver Prozesse hervor.

Programme der frühen CUI legen im voraus für jede mögliche Lernereingabe eine spezifische Bildschirmausgabe fest, die in der Regel ein Feedback über die Korrektheit der Lernerant-

wort oder eine von mehreren alternativen Informationsdarbietungen enthält. Diese Ablaufstruktur wird auch in manchen neueren Programmen unabhängig vom theoretischen Hintergrund eingesetzt und im folgenden als *konventionelle CUI* bezeichnet. *Intelligente CUI (ICUI)* sieht differenziertere und stärker individualisierte Instruktionsmaßnahmen vor, indem sie die Instruktionsabfolge nicht nur von der jeweils letzten Lernerantwort, sondern von bestimmten während des gesamten Instruktionsverlaufs erhobenen Indikatoren für den Wissensstand des Lerners abhängig macht. *Intelligente tutorielle Systeme (ITS)* verwenden als komplexeste Programme Methoden der Forschung zur Künstlichen Intelligenz, um idealerweise drei spezialisierte Komponenten für die Modellierung des zu vermittelnden Wissensbereichs, für die Diagnose des Wissensstandes des Lerners sowie für die Auswahl geeigneter Instruktionsverfahren zu integrieren (Burns & Capps 1988; Ohlsson 1986; Spada & Opwis 1985). Die genannten drei CUI-Formen stellen

keine eindeutig voneinander unterscheidbaren Kategorien dar, so daß die Bezeichnungen (konventionelle) CUI, ICUI und ITS neben einigen weiteren Klassifizierungen in der Literatur keineswegs systematisch vergeben werden.

Das Hauptinteresse der neueren CUI-Forschung gilt der Förderung von Lernprozessen durch Adaptationen der Instruktion an individuelle Lernverläufe. Hierzu entwickelte Designs, ihre theoretischen Begründungen sowie Befunde zu CUI-Effekten werden in der vorliegenden Übersicht mit Schwerpunkten auf Originalarbeiten ab Beginn der 80er Jahre diskutiert. Für die Darstellung werden zwei Dimensionen einer «Taxonomie adaptiven Lehrens» von Corno & Snow (1986) herangezogen. Das eine Klassifikationskriterium bezieht sich auf Lerninhaltsbereiche, nämlich Kognitionen, d. h. Fähigkeiten und Wissen, und Affekte, die als Lernermerkmalskategorien gleichzeitig als Lernvoraussetzungen relevant sind. Im folgenden werden kognitive Lehrziele und – in den meisten Studien nicht explizites Instruktionsziel – affektive Wirkungen von CUI in gesonderten Abschnitten behandelt. Innerhalb der beiden Lehrzielbereiche betrifft der zweite Differenzierungsaspekt das Ausmaß, in dem der Lerner den Instruktionsablauf selbst kontrollieren kann. Die Möglichkeit von als «aptitude-treatment-interactions» (ATI) bekannten Wechselwirkungen zwischen individuellen Lernvoraussetzungen und spezifischen Instruktionsmethoden – zentrales Thema der Übersicht von Corno & Snow (1986) und der Designvorschläge von Carrier & Jonassen (1988) – wird nur von einem Teil der vorgestellten Arbeiten berücksichtigt. Im letzten Abschnitt der Übersicht wird auf Befunde zur Effizienz von CUI im Vergleich zu traditionellen Instruktionsformen eingegangen.

2. Vermittlung von Kognitionen

Theorien der kognitiven Psychologie zum Erwerb und zur Anwendung von Wissen (Gagné 1985; Mayer 1987) unterscheiden ein deklaratives Gedächtnis, das Wissen um faktische Gegebenheiten umfaßt, von einem prozeduralen Gedächtnis, das mit deklarativem Wissen arbeitende kognitive Operationen speichert. Vorgaben zur Gestaltung von CUI-Designs (Merill

1987; Wager & Gagné 1988) unterscheiden zwar unterschiedliche Arten von Wissensinhalten und kognitiven Prozessen, führen jedoch nicht, wie von Levin (1989) angeregt, den Nachweis differentieller Wirkungen hinsichtlich unterschiedlicher Lernergebnisarten. Die Aneignung von Informationen, deren explizite Verknüpfung untereinander oder mit anderen Wissensinhalten von geringerer Bedeutung ist, sowie die Automatisierung von Prozeduren kann mit Drillprogrammen (Salisbury 1990) gefördert werden, auf die im folgenden nicht näher eingegangen wird. Für die nachfolgende Erörterung von CUI-Ansätzen werden kognitive Lehrziele zu drei Kategorien zusammengefaßt: (1) Deklaratives Wissen über Merkmale von Objekten und Begriffen, darauf basierende Klassifizierungsleistungen sowie Wissen von Regeln im Sinne von funktionalen Beziehungen zwischen Begriffen, (2) Problemlösestrategien als prozedurales Wissen über kombinierte Anwendungen von Regeln und (3) Metakognition als Wissen um situationsadäquate Strategieeinsätze und bewußte Steuerung des Denkprozesses. Tabelle 1 enthält die wichtigsten in der Übersicht zitierten Arbeiten.

2.1. Begriffe und Regeln

Für programmgesteuerte Instruktionsadaptationen werden unterschiedlich viele und unterschiedlich komplexe Lehrstrategien und Indikatoren des Lernerwissens verwendet. Beispielsweise konzentrieren sich Litchfield, Driscoll & Dempsey (1990) auf die Adaptation der Itemschwierigkeit. Eine Programmversion, welche die Schwierigkeit nach einer richtigen Antwort erhöht und nach einem Fehler verringert, führt in kürzerer Instruktionszeit als eine im voraus festgelegte Schwierigkeitsfolge zu einem vergleichbaren Posttestergebnis. Ob die Schätzung der Itemschwierigkeit durch Expertenrating oder mittels eines spezifischen Algorithmus erfolgt, in den der Allgemeinheitsgrad und die Diskriminationsanforderungen der Items eingehen, macht keinen Unterschied. Die letztere Schätzmethode erscheint jedoch als geeigneteres Verfahren, aufgrund einer Theorie von Itemmerkmalen und entsprechenden kognitiven Lösungsoperationen gezielt Pools von

Tabelle 1: Wichtige zitierte Arbeiten zur computerunterstützten Instruktion

	Begriffe und Regeln	Problemlösen	Metakognition
Direktivität hoch	Litchfield et al. (1990) Mandl et al. (1985) Stevens et al. (1982) Tennyson et al. (1985) [J]	Anderson et al. (1985) Barnard & Sandberg (1988) [K]	Fischer & Mandl (1988) [ATI]
niedrig	Gay (1986) [ATI] Schumacher & Leutner (1990) Steinberg (1989) [Ü] Tennyson et al. (1985) [J]	Anand & Ross (1987) [K, ATI] Gray (1987) Sfondilias & Siegel (1990)	
variabel	Dillenbourg (1989)	Riel et al. (1987) [K]	Derry (1989)
Effizienz- vergleich	Übersichten zur frühen CUI: Jamison et al. (1974); Kulik et al. (1980); Vinsonhaler & Bass (1972) neuere Arbeiten: Duin (1988); Bacig et al. (1990); Gillis (1987)		

Anmerkung: Zusätze in eckigen Klammern: K = Kinder; J = Jugendliche; Ü = Übersicht;
ATI = aptitude treatment interaction

Items unterschiedlicher Schwierigkeit zu erstellen (vgl. z. B. Hornke & Habon 1984).

Für die Anwendung komplexerer Instruktionsstrategien vermißt Dillenbourg (1989) eine zureichende lern- und kognitionspsychologische Fundierung, weshalb er ein lernfähiges Lehrprogramm entwickelt, das aufgrund einer Analyse zurückliegender Lehr-Lernprozesse die implementierten Instruktionsregeln selbst modifiziert. Die von Dillenbourg (1989) zusammengestellten Strategien, die die Verfügbarkeit von begriffsdefinierenden Attributen und der Begriffsdefinition, die Zahl von Beispielen, die Art der Lerneraktivität bei der Begriffsidentifikation, den Umfang von Feedbackinformationen sowie die Art von Hinweisen variieren, werden in der ersten Instruktionsphase nach ihrer Direktivität ausgewählt. Ist eine zu Beginn angewendete Strategie mittlerer Direktivität ungeeignet, wird sie durch eine Strategie höherer Direktivität ersetzt. Nach einer erfolgreichen Strategie folgt der nächste Begriff mit einer im Vergleich zur vorhergehenden weniger direktiven Strategie. Nach vier Begriffen ermittelt das Programm anhand der gespeicherten Strategiefolge und der nach jedem Strategieeinsatz durchgeführten Lernerfolgtests, die die Zahl der Unter- und Übergeneralisierungen und richtigen Lösungen erfassen, Zusammenhänge zwischen Leistungsverbesserungen und Strategiemerkmalen. Mit den neu entwickelten Selektionsbedingungen wird für weitere vier Begriffe die Anfangsregel der Strategieauswahl ergänzt, während in einer Kontrollgruppe weiterhin nur die Anfangsregel gilt. Die Veränderungen in den Testpunktwer-

ten und die Zahl der nötigen Strategien zwischen erstem und zweitem Lernabschnitt zeigen jedoch zwischen Experimental- und Kontrollgruppe keinen signifikanten Unterschied. Trotz dieses möglicherweise auf Designmängel zurückzuführenden negativen Befundes stellen die Adaptation der Direktivität und die Analyse von Zusammenhängen zwischen Instruktionsvariablen und Lernverläufen einen interessanten Ansatz dar, der erfolversprechender erscheint, wenn Instruktionsmerkmale nicht fest verknüpft, sondern unabhängig voneinander variiert und hierfür differenziertere Indikatoren des Lernerwissens verwendet werden.

Die Implementierung flexibler Reaktionen auf Lernerfehler war Hauptziel der Konstruktion des Systems WHY (Stevens, Collins & Goldin 1982). Da das Expertenwissen des ITS über Ursachen von Regenfällen als Folge zeitlich geordneter Ereignisse gespeichert ist, können dem Lerner in einem sokratischen Dialog, d. h. mit indirekt auf Fehler abzielenden Fragen und Aussagen, falsche Ereigniskomponenten oder fehlende und überflüssige Abfolgeschritte deutlich gemacht werden. Stevens et al. (1982) bezeichnen die Repräsentation des Wissens in Form von Ereignissequenzen als unzureichend, da grundlegendere Schülermißverständnisse, etwa eine falsche metaphorische Sichtweise, damit nicht erkannt werden können. Für eine weitergehende Diagnosefähigkeit des ITS wäre stattdessen eine Repräsentation von funktionalen Beziehungen zwischen den physikalischen Faktoren geeigneter.

Anders als die schon dargestellten CUI-Arbei-

ten beziehen Tennyson & Park (1984), Tennyson, Park & Christensen (1985), Park & Tennyson (1986) sowie Schumacher & Leutner (1990) ihr Design explizit auf eine Theorie des Lernprozesses.

Gemäß den Annahmen von Tennyson et al. (1985) bildet sich beim simultanen Lernen mehrerer Begriffe in einer ersten Lernphase deklaratives Wissen, indem Merkmale positiver Begriffsbeispiele als zur Definition des jeweiligen Begriffs gehörig gelernt werden. Das Versuchsmaterial besteht aus Situationsbeschreibungen zu den lernpsychologischen Konzepten der Verstärkung und Bestrafung. Der Lernprozeß wird unterstützt, indem nach Zuordnungen einer Situationsbeschreibung zu einem falschen Begriff das folgende Beispiel den richtigen, vom Probanden (Pb) nicht erkannten Begriff demonstriert. Dieses Sequenzprinzip nennen die Autoren *Generalisationsregel*. Für die zweite Lernphase nehmen sie eine prozedurale Wissensentwicklung an, bei der zwischen Beispielen verschiedener Begriffe diskriminiert wird. Dies wird gefördert, indem nach falscher Beispielszuordnung ein Beispiel für den fälschlicherweise genannten Begriff gezeigt wird, was die Autoren als *Diskriminationsregel* bezeichnen. Auch eine Adaptation der Darbietungszeit bezieht sich auf die beiden Lernphasen. Versucht der Pb während der Darbietungszeit keine Beispielszuordnung, wird ihm die Lösung mitgeteilt. Eine richtige Beispielszuordnung kann erfolgreich abgeschlossenes konzeptuelles Lernen und beginnendes komplexeres und deshalb zeitintensiveres prozedurales Lernen bedeuten. Deshalb wird nach einer richtigen Lösung die Präsentationszeit für das folgende Beispiel erhöht, während nach einer falschen Lösung die Zeit unverändert bleibt. Die Pbn benötigen bei adaptiver Präsentationsdauer weniger Beispiele und eine geringere Instruktionsgesamtzeit als bei lernerkontrollierter Zeit. Eine Beispielsequenz, die im ersten Lernabschnitt nach der Generalisationsregel und im zweiten Lernabschnitt nach der Diskriminationsregel gestaltet wird, bewirkt eine geringere Instruktionszeit als ausschließlich der Generalisations- bzw. Diskriminationsregel entsprechende Beispielsequenzen, wobei zwischen den beiden letzteren Sequenzarten kein Unterschied besteht. Auch Testleistungen unmittelbar nach der Instruk-

tion und noch deutlicher einen Monat später zeigen analoge Unterschiede zwischen den Stufen der beiden Faktoren *Beispielsequenz* und *Kontrolle der Darbietungszeit*.

Wie Tennyson et al. (1985) finden auch Park & Tennyson (1986) keinen Unterschied zwischen durchgängiger Generalisationsregel und Diskriminationsregel. Demgegenüber führt eine adaptive Darstellungsform der Beispiele, bei der nach einer falschen Beispielszuordnung ein Demonstrationsbeispiel mit Lösungsangabe, nach einer richtigen Beispielszuordnung ein vom Pb zu klassifizierendes Prüfbeispiel folgt, zu höheren Posttestleistungen als eine konstante Darbietung von Prüfbeispielen.

Die Lernersteuerung der Antwortzeit ist als Standardfall der CUI anzusehen. In der schon dargestellten Studie von Tennyson et al. (1985) ist die Lernersteuerung allerdings der adaptiven Antwortzeit unterlegen, was auch für die mit demselben Adaptationsverfahren arbeitenden Programme von Tennyson & Park (1984) und – zumindest tendenziell – von Schumacher & Leutner (1990) gilt. In den beiden zuletzt genannten Arbeiten fällt eine zusätzlich eingeführte inversadaptive Steuerung, die nach richtiger Antwort die Darbietung verkürzt und nach falscher Antwort verlängert, wofür unter anderem motivationstheoretische Gründe sprechen, am schlechtesten aus. Der positive Befund von Schumacher und Leutner (1990), die ein theoretisch begründetes Adaptationsverfahren vom Begriffslernen auf das Regellernen übertragen, spricht dafür, für weitere Lerninhalte geeignete Adaptationen der Übungszeit zu entwickeln.

Die Lernersteuerung führt selbst gegenüber nicht-adaptiver, konstanter Darbietungszeit zu keiner kürzeren Übungsdauer (Tennyson & Park 1984) oder sogar zu einer längeren Instruktionszeit (Dalton 1990). Die Daten von Dalton (1990) sind allerdings nur eingeschränkt mit denjenigen anderer CUI-Studien vergleichbar, da sie in der Situation der Partnerarbeit erhoben sind, für die Dalton zudem von vermehrten aufgabenirrelevanten Interaktionen zwischen den Partnern bei Lernerkontrolle berichtet.

Die Untersuchungen der Arbeitsgruppe um Tennyson stehen in Zusammenhang mit der Implementierung adaptiver Instruktionsabläufe

im «Minnesota Adaptive Instruction System» MAIS (Tennyson & Christensen 1988; Tennyson, Christensen & Park 1984), zu dem keine Effizienzangaben vorliegen. Dieses intelligente CUI-Programm enthält eine Beratungskomponente, die den Lerner nach der Einführungsphase über sein Anfangsniveau sowie über den Umfang und die Sequenz an Übungsmaterial, die für die Lehrzielrealisierung nötig sind, informiert. Art und Präsentationsdauer der Beispiele werden kontinuierlich adaptiert und die Beratung nach jeder Lernerantwort aktualisiert. Der Lerner kann auch ein anderes als das vom Programm angebotene Beispielformat anfordern und Fragen zu den Beispielen stellen. Die Zahl der Beispiele ergibt sich aus der bedingten Wahrscheinlichkeit nach Bayes, in die neben dem akkumulierten Lernzuwachs und einem Lernkriterium auch die geschätzte Bedeutung eines vorzeitigen Abbruchs und einer überflüssigen Fortsetzung der Instruktion eingehen.

Eine generelle Überlegenheit eines programmgesteuerten Instruktionsablaufs oder einer Lernerkontrolle ist angesichts in der Literatur mehrfach berichteter ATI-Effekte nicht anzunehmen. Beispielsweise profitieren nach Angaben von Carrier & Jonassen (1988) feldabhängige Lerner von einer Prüfliste, welche die Aufmerksamkeit auf die wesentlichen Attribute der zu erwerbenden Begriffe lenkt, während feldunabhängige Lerner mit und ohne Prüfliste gleiche Leistung zeigen. In demselben Didaktik-Lehrprogramm führt die Lernerkontrolle der Beispielanzahl bei verbal begabten Pbn zu gleichen Leistungen wie die Programmkontrolle, wirkt sich jedoch bei geringer verbaler Fähigkeit nachteilig aus.

In einer Untersuchung von Gay (1986) ist die Ablaufkontrolle je nach Vorkenntnissen der Pbn unterschiedlich effizient. Bei Lernersteuerung kann der Pb die Reihenfolge der zu bearbeitenden Lektionen, die Art des Lehrinhalts – Regeln, Hauptgedanken, Beispiele oder Übungen –, die Zahl der Beispiele und Übungen sowie zwischen Video-, Audio-, Grafik- und Textinformationen wählen. Zudem ist die Anforderung von Hilfestellungen und Wiederholungen möglich. Demgegenüber werden in der Programmsteuerungsversion die Begriffe in hierarchischer Form gelehrt, die Lehrsequenzen als

Abfolge von Lektionsziel-, Regel-, Beispiel- und Übungspräsentation gestaltet, die Lernfortschritte automatisch diagnostiziert und gegebenenfalls Hilfestellung und Wiederholung geboten. Bei hohem Vorverständnis erfordert die Lernerkontrolle für gleiche Lernresultate weniger Zeit als die Programmkontrolle, bei niedrigem Vorverständnis führt die Lernerkontrolle ohne Unterschied in der Instruktionszeit zu geringeren Leistungen als die Programmkontrolle.

Steinberg (1989) folgert in ihrer Forschungsübersicht, daß allenfalls Lerner mit guten Vorkenntnissen oder hohen Fähigkeiten von der Möglichkeit profitieren, den Instruktionsablauf selbst zu steuern. Lerner mit schwachen Leistungen sind hingegen bei Lernerkontrolle weniger erfolgreich als bei Programmkontrolle. Die meisten Lerner sind nicht fähig, Übungen in ausreichender Zahl und mit geeignetem Schwierigkeitsgrad zu wählen, ihre Zeit angemessen zu nutzen und den Lehrstoff effektiv zu wiederholen. Diese Befunde entsprechen ATI-Phänomenen, die bei traditionellem Unterricht beobachtet werden (Corno & Snow 1986), und differenzieren die von Ausubel, Novak & Hanesian (1980) vertretene These, daß entdeckendes Lernen (Bruner 1970) zwar für Problemlösesituationen angemessen sei, daß aber für die Vermittlung von Sachwissen sinnvolles rezeptives Lernen, das einen geleiteten aktiven Prozeß des Wissenserwerbs bedeute, geeigneter sei.

Einer der Gründe für die Ineffizienz der Lernersteuerung ist vermutlich die geringe Fähigkeit von Lernenden, ihr Verständnis des Lehrstoffes richtig einzuschätzen. Garhart & Hannafin (1986) lassen Studenten während des Studiums eines fiktiven Sachberichts nach jedem der vier Abschnitte ihr Verständnis von Fakten und Schlußfolgerungen einschätzen und anschließend einen Test zum vorhergehenden Abschnitt bearbeiten. Von den Korrelationen zwischen den Ratings und den abschnittswisen Testleistungen sowie der Posttestleistung, getrennt hinsichtlich Fakten und Schlußfolgerungen, sind nur sehr wenige signifikant. In dem Korrelationsmuster ist keine Systematik erkennbar, die auf Ausnahmen von der ungenügenden Selbstüberwachung hinweisen würde.

Die mangelnde Fähigkeit zur Selbstdiagnose versuchen Mandl, Fischer, Frey & Jeuck (1985)

mit geeignetem Feedback zu kompensieren. Nach einer wahlweise linearen oder selektiven Bearbeitung des Lehrstoffs im «Lern-Modus» werden Fragen zu zentralen Themen gestellt. Bei falscher Lösung werden erneut Informationen zur betreffenden Lerneinheit dargeboten, wobei der Pb jederzeit wieder in den Lern-Modus wechseln kann. Nach einer abschließenden Prüfung des gesamten Lehrstoffs wird eine Gesamtbewertung des Lernerfolgs mit Hinweisen an den Pb verbunden, welche Lerneinheiten er nochmals bearbeiten sollte. Die Lerneffizienz, gemessen an Testpunkten pro Lerdauer, ist bei diesem konventionellen CUI-Design höher als bei herkömmlichem Unterricht.

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß lernergesteuerte CUI von Sachwissen häufig wenig effizient ist. Verschiedene programmgesteuerte Instruktionsadaptationen werden als effektiv nachgewiesen, beruhen jedoch nur zum Teil auf theoretischen Überlegungen, die eine Anwendung und Überprüfung jenseits des originalen experimentalen Settings, für das sie entwickelt wurden, ermöglichen würden. Ob Kompensationen von Lernerdefiziten durch Beratung oder Instruktionsadaptationen die Defizite verringern und wie das CUI-Interaktionspotential für ein gezieltes Training von Fähigkeiten zur Steuerung des Wissenserwerbs genutzt werden kann, ist bislang ungeklärt.

2.2. Problemlösestrategien

Problemstellungen sind dadurch charakterisiert, daß für die Überführung eines Anfangszustandes in einen erstrebten Zielzustand vertraute Prozeduren nicht genügen, sondern neue Kombinationen von kognitiven Operationen aufgebaut werden müssen. Gray (1987) geht von einer vom Inhaltsbereich abhängigen differentiellen Wirkung der Instruktionsdirektivität aus. Seiner Annahme zufolge eignet sich die Lernerkontrolle von CUI eher für Problemstellungen mit mehr als einem Zielzustand als für naturwissenschaftliche oder andere eindeutige Lösungen implizierende Bereiche.

In einem Lehrprogramm zur Soziologie gibt Gray (1987) bei Programmkontrolle die Reihenfolge vor, in der fiktive politische Entscheidungen mit simulierten Auswirkungen auf Infla-

tion und Armut zu treffen sind. Bei Lernersteuerung kann der Lerner in beliebiger Reihenfolge zu einer Entscheidung vor- und zurückgehen. Besseres Verständnis und teilweise bessere Spielleistungen bei Lernerkontrolle sprechen für die Ausgangshypothese. Für eine Verallgemeinerung müßten jedoch weitere Instruktionsvariablen, z. B. das Angebot von Hilfestellungen, in die Kontrolldimension mit einbezogen werden.

Riel, Levin & Miller-Souviney (1987) realisieren anstelle eines durchgängig lernerkontrollierten Ablaufs eine kompetenzabhängige Direktivität mit einem Design, das die anfängliche Programmkontrolle mit zunehmender Lernerfahrung zugunsten eines größeren Gestaltungsspielraumes für den Lerner zurücknimmt. Das Programm zur Verbesserung von Aufsätzen von Viert- und Fünftkläßlern gibt in der ersten Phase Lückentexte mit vorgegebenen Füllalternativen vor und endet in der vierten Phase mit einem inhaltlich beliebig auszufüllenden Rahmenthema mit abstrakten Hinweisen zur Aufsatzstruktur. Nach einer viermonatigen Evaluation sind die schriftlich und am Rechner verfaßten Aufsätze der Pbn von signifikant höherer Qualität als im Prätest. Ob das CUI-Design einem traditionellen Aufsatztraining überlegen ist, bleibt in dieser Studie ungeklärt.

Bei Problemstellungen mit konvergenter Lösung sind verschiedene CUI-Ansätze auf einem breiten Kontinuum der Interventionsintensität zu lokalisieren. Anand & Ross (1987) versuchen, durch Verwendung vertrauten Materials die Problemlösung zu erleichtern, Sfondilias & Siegel (1990) vergleichen eine direkte Vorgabe der Lösungsschritte mit Lernen ohne Hilfestellung, Barnard & Sandberg (1988) arbeiten mit einem sokratischen Dialog und Anderson, Boyle & Reiser (1985) verwenden genaue Fehlerbeschreibungen und Visualisierungen des Problemlöseprozesses.

Unter Bezug auf Netzwerktheorien des Wissens versuchen Anand & Ross (1987), bei der Formulierung von Textaufgaben mit der Berücksichtigung des persönlichen Erfahrungshintergrunds der Schüler Anknüpfungspunkte an schon vorhandene Wissens Elemente zu schaffen. Damit sollen Textverständnisschwierigkeiten verringert und die Aufmerksamkeit weg von oberflächlichen Textmerkmalen auf die zugrunde-

liegenden mathematischen Strukturen gelenkt werden. Hierzu speichern Anand & Ross (1987) von den Schülern erfragte persönliche Angaben auf Diskette und setzen die individuellen Daten an geeigneten Stellen der Textaufgaben ein. Dieses adaptive Design vergleichen sie mit ebenfalls konkreten, aber nicht individualisierten Übungsaufgaben sowie mit abstraktem Kontext, der durch Ausdrücke wie «Objekt», «Einheiten» und «Mengen» ohne anschauliche Bezüge charakterisiert ist. Entsprechend der Erwartung steigen die Posttestleistungen vom abstrakten über den konkreten bis zum persönlichen Übungskontext an, wobei besonders Schüler mit geringer bis mittlerer Lese- und Mathematikfähigkeit vom personalisierten Kontext profitieren. Allerdings sind die persönlichen Aufgaben nur den abstrakten Aufgaben signifikant überlegen, während sich keine dieser Kontextarten signifikant von den konkreten Aufgaben unterscheidet, so daß es fraglich bleibt, ob sich der mit dem individualisierten Kontext verbundene Aufwand lohnt.

In dem Mathematiklehrprogramm von Sfondiliias & Siegel (1990), in dem die Pbn zu grafisch vorgegebenen Parabeln die Gleichungen angeben sollen, leitet die Instruktionsstrategie der «kognitiven Routine» nach zwei falschen Lösungsversuchen durch die einzelnen Schritte der Gleichungsbestimmung, während eine alternative Strategie lediglich die richtige Lösung angibt. Ein zweiter Designfaktor basiert auf der Methode des wachsenden Wiederholungsverhältnisses (WWV), die Siegel & Misselt (1984) erfolgreich für Paarassoziationslernen einsetzen. WWV bedeutet, daß ein falsch bearbeitetes Item mehrmals wiederholt wird, wobei die Abstände zwischen den Wiederholungen mit jeder korrekten Lösung größer werden. In der Faktorstufe ohne WWV wird bei fehlerhafter Gleichungsbestimmung der betreffende Parabeltyp nicht wiederholt. In Testleistungen unmittelbar nach Abschluß des Lehrprogramms zeigt nur das WWV einen Effekt, einen Tag danach ergeben sich sowohl für WWV als auch für die kognitive Routine Haupteffekte, wobei in beiden Tests keine Interaktionen auftreten. Die positive Wirkung des WWV wird dadurch relativiert, daß das dargestellte Design von den denkbaren Alternativen zum WWV die ungünstigste

als Kontrollbedingung realisiert, indem überhaupt keine Wiederholung vorgesehen ist.

Barnard & Sandberg (1988) stellen ein ITS zu Mathematikproblemen der zweiten Klasse vor. Die verwendeten Aufgabentypen sind so beschaffen, daß das ITS im Fehlerfall aus dem Antwortmuster eindeutig diagnostizieren kann, welche von sechs aus Voruntersuchungen bekannten Lösungsstrategien das Kind inadäquat anwendet. Um den Lerner zu befähigen, sein Lösungsverhalten zu modifizieren, vermittelt der Tutor in einem sokratischen Dialog diejenigen Konzepte des Problembereichs, die von der diagnostizierten Strategie vernachlässigt werden. Nach einer sechswöchigen Evaluation sind zwar Schüler, die mit dem Programm mit Erfolg arbeiteten, Schülern, die aus Zeitgründen das Erfolgskriterium nicht erreichten, und einer Kontrollgruppe mit herkömmlichem Unterricht überlegen, jedoch besteht zwischen den beiden letzteren Gruppen kein Unterschied. Dieses Ergebnis läßt keinen Vorteil des dargestellten ITS erkennen, sondern ist vermutlich auf unterschiedliche Gelegenheiten zu zielreichem Lernen zurückzuführen. Barnard & Sandberg (1988) halten es auch für möglich, daß sich die Methode des sokratischen Dialogs in dem untersuchten Altersbereich für manche Lerner nicht eignet und durch eine direktivere Lernumgebung ersetzt werden sollte.

Das ITS von Anderson et al. (1985) zum Erlernen geometrischer Beweisführung arbeitet nach Prinzipien, die aus der ACT*-Theorie des Denkens (Anderson 1983) abgeleitet sind. Da Problemlösefertigkeiten als Prozeduren betrachtet werden, lehrt der Geometrie-Tutor kein deklaratives Regelwissen für spätere Anwendung in Aufgabenlösungen, sondern gibt die Instruktionen während der Problemlöseaktivitäten des Lerners. Wichtig ist nach Anderson et al. (1985) eine unmittelbare Fehlerrückmeldung, damit die Informationen in die sich gerade bildenden Prozeduren eingebaut werden können. Richtige Beweisschritte des Lerners werden kommentarlos registriert, falsche Folgerungen werden vom Tutor aufgezeigt und korrigiert. Zu Beginn der Aufgabenstellung werden am Bildschirm die geometrische Figur, am oberen Bildschirmrand die zu beweisende Aussage und am unteren Rand die Prämissen dargestellt. Um die Struktur des Problemlö-

sungsprozesses – z. B. die Möglichkeit von Vorwärts- und Rückwärtsstrategien oder Punkte mit Verzweigungen zu mehreren richtigen Folgerungen – deutlich zu machen, wird in der Mitte und am Ende der Aufgabenlösung die Beweiskette des Lernalers einschließlich der Irrwege graphisch veranschaulicht. Anwendungen des Geometrie-Tutors mit positivem Ergebnis erfolgten lediglich in Einzelfallstudien.

2.3. Metakognitionen

Eine Visualisierung der Arbeitsschritte, wie sie im Geometrie-Tutor implementiert ist, soll es dem Lerner erleichtern, den Problemlösungsprozess zu reflektieren und dadurch metakognitives Wissen über geeignete Einsatzbedingungen von unterschiedlichen Strategien zu erwerben. Collins & Brown (1988) plädieren allerdings für weniger direkte Interventionen nach Lernerfehlern als Anderson et al. (1985), weil der Lerner nur durch Erkunden des Problemlösungsraumes auf mehr als einem Weg, durch Erfahrungen auch mit Umwegen und Sackgassen, sein metakognitives Wissen verbessern könne. Ein System ohne tutorielle Interventionen, das Collins & Brown (1988) als Beispiel für vielfältige Explorationsmöglichkeiten des Lernalers ohne Effizienzangaben vorstellen, ist Algebraland (Brown 1985). Zur Lösung von Gleichungen kann der Lerner, dem eine Liste von Lösungsstrategien dargeboten wird, aus einem Menü von Gleichungstransformationen auswählen, wobei alle schon durchgeführten Transformationen grafisch in Form eines Baumdiagramms dargestellt werden. Für die beste Instruktionsstrategie halten Collins & Brown (1988) es, den Direktivitätsgrad vom Kenntnisstand des Lernalers abhängig zu machen, d. h. beim Erlernen grundlegender Prozeduren, die einzelne Lösungsschritte darstellen, mehr Anleitung zu geben als bei der vollständigen Bearbeitung von Problemen.

Dieses Prinzip eines mit wachsender Expertise des Lernalers abnehmenden Vermittlungsgrades, das Gegenstand der schon dargestellten Studie von Riel et al. (1987) ist, gehört auch zu den tutoriellen Regeln eines ITS von Derry (1989) zur Lösung mathematischer Probleme. Auf der Grundlage der ACT*-Theorie (Anderson 1983)

und einer Hierarchie von zu vermittelnden Prozeduren arbeitet das ITS mit einer umfassenden Instruktionsplanung (Ohlsson 1986; Peachey & McCalla 1986), indem es anhand einer Eingangsdia­gnose individuelle Leistungsziele innerhalb der Fertigkeitenhierarchie erstellt und entsprechende Aufgabentypen und Schwierigkeitsniveaus wählt. Der Tutor, zu dessen Effektivität Derry (1989) keine Angaben macht, visualisiert den Problemlösungsprozess als Baumdiagramm und unterstützt ihn mit grafischen Strategiehinweisen, z. B. mit der schematischen Darstellung der Zahl und Position von unbekannt­en Gleichungsgrößen.

Symons, Snyder, Cariglia-Bull & Pressley (1989) weisen auf Interaktionen des Anleitungsgrades mit Lernerfähigkeiten hin. Bei Kindern führe eine direkte Instruktion einschließlich geleiteter Einübung von Strategien mit größerer Wahrscheinlichkeit zum Erfolg, da Kinder nicht effizient genug Strategien selbst entdeckten und gefundene Strategien nicht automatisch anwendeten. Barnard & Sandberg (1988) betrachten, wie schon dargestellt, dieses Phänomen als mögliche Ursache für den Mißerfolg eines sokratischen Dialogs. Auch bei metakognitiven Hinweisen ist nach den Ergebnissen von Fischer & Mandl (1988) mit ATI-Effekten zu rechnen. Fehlerspezifische Strategieempfehlungen, Strukturierungen fehlerrelevanter Lehrinhalte und andere abstrahierende Hilfen in einem konventionellen audiovisuellen CUI-Programm zur Vermittlung begrifflichen Wissens erhöhen nur bei Studenten mit hohem Vorwissen die Verständnisleistungen.

Im Hinblick auf das Konstrukt des kognitiven Stils der Impulsivität und Reflexivität, das eng mit der Entwicklung von Metakognitionen zusammenhängt, sei noch auf eine Untersuchung von Stokes, Halcomb & Slovacek (1988) hingewiesen, die mit der Implementierung einer Mindestwartezeit bis zur Antworteingabe einen lediglich indirekten, aber doch erfolgreichen Anstoß zu reflektierterem Arbeiten geben.

3. Affektive Wirkungen computer-unterstützter Instruktion

Einstellungen der Schüler gegenüber den Lehrinhalten und den Lehrmethoden sowie Lei-

stungsmotive werden, wie Lepper & Chabay (1988) in bezug auf ITS feststellen, bei der Entwicklung von tutoriellen Taktiken und Strategien noch kaum berücksichtigt. Auswirkungen von Häufigkeit, Inhalt und Stil tutorieller Interventionen werden eher für den kognitiven als für den motivationalen Bereich diskutiert. In beiden Bereichen stellen Anand & Ross (1987), Duin (1988) und Mandl et al. (1985) gleichgerichtete Effekte fest, d. h. die Designversion, die zu besseren Leistungen als die Kontrollbedingungen führt, wird von den Pbn auch positiver beurteilt.

Andere Arbeiten zeigen jedoch, daß Instruktionsergebnisse im kognitiven und affektiven Bereich durchaus voneinander abweichen können. Nach Schloss, Schloss & Cartwright (1985) bevorzugen die Pbn als Lernhilfen prägnante Wiederholungen wesentlicher Textinhalte anstelle entsprechender Fragen zum Text, während in zwei Leistungsindikatoren die Fragen den Hervorhebungen überlegen bzw. gleichwertig sind. Möglicherweise ist dieser Befund mit unterschiedlichen kognitiven Anforderungen von Hervorhebungen und Fragen und geringer Anstrengungsbereitschaft der Pbn zu erklären. Unterschiedliche Anforderungen an Informationsverarbeitungsprozesse könnten auch das Ergebnis von Gray (1987) erklären, daß die Pbn, obwohl sie bei lernergesteuertem im Vergleich zu programmgesteuertem Instruktionsablauf teils bessere, teils vergleichbare Leistungen zeigen, die Lernerkontrolle negativer bewerten. Auch eine eher mißerfolgsorientierte Leistungsmotivation könnte zu der festgestellten Bevorzugung stärkerer Strukturierung beitragen.

Die Bedeutung von Lernermerkmalen für affektive CUI-Wirkungen geht aus den schon erwähnten Experimenten von Carrier & Jonassen (1988) und von Dalton (1990) hervor. Nach Angaben von Carrier & Jonassen (1988) wird eine für feldabhängige Pbn vorgesehene Hilfestellung von feldunabhängigen Pbn als lästig empfunden. Dalton (1990) stellt fest, daß Schülerinnen die Programmkontrolle, Schüler die Lernerkontrolle der Beispieldarbietungszeit höher einstufen. Ferner äußern Schülerinnen gegenüber dem naturwissenschaftlichen Lehrinhalt bei Programmkontrolle positivere Einstellungen als bei Lernerkontrolle. Die von Dalton

(1990) aus diesem Ergebnis abgeleitete Vermutung, gut strukturierte programmgesteuerte Instruktion könne möglicherweise den Geschlechtsunterschied bezüglich des Interesses an Naturwissenschaften verringern, besitzt eine nur schwache Basis, da in dem Experiment neben der Darbietungszeit keine weitere Instruktionskomponente variiert wird. Die Präferenz der Jungen für die Lernerkontrolle resultiert möglicherweise aus der Befriedigung über die Gelegenheit zu Selbstbestimmung und beliebiger Exploration, die gegenüber schwächeren Gefühlen der Beanspruchung überwiegt. Dieselbe Erklärung könnte auch auf den Befund von Carrier & Jonassen (1988) zutreffen, daß fähige Pbn die Lernersteuerung der Beispieldarbietungszeit positiver beurteilen als die Programmsteuerung.

Für den Aufbau oder die Aufrechterhaltung intrinsischer Motivation erscheint es aufgrund vorliegender Befunde wichtig, neben Kriterien der Leistungssteigerung auch affektive Wirkungen von CUI zu beachten und Auswirkungen von Instruktionsmerkmalen in Abhängigkeit von kognitiven und motivationalen Lernerigenschaften zu erklären.

4. Effektivität computerunterstützter Instruktion

Die Frage, ob und in welcher Hinsicht CUI traditionellen Unterrichtsformen überlegen ist, interessiert vor allem in den ersten zwei Jahrzehnten seit Einführung dieses neuen Lehrmediums, wird aber auch in neueren Untersuchungen aufgegriffen. Forschungsübersichten zum Computereinsatz im Grundschulbereich (Jamison, Suppes & Wells 1974; Vinsonhaler & Bass 1972) kommen zu dem Ergebnis, daß Übungsprogramme in effizienter Weise den herkömmlichen Unterricht ergänzen und besonders für lernschwache Kinder von Nutzen sind. Während Jamison et al. (1974) für höhere Schulen und Colleges noch den vorsichtigen Schluß ziehen, daß CUI einen gleichwertigen Ersatz für den herkömmlichen Klassenzimmerunterricht darstellt, finden Kulik, Kulik & Cohen (1980) eine Überlegenheit von CUI auf College-Niveau. Die Vorteile beruhen auf einer wesentlichen Reduzierung der Instruktionszeit

neben kleinen, signifikanten Unterschieden bezüglich Lernerleistung sowie Einstellungen zu Instruktion und Lerninhalt.

In einem neueren Experiment vergleicht Duin (1988) die Wirkungen eines guten und eines schlechten Instruktionsdesigns in computergestützten und gedruckten Fassungen. Die schlechte Designversion umfaßt im Gegensatz zum guten Design viele unwesentliche Inhalte, verletzt Richtlinien zur visuellen Darbietung des Materials, liefert keine Beispiele, gibt nicht das Instruktionsziel an und verwendet eine komplizierte und möglichst formale Sprache. Bei gleicher Designqualität führen Computer- und gedruckte Fassung zu keinen unterschiedlichen Leistungen. Außer der Überlegenheit guter CUI gegenüber schlechter CUI und schlechter gedruckter Instruktion bestehen keine weiteren Unterschiede. In einem Experiment von Ross & Morrison (1988), die für Texte unterschiedlicher Redundanz keine signifikanten Unterschiede finden, erweist sich eine computergestützte gegenüber einer gedruckten Fassung bezüglich Instruktionszeit und verschiedenen Leistungsindikatoren sogar als weniger effektiv.

In den beiden zuletzt genannten Experimenten hat der methodische Vorteil identischer Computer- und Druckfassungen zur Folge, daß das spezifische CUI-Potential an Interaktivität und Präsentationsformen bei weitem nicht ausgeschöpft wird, was die Verallgemeinerbarkeit der Befunde stark einschränkt. Eine ganz andere Instruktionsstrategie verfolgen die Aufsatz-Trainingsprogramme von Bacig, Evans, Larmouth & Risdon (1990) und Gillis (1987) mit kontinuierlichen Aufforderungen zu Übungsaktivitäten.

Im Rahmen eines konventionellen CUI-Designs können Bacig et al. (1990) auf komplexe Lernerleistungen, wie begründete Folgerungen aus gegebenen Argumenten oder einen Vergleich zweier Objekte anhand selbst entwickelter Kriterien, nicht individuell eingehen, sondern bieten dem Lerner Expertenlösungen zum Vergleich mit den eigenen Ideen an. CUI-Pbn verfassen nach der Arbeit mit dem Programm bessere Aufsätze als Pbn, die an einem traditionellen Aufsatzunterricht doppelter Länge teilgenommen hatten. Kritisch einzuwenden sind die wenig überzeugende Validität der Indikatoren

der Aufsatzqualität sowie fehlende Angaben darüber, wie lange vor der Versuchsphase die verschiedenen Stichproben schon Aufsatzunterricht erfahren hatten.

Das ITS von Gillis (1987) vermittelt dem Lerner im tutoriellen Dialog den Gebrauch von Heuristiken für Ideensammlungen, z. B. die bildliche Vorstellung von Situationen oder eine Pro- und Kontra-Abwägung. Mit Hilfe des Expertenmoduls, das in einer Datenbank Wortlisten zum Aufsatzthema enthält, werden im Dialog die Lernerantworten wörtlich oder mit situationsadäquaten Paraphrasierungen wiederverwendet und in Richtung der Lehrziele erweitert. Ein Teil der Aufsatzbewertungskriterien zeigt im Vergleich mit einem Klassenzimmerunterricht bessere Posttestresultate der CUI, während eine als dritte Versuchsbedingung eingeführte Instruktion durch einen menschlichen Tutor keine bedeutsamen Unterschiede zu den beiden anderen Instruktionsformen erbringt. Auch für diese Studie sind Validitätsprobleme der Leistungsindikatoren und Schwächen der Versuchsplanung, z. B. eine offenbar weit weniger intensive Besprechung des Posttest-Themas in der Klasse als durch das ITS, festzustellen. Insgesamt läßt sich die Effektivität von CUI gegenüber traditioneller Instruktion nicht einheitlich bewerten. Vergleichsergebnisse hängen vom Design und von der Qualität der analysierten Instruktionsformen ab und weisen neuere CUI-Ansätze als teils gleichwertig, teils dem traditionellen Unterricht überlegen aus.

Literatur

- Anand, P. G. & Ross, S. M. (1987). Using computer-assisted instruction to personalize arithmetic materials for elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, 79, 72-78.
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Anderson, J. R., Boyle, C. F. & Reiser, B. J. (1985). Intelligent tutoring systems. *Science*, 228, 456-462.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1980). *Psychologie des Unterrichts* (2., völlig neu überarb. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Bacig, T. D., Evans, R. H., Larmouth, D. W. & Risdon, K. C. (1990). Beyond argumentation and comparison/contrast: Extending the Socrates CAI design principles to classroom teaching and the interpretation and production of other forms of discourse. *Computers and the Humanities*, 24, 15-41.

- Barnard, Y. & Sandberg, J. A. C. (1988). Applying artificial intelligence insights in a CAI program for «open sentence» mathematical problems in primary schools. *Instructional Science*, 17, 263-276.
- Brown, J.S. (1985). Process versus product: A perspective on tools for communal and informal electronic learning. *Journal of Educational Computing Research*, 1, 179-201.
- Bruner, J.S. (1970). *Der Prozeß der Entwicklung*. Berlin: Berlin Verlag.
- Burns, H.L. & Capps, C.G. (1988). Foundations of intelligent tutoring systems: An introduction. In Polson, M. C. & Richardson, J.J. (Eds.). *Foundations of intelligent tutoring systems*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum, 1-20.
- Carrier, C. A. & Jonassen, D. H. (1988). Adapting courseware to accommodate individual differences. In Jonassen, D. H. (Ed.). *Instructional designs for microcomputer courseware*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Assoc., 203-226.
- Collins, A. & Brown, J.S. (1988). The computer as a tool for learning through reflection. In Mandl, H. & Lesgold, A. (Eds.). *Learning issues for intelligent tutoring systems*. New York: Springer, 1-18.
- Corno, L. & Snow, R.E. (1986). Adapting teaching to individual differences among learners. In Wittrock, M. C. (Ed.). *Handbook of research on teaching* (3 rd. ed.). New York: Macmillan, 605-629.
- Dalton, D.W. (1990). The effects of cooperative learning strategies on achievement and attitudes during interactive video. *Journal of Computer-Based Instruction*, 17, 8-16.
- Derry, S. J. (1989). Strategy and expertise in solving word problems. In McCormick, C. B., Miller, G. E. & Pressley, M. (Eds.). *Cognitive strategy research. From basic research to educational applications*. New York: Springer, 269-302.
- Dillenbourg, P. (1989). Designing a self-improving tutor: PROTO-TEG. *Instructional Science*, 18, 193-216.
- Duin, A.H. (1988). Computer-assisted instructional displays: Effects on students' computing behaviors, prewriting, and attitudes. *Journal of Computer-Based Instruction*, 15, 48-56.
- Fischer, P.M. & Mandl, H. (1988). Improvement of the acquisition of knowledge by informing feedback. In Mandl, H. & Lesgold, A. (Eds.). *Learning issues for intelligent tutoring systems*. New York: Springer, 187-241.
- Gagné, E.D. (1985). *The cognitive psychology of school learning*. Boston: Little, Brown.
- Garhart, C. & Hannafin, M. (1986). The accuracy of cognitive monitoring during computer-based instruction. *Journal of Computer-Based Instruction*, 13, 88-93.
- Gay, G. (1986). Interaction of learner control and prior understanding in computer-assisted video instruction. *Journal of Educational Psychology*, 78, 225-227.
- Gillis, P.D. (1987). Using computer technology to teach and evaluate prewriting. *Computers and the Humanities*, 21, 3-19.
- Gray, S.H. (1987). The effect of sequence control on computer assisted learning. *Journal of Computer-Based Instruction*, 14, 54-56.
- Hornke, L.F. & Habon, M.W. (1984). Regelgeleitete Konstruktion und Evaluation von nicht-verbalen Denkaufgaben. *Wehrpsychologische Untersuchungen*, 19 (4), 1-153.
- Jamison, D., Suppes, P. & Wells, S. (1974). The effectiveness of alternative instructional media: A survey. *Review of Educational Research*, 44, 1-67.
- Kulik, J.A., Kulik, C.C. & Cohen, P.A. (1980). Effectiveness of computer-based college teaching: A meta-analysis of findings. *Review of Educational Research*, 50, 525-544.
- Lepper, M.R. & Chabay, R.W. (1988). Socializing the intelligent tutor: Bringing empathy to computer tutors. In Mandl, H. & Lesgold, A. (Eds.). *Learning issues for intelligent tutoring systems*. New York: Springer, 242-257.
- Levin, J.R. (1989). A transfer-appropriate-processing perspective of pictures in prose. In Mandl, H. & Levin, J.R. (Eds.). *Knowledge acquisition from text and pictures*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 83-100.
- Litchfield, B., Driscoll, M.P. & Dempsey, J.V. (1990). Presentation sequence and example difficulty: Their effects on concept and rule learning in computer-based instruction. *Journal of Computer-Based Instruction*, 17, 35-40.
- Mandl, H., Fischer, P.M., Frey, H. & Jeuck, J. (1985). Wissensvermittlung durch ein computerunterstütztes Rückmeldungssystem. In Mandl, H. & Fischer, P.M. (Hrsg.). *Lernen im Dialog mit dem Computer*. München: Urban & Schwarzenberg, 179-190.
- Mandl, H. & Lesgold, A. (Eds.) (1988). *Learning issues for intelligent tutoring systems*. New York: Springer.
- Mayer, R.E. (1987). *Educational psychology: A cognitive approach*. Boston: Little, Brown.
- Merill, M.D. (1987). The new Component Design Theory: Instructional design for courseware authoring. *Instructional Science*, 16, 19-34.
- Ohlsson, S. (1986). Some principles of intelligent tutoring. *Instructional Science*, 14, 293-326.
- Park, O. & Tennyson, R.D. (1986). Computer-based response-sensitive design strategies for selecting presentation form and sequence of examples in learning of coordinate concepts. *Journal of Educational Psychology*, 78, 153-158.
- Peachey, D.R. & McCalla, G.I. (1986). Using planning techniques in intelligent tutoring systems. *International Journal of Man-Machine Studies*, 24, 77-98.
- Riel, M.M., Levin, J.A. & Miller-Souviney, B. (1987). Learning with interactive media: Dynamic support for students and teachers. In Lawler, R.W. & Yazdani, M. (Eds.). *Artificial intelligence and education, Volume One. Learning environments and tutoring systems*. Norwood, N.J.: Ablex Publishing, 117-134.
- Ross, S.M. & Morrison, G.R. (1988). Adapting instruction to learner performance and background variables. In Jonassen, D.H. (Ed.). *Instructional designs for microcomputer courseware*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum, 227-246.
- Salisbury, D.F. (1990). Cognitive psychology and its implications for designing drill and practice programs for computers. *Journal of Computer-Based Instruction*, 17, 23-30.
- Schloss, C.N., Schloss, P.J. & Cartwright, G.P. (1985). Placement of questions and highlights as a variable influencing the effectiveness of CAI. *Journal of Computer-Based Instruction*, 12, 97-100.
- Schumacher, G. & Leutner, D. (1990). Lernerkontrolle und programmgesteuerte Adaptation der Antwortzeitbegrenzung beim computerunterstützten Lehren. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 4, 187-198.
- Sfondilias, J.S. & Siegel, M.A. (1990). Combining discovery and direct instruction strategies in computer-based teaching of mathematical problem solving. *Journal of Computer-Based Instruction*, 17, 130-134.

- Siegel, M. A. & Misselt, A. L. (1984). Adaptive feedback and review paradigm for computer-based drills. *Journal of Educational Psychology*, 76, 310-317.
- Sleeman, D. & Brown, J. S. (Eds.) (1982). *Intelligent Tutoring Systems*. London: Academic Press.
- Spada, H. & Opwis, K. (1985). Intelligente tutorielle Systeme aus psychologischer Sicht. In Mandl, H. & Fischer, P. M. (Hrsg.). *Lernen im Dialog mit dem Computer*. München: Urban & Schwarzenberg, 13-23.
- Steinberg, E. R. (1989). Cognition and learner control: A literature review, 1977-1988. *Journal of Computer-Based Instruction*, 16, 117-121.
- Stevens, A., Collins, A. & Goldin, S. (1982). Misconceptions in students' understanding. In Sleeman, D. & Brown, J. S. (Eds.). *Intelligent tutoring systems*. London: Academic Press, 13-24.
- Stokes, M. T., Halcomb, C. G. & Slovacek, C. P. (1988). Delaying user responses to computer-mediated test items enhances test performance. *Journal of Computer-Based Instruction*, 15, 99-103.
- Symons, S., Snyder, B. L., Cariglia-Bull, T. & Pressley, M. (1989). Why be optimistic about cognitive strategy instruction? In McCormick, C. B., Miller, G. E. & Pressley, M. (Eds.). *Cognitive strategy research. From basic research to educational applications*. New York: Springer, 3-32.
- Tennyson, R. D. & Christensen, D. L. (1988). MAIS: An intelligent learning system. In Jonassen, D. H. (Ed.). *Instructional designs for microcomputer courseware*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Assoc., 247-274.
- Tennyson, R. D., Christensen, D. L. & Park, S. I. (1984). The Minnesota adaptive instructional system: An intelligent CBI system. *Journal of Computer-Based Instruction*, 11, 2-13.
- Tennyson, R. D., Park, O. & Christensen, D. L. (1985). Adaptive control of learning time and content sequence in concept-learning using computer-based instruction. *Journal of Educational Psychology*, 77, 481-491.
- Tennyson, R. D. & Park, S. I. (1984). Process learning time as an adaptive design variable in concept learning using computer-based instruction. *Journal of Educational Psychology*, 76, 452-465.
- Vinsonhaler, J. & Bass, R. (1972). A summary of ten major studies of CAI drill and practice. *Educational Technology*, 12, 29-32.
- Wager, W. & Gagné, R. M. (1988). Designing computer-aided instruction. In Jonassen, D. H. (Ed.). *Instructional designs for microcomputer courseware*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Assoc., 35-60.

Dr. Markus Vilsmeier, Institut für Psychologie, Universität Regensburg, Universitätsstraße 31, D-8400 Regensburg, Telefon (0941) 943-3598

Selbstvertrauen und schulische Leistungen

VON PD DR. ANDREAS HELMKE
mit einem Vorwort von Prof. Dr. F. E. WEINERT
326 Seiten, DM 68,- · ISBN 3-8017-0608-7

Ziel dieses Buches ist die Beantwortung der Frage, welche Bedeutung dem leistungsbezogenen Selbstvertrauen im Kontext der Schule zukommt. Die empirische Basis stellt die „Münchner Studie“ dar, die unter der Leitung von F. E. Weinert und dem Verfasser am Max-Planck-Institut für psychologische Forschung durchgeführt wurde, eine umfangreiche Längsschnittuntersuchung der kognitiven und motivationalen Entwicklung von Schülern. Im einzelnen werden folgende Fragen beantwortet: Welchen Prognosewert haben affektive Variablen für die Schulleistung, verglichen mit kognitiven Eingangsbedingungen? Aufgrund welcher Vermittlungsmechanismen beeinflusst das Selbstvertrauen die Schulleistungen? Beeinflussen sich Selbstvertrauen und Schulleistung wechselseitig? „Sadder but wiser?“ – Erscheinungsformen und Folgen unrealistischer Selbsteinschätzungen im schulischen Kontext.

Hogrefe · Verlag für Psychologie

