

Zeitschrift:	Bildungsforschung und Bildungspraxis : schweizerische Zeitschrift für Erziehungswissenschaft = Éducation et recherche : revue suisse des sciences de l'éducation = Educazione e ricerca : rivista svizzera di scienze dell'educazione
Herausgeber:	Schweizerische Gesellschaft für Bildungsforschung
Band:	11 (1989)
Heft:	2
Artikel:	Auswirkungen der Computerbenutzung im Bildungswesen
Autor:	Frey, Karl
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-786377

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Auswirkungen der Computerbenutzung im Bildungswesen

Ein Überblick über den heutigen Stand des empirischen Wissens

Karl Frey

Wir verfügen heute über gut 400 empirische Untersuchungen zur Auswirkung der Computernutzung; eine doppelte Zahl an Fallstudien und Praxisberichten hinzu kommt. Es ist also an der Zeit und möglich, eine erste systematische Bestandesaufnahme durchzuführen. Unsere Recherchen erfassen Studien bis Mitte 1988. Sie konzentrieren sich auf die folgenden Themen:

- a) Auswirkungen von Computern nach Schulstufen und Hochschule;
- b) besonders geeignete Programmtypen;
- c) Unterschiede nach Fächern;
- d) Einstellungsänderungen bei den Schülern;
- e) soziale Auswirkungen;
- f) Auswirkungen auf schwache Schüler;
- g) Methodische Anforderungen an künftige Forschung.

1. Ausgangslage

Die Einführung der Computer wurde von einer umfangreichen öffentlichen Rhetorik begleitet. Die einen versprachen sich ein neues Bildungswesen für die Informationsgesellschaft. Die anderen befürchteten den Zerfall der klassischen Kultur und der zwischenmenschlichen Beziehung.

Trotz dieser öffentlichen Rhetorik haben wir inzwischen mehrere Jahre pädagogischer Praxis hinter uns. Nach meiner Schätzung stehen weltweit 1.5 bis 2 Millionen Computer in obligatorischen, beruflichen und höheren Schulen. Sie sind Lernvehikel in den herkömmlichen Fächern. Sie sind Lerngegenstand in der neuen Disziplin Informatik. Die grossen deutschsprachigen Softwarekataloge enthalten einige hundert, die amerikanischen einige tausend Lehr- und Lernprogramme. Auch die Forschung über Computerbenutzung kann einen respektablen Wissensstand vorweisen. Wir verfügen heute über gut 400 empirische Untersuchungen zur Auswirkung der Computernutzung, eine doppelte Zahl an Fallstudien und Praxisberichten nicht mitgerechnet. Die 400

Untersuchungen verteilen sich auf zwei grosse Gruppen: etwa 300 auf Computersysteme als Lernhilfen in Geographie, Mathematik und anderen Fächern und 100 auf den Computer als Fach, also auf Informatik, und hier besonders auf das Programmieren.

Es ist also an der Zeit und möglich, eine erste systematische Bestandesaufnahme durchzuführen. Das Ergebnis möchten wir hier vorstellen.

Damit ersetzen wir nicht die öffentliche Rhetorik, zumal sich daran auch Informatik- und Pädagogikprofessoren beteiligen. Öffentliche Rhetorik begleitet alle grösseren Erneuerungen in informationoffenen Gesellschaften. Zudem fördert sie die gesellschaftliche Psychohygiene angesichts von Ungewissheit. Es wird ausgesprochen, was bei vielen als Unbehagen mitschwingt. Unser Beitrag möchte nicht in diese öffentliche Rhetorik eingreifen, sondern nur in einigen Fällen festzustellen versuchen, ob Versprechungen gerechtfertigt und Befürchtungen begründet sind.

2. *Wissensbasis*

Unsere Recherchen erfassen Studien bis Mitte 1988.

1. Zu diesem Zeitpunkt haben wir die Forschungscoordinatoren der internationalen Computerstudie angeschrieben. Sie stammen aus 18 Ländern und führen die erste international vergleichende Erhebung über die Computernutzung im Bildungswesen durch. Diese Forschungscoordinatoren haben uns die neuesten Untersuchungen aus ihren Ländern geschickt. Beteiligt sind Belgien, Bundesrepublik Deutschland, Frankreich, Griechenland, Hongkong, Irland, Israel, Italien, Japan, Kanada, Luxemburg, Neuseeland, Niederlande, Ungarn, Polen, Portugal, Schweiz, USA.

2. Zusammen mit Professor Läuchli vom ETH-Institut für Informatik habe ich die Forschungscoordination für die Schweiz übernommen. Ein Arbeitskreis aus mehreren Kantonen unterstützt unsere Tätigkeit.

Dann haben wir die letzten Jahrgänge der einschlägigen internationalen Zeitschriften und die neueren Kongressberichte ausgewertet.

3. In der Pädagogik gibt es zwei Arbeitsgruppen, die weltweit empirische Untersuchungen sammeln, nach Fragestellung sortieren und quantitativ zusammenfassen. Diese Metaanalysen sind die wichtigste Grundlage unserer Übersicht. Unsere Bestandesaufnahme berücksichtigt diese Metaanalysen.

4. Mit 8 Untersuchungen hatte ich am Kieler IPN-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften selber zu tun. Dort haben Mitarbeiter z.B. das Lernen mit verschiedenen Computersprachen oder die Auswirkung der Computerbenutzung auf das Leseverhalten untersucht.

Die Schwellen- und Entwicklungsländer sind in unserer Übersicht praktisch nicht vertreten. Es gibt kaum Untersuchungen, obwohl sich viele von ihnen um Computer in der Bildung bemühen. Hauptlieferant der Untersuchungen sind die angelsächsischen Länder mit Australien, USA, Kanada und Grossbritannien. Unsere Feststellungen gelten für westliche Industrieländer. Darüber hinaus kann man sie nicht verallgemeinern.

3. Methodisches Vorgehen

Wenn so viele Studien vorliegen wie in unserem Falle, gibt es zwei verschiedene Verfahren.

1. Man nimmt die Daten von allen Untersuchungen und verrechnet sie mit einem statistischen Verfahren, das allen Untersuchungen gerecht wird. So erhält man einen mittleren Wert, der die Wirksamkeit oder Wirkungslosigkeit einer pädagogischen Massnahme angibt. Das Verfahren heisst Metaanalyse und kann mit verschiedenen Formeln durchgeführt werden (Glass, MacGaw, Smith 1981). In den letzten Jahren hat sich ein Mass für die Effektstärke durchgesetzt, das folgendermassen berechnet wird: Differenz zwischen Experimentalgruppe und Kontrollgruppe, dividiert durch die Standardabweichung der Kontrollgruppe. Effektstärken von 0.2 oder 0.3 darf man bereits zur Kenntnis nehmen, solche ab 0.4 oder 0.5 sind beachtlich und können eine Verdopplung der Wirkung in der Experimental- gegenüber der Kontrollgruppe bedeuten. Die besten Werte im pädagogischen Bereich bewegen sich um 1. Rund 10% aller so erfassten pädagogischen Interventionen haben negative Effekte (Fraser et al. 1987). Das heisst: wenn man nichts oder das Bisherige tut, erreicht man mehr.

Metaanalysen erlauben allgemeine, gut abgesicherte Aussagen. Dafür sind sie unspezifisch. Über lokale Bedingungen pädagogischer Massnahmen geben sie keine Auskunft. Sie sagen nicht, was man in Manhatten-Süd an der Schule in der 110. Strasse machen muss, jedoch, ob bei Simulationen überhaupt Wirkungen einer bestimmten Grössenordnung erwartet werden dürfen.

2. Anders ist es beim zweiten Verfahren. Man wählt in Hinsicht auf eine Fragestellung einzelne, sorgfältig durchgeführte Untersuchungen aus. Wer wissen will, ob die Computerbenutzung das Freizeitverhalten beeinflusst, wird zum Beispiel die zwei Studien von Spanhel (1987) und Sinhart/Lehmann (1987) konsultieren. Diese zwei Arbeiten liefern detaillierte Erkenntnisse, auch über die Wechselwirkung von Variablen. Die überzeugendsten Ergebnisse werden zusammengestellt. Das Verfahren heisst «best-evidence synthesis» (Slavin 1986).

Mit diesem Verfahren geht man also exemplarisch in die Tiefe, hat aber nur ein oder zwei Untersuchungen, die das gleiche Resultat erbracht haben, und nicht ein mittleres Mass von 20 oder auch 100 Untersuchungen wie in den Metaanalysen.

Natürlich haben sich bereits Wissenschafterfanclubs gebildet: die «Metaanalytiker» und die «Best-Evidenceler». Für diese Studie habe ich mir die Mütze der ersteren angezogen – nicht aus reiner Sympathie, sondern wegen höherer Rationalität. Soft- und Hardware sind einer grossen Variation und raschen Entwicklung unterworfen. Unsere Aussagen werden härter, wenn wir uns auf die Metaanalysen von vielen Untersuchungen stützen, als wenn wir nur einzelne Untersuchungen synoptisch betrachten. Allerdings verlieren wir viele Einzelheiten.

4. Auswirkungen nach Schulstufen und Hochschule

Verbreitung, Verweildauer am Computer

Die Verbreitung der Datenverarbeitungsgeräte ändert sich von Tag zu Tag. Eine internationale Registrierstelle gibt es nicht. 80–90% aller Schulen ab der Sekundarstufe haben Geräte angeschafft. Die Primarschulen variieren international sehr stark. Die Verweildauer eines Schülers vor dem Gerät bewegt sich im Mittel über das Jahr betrachtet nicht in der Größenordnung von Tagen, sondern von Stunden. Ein typisches Programm in Lesenlernen oder Sekundarschulmathematik belegt pro Woche vielleicht 3 mal 20 Minuten. In der Regel hat der Schüler nicht parallel in mehreren Fächern derartige computerunterstützte Angebote. Somit haben wir es pro Woche mit einer halben bis zwei Stunden zu tun. Das Mittel der Computerbenutzung durch Kinder und Jugendliche in obligatorischen Schulen erreicht im internationalen Mittel noch keine Stunde pro Woche. Auch Japan und USA heben sich hier nicht ab. Vorreiter sind eher Frankreich, Grossbritannien und Norwegen. Doch wie gesagt, zu diesem rein quantitativen Verbreitungsaspekt gibt es noch keine internationale Statistik. Die erste wird ein Nebenprodukt der genannten IEA-Computerstudie sein. Im übrigen wäre sie alle paar Monate zu revidieren.

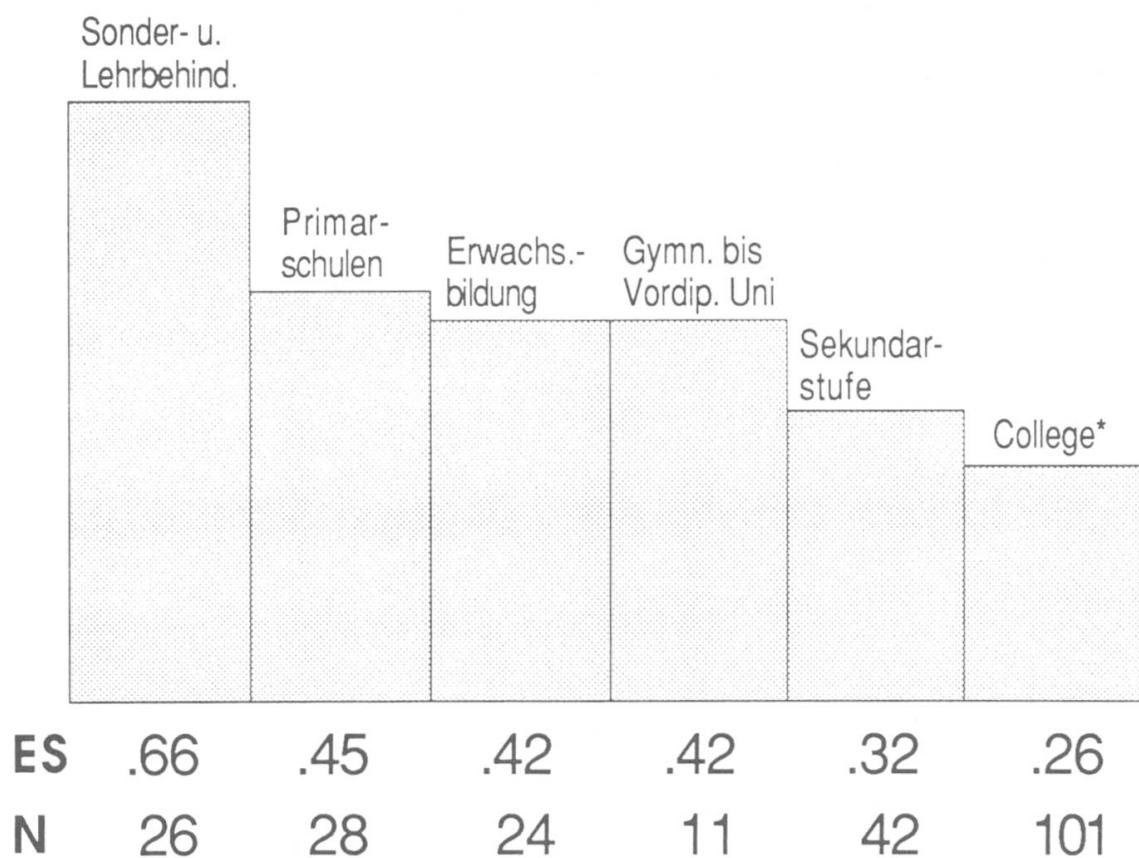
Besuchen die Jugendlichen das Fach Informatik oder einen Programmierkurs, verändert sich das Bild. Doch auch hier sind nur 20–30% der Jugendlichen zwei und mehr Stunden ausserhalb des Unterrichts am Gerät (Lehmann 1988; Madinach, Linn 1987; Becker 1988).

Für den Enthusiasten sind diese Zahlen ernüchternd. 1–2 Stunden erzeugen keine umfassende informationstechnische Qualifikation. Für ihn ist der Weg zum Computerzeitalter in der Bildung noch weit. Der Kulturpessimist wird sich freuen und beruhigt zurücklehnen, denn 1–2 Wochenstunden prägen noch keinen neuen Habitus. Ich persönlich bin froh, dass wir noch nicht mehr Stunden haben. Wenn wir die Schulen schon voller Computer hätten, bestünde die Gefahr, dass diese Kleingeräte aus den Anfängen der PCs Innovationen bis ins Jahr 2000 verstellen würden. Die Schule ist kein Unternehmen, das nach Kosten-Nutzen-Überlegungen investiert und einige zehntausend veralteter Computer ausrangiert. Was angeschafft ist, wird in der Regel gebraucht, bis es nicht mehr geht. In diesem Punkt übertrifft die Schule das Militär bei weitem.

Wirksamkeit

Hier gibt es für viele eine Überraschung (vgl. Abb. 1): Computergestützte Programme bringen in Schulen für Lernbehinderte und in Sonderschulen den grössten Nutzen. Die Effektstärke übertrifft jene der Sekundarstufe um das Doppelte. Dann folgen die Primarschulen.

Abb. 1: Wirksamkeit nach Schularten (Tabelle aus Walberg 1988)



N Anzahl Untersuchungen ; ES Effektstärke.

* Das College umfasst die zwei letzten Jahre des Gymnasiums und die zwei ersten Jahre der Universität.

Offensichtlich adaptieren sich computergestützte Programme besonders gut an die speziellen Bedürfnisse von jüngeren Kindern und Jugendlichen mit Lernschwierigkeiten. Sie berücksichtigen das Lerntempo und differenzieren zwischen den Individuen, was eine Lehrerin oder ein Lehrer mit 20 bis 30 Schülern in diesem Ausmaße nicht leisten kann.

Die Konsequenz aus diesen Daten ist nicht der vorbehaltlose Einsatz von Programmen im Sonder- und Behindertenbereich. Aus meiner Sicht würde es sich jedoch lohnen, dafür einen Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt zu schaffen. Wir stehen erst am Anfang einer grossen Entwicklung zur Förderung individueller Fähigkeiten.

In der Primarschule ist die Sachlage im wörtlichen Sinne ambivalent. Wer auf möglichst gute Schreib-, Lese- und Rechenleistungen Wert legt, und dies auch noch für Randgruppen, die bislang benachteiligt waren, sollte hier aktiv

werden. Wer dagegen auf eine ruhige Schule ohne die üblichen Primarschulnoten und die nachfolgende Momentanselektion setzt, kann während der nächsten Jahre die Computer links liegen lassen. Allerdings sollte man die Arbeiten in Frankreich, Schottland und den USA im Auge behalten. Dort könnten sich pädagogisch interessante Entwicklungen auftun.

5. Besonders geeignete Programmtypen

Wir unterscheiden hier vier verschiedene Nutzungsarten.

1. Übungsprogramme: Der Schüler oder Student sitzt am Gerät. Er repetiert Vokabeln oder löst Mathematikaufgaben. Wie beim programmierten Unterricht erhält er sofort Feedback, oft eine Zusatzaufgabe oder Wiederholungsanleitungen. Wir schätzen, dass 80% aller Teach- und Software zu dieser Kategorie gehört (Lauterbrach, Frey 1987). Die angelsächsischen Kollegen nennen diesen Typ «Drill-and-practice»-Programme.

2. Tutorielle Programme: Der Tutor ist ein kleiner Lehrer. Er bemerkt die Denkfehler des Schülers. Er zerlegt ihm die Aufgabe, die zu kompliziert ist. Er stellt eine Differentialdiagnose und bemerkt, welche Zusätze der Schüler zu seinem Lernerfolg noch braucht. Diesen Zusatz bietet er ihm an und schickt ihn auf eine Schleife.

Hinter dem Tutor steht ein kleines Expertensystem und oft eine wissenspsychologische Theorie (Mandl, Spada 1988).

Im Gegensatz zum Übungsprogramm ist die Definition eines tutoriellen Programmes schwierig. Der Marketingfleiss verführt manchen Autor, sein Programm zu vergolden. Es ist wie bei der Künstlichen Intelligenz: Manche Autoren titulieren bereits ihr Übungsprogramm mit einigen Schleifen als tutorielles Programm und sprechen von KI. Bei scharfen Maßstäben gibt es einige Dutzend, bei weniger scharfen einige hundert tutorielle Programme.

3. Simulationsprogramme: Hier visualisiert der Pädagoge auf dem Bildschirm einen Zusammenhang, einen Ablauf oder irgendeinen anderen Lernstoff. Eine solche Simulation zeigt zum Beispiel die Wanderung der Elektronen in einem einfachen elektrischen Stromkreis. Der Schüler drückt auf eine Taste und errichtet damit einen Widerstand. Und sofort sieht er die Veränderung des Elektronenflusses.

Viele Fachsendungen am Fernsehen über Medizin, Wirtschaft und Recht arbeiten mit solchen Simulationen. Der Unterschied zur Simulation am Lehrcomputer besteht nur darin, dass Sie als Fernsehzuschauer nicht selber eingreifen können, um die stehenden und fliessenden Bilder allmählich besser zu verstehen.

In der Schulpraxis waren die Computersimulationen der zweithäufigste Programmtyp. Zur Zeit wird er von Textverarbeitungsprogrammen abgelöst. Unter Lehrern und auf dem Markt kursieren einige tausend derartige Simulationen.

Übungsprogramm, tutorielles Programm und Simulationsprogramm werden auch unter der Sammelbezeichnung «Computerunterstütztes Programm» zusammengefasst (z.B. Willett et al. 1983, 407). Von diesen Programmen unterscheidet sich das computerorganisierte Programm.

4. Computerorganisiertes Programm / Computer managed instruction : Hier fungiert der Computer als Verwalter und Organisator von vielen kleinen Programmen. Sie können allen drei genannten Programmtypen angehören. Die Schüler bearbeiten am Computer ein Programm von 20 oder 30 Minuten. Dann verlangen sie von ihm einen Test. Der Computer korrigiert den Test und gibt den Schülern je nach Ergebnis Anweisungen für das nächste Programm, das sie studieren sollen (Niemic & Walberg 1985, 439). Der Computer ist also eine Programmbibliothek mit verschiedenen Lehr- und Lernprogrammen und organisiert auch noch den Gang durch die Bibliothek entsprechend den Lernzielen oder Wünschen des Schülers. Solche Organisatoren sind noch selten. Für die Primarschule sind sie an einer Hand abzuzählen.

Welcher Programmtyp ist nun pädagogisch am wirksamsten?

Primarschule

Das Übungsprogramm führt Primarschüler zu guten Erfolgen. Dagegen fallen die bisherigen computerorganisierten Programme ab (Niemic & Walberg 1985; auf der Basis von 48 Untersuchungen). Bei den Tutoren scheint die Qualität des individuellen Programmes ausschlaggebend zu sein. Dies entnehmen wir Kulik und Mitarbeitern, die 24 Übungsprogramme sowie je 4 Tutoren und 4 Organisatoren verglichen und im Gegensatz zu Niemic und Walberg für die Tutoren gegenüber den Übungsprogrammen leicht höhere Werte erhalten haben (1985a).

Die Ergebnisse streuen stark. Offensichtlich bewegt man sich auf Neuland. Im übrigen sind bei den tutoriellen Systemen in den nächsten Jahren keine flächendeckenden Innovationen zu erwarten. Der Aufwand ist zu gross. Es mag sein, dass die neuen Programmier- und Autorensprachen die Entwicklungskosten senken. Aber dann braucht es immer noch leistungsstarke Geräte, die die normale Primarschule nicht vermag. Wenn die Speicherkosten nach den Prognosen sinken, könnten sich die Verhältnisse ab Mitte der neunziger Jahre ändern.

Sekundarschule

Vom 7. bis 12. Schuljahr erweisen sich computerorganisiertes und computerunterstütztes Lernen für die Schulleistung zunächst etwa als gleichwertig (Bangert-Drawns et al. 1985). Mit zunehmendem Alter überholt computerorganisiertes Lernen die übrigen Programmtypen (Kulik et al. 1985b, 382f; Rivers & Vockell 1987). Der Trend setzt sich in der Hochschule fort.

Hochschule

Hier dominiert computerunterstütztes Lernen mit einer starken Komponente des computerorganisierten Lernens. Die College- und Universitätsstudenten

lernen offensichtlich dann am meisten, wenn sie auch die eingestreuten Lernkontrollen, die Abfolge der Einheiten und das Arbeitstempo selber bestimmen können. Zu diesem Resultat gelangen Kulik und Mitarbeiter (1985b).

Negativer Befund

Alle Metaanalysen für Sekundar- und Hochschulen stimmen in einem Resultat überein : Computernutzung zur Anreicherung sonstiger Unterrichtsmethoden ist nicht fruchtbar. Auf «Computer enriched instruction» sollte man verzichten. Das heisst : Lieber herkömmlicher lehrerzentrierter Unterricht, Kleingruppen in Labors oder nur aus Büchern lernen, als dazwischen kleine Computerversatzstücke einfügen (Gourgey 1987; Kulik et al. 1985b) – es sei denn, man möchte den Unterricht einfach abwechslungsreicher gestalten, um ihn bei den Schülern beliebter zu machen, was ich für Chemie und Physik unterstützen würde.

6. Unterschiede nach Fächern

Man kann heute für jedes Fach computerunterstützte Lehr- und Lernprogramme kaufen. Sie beginnen bei Simulationen des freien Falles und enden bei der Textanalyse von Günter Grass' «Blechtrommel».

Die folgenden Daten spiegeln das, was bisher an Programmen entwickelt und eingesetzt worden ist. Die Themenwahl folgte primär der didaktischen Präferenz der jeweiligen Programmautoren. In aller Regel fehlte eine tiefergehende didaktische Reflexion. Wir können also nicht sagen, wie das optimale Zusammenspiel zwischen Fächern und Computer aussehen würde. Das gehört zur Forschungsaufgabe der nächsten Jahre. Die nachstehenden Aussagen muss man also mit einem Eingangssatz lesen : Betrachtet man die Programme, die bisher entwickelt und benutzt worden sind, verteilt sich die Wirksamkeit wie folgt.

Primarstufe

Niemic und Walberg (1985, 4) haben den Primarschulbereich auf der Basis von 48 Untersuchungen gesichtet und kamen zu folgenden Resultaten (Tab. 1). Dabei sind ES die Effektstärke, N die Anzahl der Untersuchungen und SD die Standardabweichung.

Fachgebiet	ES	N	SD
Ohne Angabe	.78	11	.44
Vokabeln/Wortschatzübungen	.40	16	.44
Textverstehen	.11	14	.41
Ausdrucksfähigkeit	.48	7	.61
Rechtschreibung	.38	6	.31
Mathematik: Aufgaben lösen	.61	35	.37
Mathematik: Mathemat. Denken	.37	23	.56
Sozialkunde	.38	1	-
Lesen, nicht differenziert	.24	9	.38
Mathematik, nicht differenziert	.28	28	.17
Naturwissenschaften	.28	2	.32
Verschiedenes	.28	9	.32

Tab. 1: Metaanalysen im Primarschulbereich (nach Niemic und Walberg, 1985, 4)

Kulik und Mitarbeiter haben in ihrer Auswertung der Primarschule kein wesentlich anderes Ergebnis gefunden. Die Mathematikprogramme waren den anderen leicht, aber nicht signifikant überlegen (Kulik et al. 1985b).

Sekundarstufe

Für die Sekundarstufe und die Universität gibt es noch keine komplette Übersicht. Zwei Ergebnisse stehen aber fest.

1. Eindeutig ist die schlechte Ausbeute in den Naturwissenschaften. Die vielen Simulationen ziehen den Wert herunter. Die Schüler erfreuen sich zwar an den neuen Farbtupfern im naturwissenschaftlichen Unterricht, aber sie lernen und behalten nicht mehr als im Normalunterricht (Dekkers, Donatti 1981). Da Physik und Chemie viel Desinteresse und Aversion hervorrufen, sollte man vermutlich doch nicht auf diese Simulationsprogramme verzichten: Sie verbessern die Einstellung zum Fach.

2. Wer Computerprogramme in Geschichte, Religion oder in Latein mitbrachte, erlebte bei den Schülern eine grosse Überraschung. Entsprechend sind die Daten. Die Korrelationen zwischen Schulleistungen und Computerprogrammen sind in diesen höher als in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern.

Für diesen Unterschied mag es noch eine andere Erklärung geben. Wer es wagt, in Geschichte, Kunst oder Religion mit einem Computer zu erscheinen, muss sein Curriculum sorgfältig konzipieren und sich professioneller Softwareentwicklung bedienen. Dagegen haben sich inzwischen notgedrungen Tausende von Mathematik- und Naturwissenschaftslehrern BASIC beigebracht und schreiben ihre Programme selber.

Strukturproblem

Das Bildungsinstitut von Nordrhein-Westfalen hat 1200 Programme gesammelt und durch eine unabhängige Arbeitsgruppe im IPN in Kiel evaluieren lassen. Dabei konnten nur 200 einer genaueren Evaluation unterzogen werden, weil schon die Minimalanforderungen nicht gegeben waren (Lauterbach et al. 1986). Hier liegt ein gravierendes Strukturproblem des Bildungswesens. Viele Lehrer möchten und müssen etwas tun. Die privaten Verlage und Softwarehäuser wagen nicht, in die Entwicklung zu investieren, weil den Schulen die Beschaffungsmittel fehlen, die Programme zu einem marktkonformen Preis zu kaufen. Also kopieren sich die Lehrer Programme oder schreiben sie selber. Die Schulträger stellen nicht genügend Mittel und Zeit für die nötige Autorenschulung zur Verfügung. Dadurch entsteht vorläufig noch ein Gefälle zwischen dem Gesamt der mathematisch-naturwissenschaftlichen und den übrigen Programmen.

In einigen Jahren werden wir mehr wissen.

Nötige Ergänzung unserer Feststellungen

Unsere bisherigen Aussagen gelten für ganze Schulstufen, Schultypen oder Fächer. Dazu kommt die spezielle Ebene der einzelnen Themen; z.B. der Euklidischen Geometrie, Plattentektonik oder Fremdsprachengrammatik. Der Erkenntnisstand schwankt hier sehr stark. Schon 1981 verfügten wir über 93 Untersuchungen von Simulationsprogrammen in den Naturwissenschaften (Dekkers & Donatti 1981) und über 40 Studien zur Schulmathematik (Burns & Bozeman 1981). In diesen Studien finden sich die Erkenntnisse über die Eignung von Programmtypen und von einzelnen Programmen für bestimmte Lernziele. Wer heute irgendein Programm in Angriff nimmt, tut gut daran, zuerst über Eric und andere Datenbanken zu klären, ob dafür bereits Programme und Evaluationen vorhanden sind. Der Gesamtbestand umfasst mehrere tausend Programme.

7. Programmier- und Informatikkurse

Einen Sachverhalt analysieren, im analysierten Zustand darstellen und in ein lauffähiges Programm umsetzen ist ein Hauptziel der Schulinformatik. Dieser Vorgang ist komplex und Untersuchungsobjekt für einen Informatikdidaktiker, der ich nicht bin. Ich beschränke mich auf wenige Aspekte, die in öffentlichen Diskussionen auftauchen. Als Fragen: Braucht es zum Programmieren eine

besondere Begabung? Fördern Programmierkurse problemlösendes, planerisches Denken (und sind somit im Sinne der formalen Bildungstheorie allgemeinbildend)? Reicht es, die Programmiersprache zu beherrschen?

Die Antwort können wir auf mehrere Untersuchungen abstützen, allerdings noch auf keine Metaanalysen. Die vorhandenen Untersuchungen gruppieren sich vorwiegend um die populäre Sprache BASIC, um LOGO, die mit viel pädagogischem und publizistischem Elan verbreitet worden ist, und neuerdings verstärkt um PASCAL.

Doch zunächst sollten wir etwas über die Neue und die Alte Welt sagen.

Nordamerika und Europa

Die Kurse über Informatik/Computer in Nordamerika unterscheiden sich von jenen in Europa – nicht in der Sekundarstufe II, aber in der obligatorischen Schule. In den USA und Kanada ist Informatik- oder Computerunterricht praktisch synonym mit Programmierenlernen. In Europa heissen die curricularen Aushängeschilder dagegen «Alltagsinformatik», «Bürgerinformatik», «Informationstechnische Grundbildung». Und so sieht der Schulunterricht auch aus. In der Neuen Welt lernen die Schüler zuvorderst eine Computersprache, in Europa die Anwendung von fertigen Programmen, z.B. zur Textverarbeitung oder zur Tabellenkalkulation, dazu noch etwas über den Aufbau eines Computers und einiges über den Kontext, so z.B. über die Verwendung in Wirtschaft und Verwaltung, bis hin zur Telekommunikation und zum Datenschutz.

Vielleicht ist mit diesem Curriculum die alte Welt die neuere. Ein Indiz dafür wäre die Prognose für die Bundesrepublik Deutschland. Dort erwartet man in den nächsten Jahren 350 000 neue Arbeitsplätze aufgrund von Datenverarbeitungsgeräten. Auf diesen Arbeitsplätzen werden nur 7% der Beschäftigten programmieren.

Begabung und Leistung in Programmierkursen

Die Fähigkeit zum Programmieren unterscheidet sich bei den beiden Geschlechtern nicht. Anderson und Mitarbeiter (1987) testeten 6000 Jugendliche, Linn und Dalbey (1985) 500. In Andersons Untersuchung entwickelten die Mädchen bessere Fertigkeiten, vorgegebene Probleme zu analysieren, die männlichen Schüler dagegen, die Programme zu schreiben. Diese Beobachtung passt zum Faktum, dass bei gleichen Fähigkeiten und Fertigkeiten Jungen öfter eigene Programme schreiben als Mädchen (z.B. Kanders, Zimmermann 1985).

Die wohl umfassendste Studie über Einflussfaktoren auf das Programmierenlernen bei Jugendlichen stammt von Mandinach und Linn (1987). Ihre Population umfasste 2400 Schüler aus einem Programmierkurs in BASIC. Die Lehrer von 3 verschiedenen Schulen nannten ihnen aufgrund eines Tests und der allgemeinen Kursleistungen die 98 besten jugendlichen Programmierer. Aus dieser Gruppe ermittelte ein Test wiederum die 24 besten. Darunter

befanden sich 15 Mädchen und 9 Jungen. Diese 24 Jugendlichen bearbeiteten darauf eine Programmieraufgabe, die sich über 3 Wochen erstreckte.

Mandinach und Linn verglichen die 98 guten Programmierer, die 24 sehr guten Programmierer und eine Kontrollgruppe von 500 Schülern nach den Ergebnissen in mehreren Intelligenztests und Tests zur Erfassung von Programmierfähigkeiten.

Das Fazit: Um ein herausragender jugendlicher Programmierer zu werden, muss man keine besonders hohe Intelligenz und kein spezielles Talent besitzen. Mädchen und Jungen unterscheiden sich nicht. Allerdings muss man fleissig sein. Alle 98 taten mehr als das Nötigste. Ein Viertel von ihnen spielt und arbeitet 10 Stunden wöchentlich am PC. Guter Unterricht und persönlicher Fleiss beim Ausprobieren und Üben zu Hause sind wichtiger als alle anderen Faktoren (Mandinach, Linn 1987, 69).

Unterrichtsgestaltung

Mehrere Faktoren scheinen den Erfolg zu beeinflussen. Es muss für je 2–3 Schüler ein Gerät vorhanden sein. Zudem sollten die Geräte in einem separaten Raum zugänglich sein und nicht in einem Mehrzweckraum stehen (z.B. Becker 1984). Der Unterricht darf sich nicht auf die Programmiersprache beschränken. Nötig sind ergänzende Übungen zum Analysieren und qualitativen Beschreiben von Sachverhalten und Problemen, die potentiell in ein Programm umgesetzt werden. Die Übungen erhöhen die Programmierleistungen, selbst wenn diese Zeit vom Erlernen der Programmiersprache abgezogen wird (Schulz-Zander 1987; Dalbey, Linn 1986; Linn et al. 1987). Geräte mit Zweier- und Dreiergruppen sind effektiver als Einzelplätze. Sind mehr als 4 Schüler an einem Gerät, kippt der Gruppenvorteil ins Negative. Im optimierten Unterricht müssen sich Lehrer oder Tutoren um die einzelnen Gruppen kümmern können, wenn Probleme entstehen (Cox, Berger 1985; Guntermann, Tovar 1987; letztere konnten den Vorteil von Zweiergruppen gegenüber Einzelarbeitsplätzen nicht bestätigen).

Geeignete Tutoren sind offensichtlich professionell ausgebildete Lehrer oder aber Gleichaltrige, die im Computerumgang einige Wochen Lernvorsprung haben. Nach den Erfahrungen am Stanford Institute for Microcomputers sind Informatikstudenten leider keine guten Tutoren für Anfänger. Der Sinn für die Miniprobleme von Laien scheint ihnen abhanden gekommen zu sein.

Förderung der Planungs- und Problemlösefähigkeit?

Verbessern Informatik- und Programmierkurse die allgemeine Denk- und Planungsfähigkeit? Die klassische Untersuchung stammt von Pea und Kurland (1985). Primarschüler mit einem LOGO-Kurs über ein Jahr schnitten nicht besser ab als die Schüler ohne LOGO. Degelman et al. (1986) untersuchten ein 5-Wochen-Programm, Clements und Gullo (1984) einen 12-Wochen-Kurs. Beide Studien waren positiv.

Bei näherer Betrachtung erweist sich die Fragestellung als eine Sache der Definition. Präsentiert der Test allgemeine Probleme zur Analyse und Lösung,

haben Programmier- und Informatikkurse keinen Einfluss. Besteht zwischen dem Test und den geübten Analyse- und Programmierfunktionen in der Informatik eine enge strukturelle Verwandtschaft, entsteht ein Transfer.

Anders sieht die Situation bei Experten aus, d.h. Personen, die seit mehreren Jahren fast täglich im selben Gebiet tätig sind. Experten, egal ob im Sachspiel, in der Informatik oder in der Experimentalphysik, entwickeln besondere Problemlösestrategien. Der Experte nimmt bereits das Problem anders wahr als ein Student. Er definiert den Problemraum anders und benutzt bereichsspezifisches Wissen (Newell 1980; Adelson 1981; Putz-Osterloh 1988). Diese Kompetenz erreicht man aber in der Schulinformatik nicht. Diese ist erfolgreich im Vermitteln hard- und softwarebezogener Kompetenz. Eine allgemeine Analyse-, Planungs- oder Problemlösefähigkeit erzielt sie nicht und muss sich hier wie Latein und Mathematik bescheiden.

8. Einstellungsänderungen bei den Schülern

Über die emotionale Auswirkung von Computern sind viele Spekulationen und Mutmassungen veröffentlicht worden. Die meisten malten ein düsteres Szenario. Heute wissen wir über das Feld ziemlich genau Bescheid. Die Geschlechter unterscheiden sich im Jugendalter deutlich, in den ersten Schuljahren dagegen kaum. Kontakt mit elektronischen Datenverarbeitungsgeräten löst nicht automatisch eine positive Einstellung aus. Im übrigen ist das Bild uneinheitlich, was wir im folgenden kurz referieren.

Einstellung zu Fach und Stoff

Dekkers und Donatti (1981) fanden in der Metaanalyse von 93 Untersuchungen, dass Computersimulationen im Unterricht die Einstellung zum Unterricht positiv verändern. Die Schulleistung wird aber nicht besser.

Brangert-Drowns et al. (1985) bestätigten das Ergebnis allgemein für den computergestützten Unterricht. Nach neun von elf Studien verbesserte sich die Einstellung zum Lernstoff, der Effekt war aber marginal; ähnlich bei Kulik et al. (1983). Nach Willett et al. (1985) lagen computerunterstützte und computerorganisierte Programme unter dem Mittelwert anderer Methoden. Einzig ein Simulationsprogramm hob sich hervor.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass Computereinsatz nicht in jedem Fall eine Steigerung von Motivation und Interesse gegenüber dem Unterrichtsfach mit sich bringt. Bei der Simulation verzeichnen die Studien übereinstimmend positive Einflüsse auf die Einstellung zum Lernstoff, und zwar mit zunehmendem Alter (Dekkers, Donatti 1981). Den Grund für diese Wirkung konnten wir nicht eruieren.

Einstellung zu PCs und anderen Computern

Von 10 Untersuchungen auf der Sekundarstufe sind 7 positiv, jedenfalls bei den männlichen Jugendlichen: Zuneigung und Vertrauen nehmen zu (Kulik et

al. 1983; Bangert-Drowns et al. 1985). Bei den Mädchen ist das Bild uneinheitlich (Collis 1987; Hattie & Fitzgerald 1987). Ein grosser Teil der Mädchen verstärkt die Ablehnung während der Jahre; die ablehnende Haltung wächst bis zum 17. Lebensjahr.

Interessant ist folgender Befund: Alle Elementarschüler trauen sich mit Computern signifikant mehr zu als Sekundarschüler. Ebenso verhält es sich mit der Vorstellung, dass für einen selbst eine Computerkarriere in Frage käme (Dawn Smith 1987).

Collis und Mitarbeiter (1988) befragten 3000 Jugendliche nach ihren Gefühlen bei Computergebrauch in drei verschiedenen Situationen: a) in der Schule, b) beim Spielen zu Hause und c) bei der Arbeit an Geräten ausserhalb der Schule. Der grösste Teil der Jugendlichen sitzt ruhig und mit einem sicheren Gefühl am Computer. Situationstypische Unterschiede sind nicht feststellbar, wohl aber geschlechtsspezifische. Mehr Mädchen als Jungen gaben für alle drei Situationen an, beim Umgang mit dem Computer Nervosität und Unsicherheit zu verspüren.

9. Mädchen, Frauen und Computer

In allen westlichen Industriestaaten haben Mädchen und Frauen Probleme mit Physik und Chemie, wie sie in den heutigen Bildungsinstitutionen angeboten werden. Interesse, Lernbereitschaft und auch der Lernerfolg sind bei der Gesamtheit der Mädchen und jungen Frauen niedriger als bei den männlichen Altersgenossen (Lehrke, Hoffmann, Gardner 1985). Mit der Dauer des Obligatoriums nimmt das Desinteresse zu. Wenn die Fächer nach einiger Zeit zur Wahl freigegeben werden, wählen 90% der Mädchen diese ab. Die Bundesrepublik Deutschland hat ein Schulsystem, das diese Wirkung zu beobachten erlaubt. Es passiert also das Gegenteil von dem, was Pädagogen und Bildungspolitiker in den Sonntagsreden postulieren.

Die Ursachen sind inzwischen ausgemacht. Das Phänomen ist nicht mit unterschiedlicher Intelligenz zu erklären, sondern mit der Wissenschaftskultur, der Rolle der Frau in westlichen Industriegesellschaften und mit der Angebotsstruktur in der Schulphysik und -chemie.

Dass nun aber diese kleinen Bildschirmgeräte, die sich wie Mini-Fersehapparate präsentieren und über eine kleine Tastatur zu bedienen sind, in die gleiche technische Wahrnehmungsrubrik fallen wie die Experimentalphysik und die Chemie, das hat mich und andere überrascht, die sich seit Jahren mit dem Thema beschäftigen. Jede Küchenmaschine zeigt an der Oberfläche mehr Technik. Und an Schreibmaschinen haben Millionen von Frauen gesessen. Aber vielleicht nicht freiwillig.

Was wissen wir nun über die Geschlechtsdifferenzen bei der Computernutzung?

Zugang und private Nutzung

Männliche Jugendliche haben häufiger PCs zu Hause als Mädchen; das Verhältnis beträgt international etwa 4:1. Hinter der Differenz stehen wohl die

Eltern und die Jugendlichen selber (Chen 1986; Collis et al. 1988; Kanders & Zimmermann 1985; Sander 1986). Männliche Jugendliche benutzen auch öfter Geräte bei Klassenkameraden, Mädchen tun dies kaum. Allerdings hat der private Zugang zu PCs und die Benutzungsdauer auf die getestete Programmierleistung in der Schule keinen Einfluss (Linn, Dalbey 1985, 199). Die Homecomputer dienen den Jugendlichen vorwiegend zum Spielen und zur Unterhaltung, was sich übrigens mit dem TV-Konsum deckt. Obwohl das Fernsehen inzwischen eine Fülle schulergänzender Programme anbietet, die man im normalen Lehrerunterricht qualitativ nicht erreicht, nutzen die Jugendlichen diese Programme kaum (Spanhel 1987; 1988).

Freiwillige Belegung von Kursen

Unter folgenden Bedingungen melden sich Mädchen am ehesten zu einem Computerkurs in oder ausserhalb der Schule: Die Eltern motivieren das Mädchen und kaufen ihm einen Computer, und das Mädchen hat keine Angst vor dem Stoff im Informatikkurs und sieht zugleich eine gewisse berufliche Verwertungsmöglichkeit des Gelernten (Chen 1986; Sander 1986).

Die Bereitschaft der Mädchen und Frauen, sich zu beteiligen, steigt, wenn der Kurs verspricht, nicht nur Programmieren, Textverarbeitung und anderes Handwerkswissen zu vermitteln. Sie wünschen die Behandlung des Computers als Ganzes mit Geschichte, Aufbau, Auswirkung usw. (Dick & Faulstich-Wieland 1988; Sander 1986; Brandes & Schiersmann 1986). Diesem Bildungsinteresse kommen die Informationstechnische Grundbildung, die in der Schweiz, in der Bundesrepublik Deutschland und einigen anderen Ländern obligatorisch eingeführt wird, besser entgegen als das in den USA bevorzugte Programmierenlernen.

Einstellung

Das Folgende ist die Quintessenz aus 17 Studien in mehreren westlichen Industrieländern (Hattie, Fitzgerald 1987): Männliche Jugendliche entwickeln eine positivere Einstellung zum Computer als Mädchen. Die Einstellungen der Mädchen sind stärker polarisiert. Es gibt pointierte Befürworterinnen und Gegnerinnen. Die Kinder im Kindergarten und in den ersten Klassen betrachten den Computer offensichtlich noch als neutral (Lipinski 1986). Aversion und Begeisterung bilden sich erst ab dem 9./10. Lebensjahr aus. Die Ausprägung nimmt bis zum 17. Lebensjahr zu. Der Computereinsatz in Mathematik und Naturwissenschaften erzeugt die höchsten Einstellungsunterschiede. In der Mathematik projizieren die Mädchen negative Einstellungen gegenüber Mathematik auf die PCs (Collis et al. 1988).

Vielleicht sollten wir noch einen pädagogisch wichtigen Gesichtspunkt näher betrachten: Die jugendlichen Mädchen und jungen Frauen setzen sich in ihren verbalen Äusserungen mehrheitlich für eine Beschäftigung mit den Computern ein und finden nicht, dass Männer talentierter seien (Kwan et al. 1985; Brandes, Schiersmann 1986). Ihr Selbstvertrauen, ihr Wohlbefinden und die Ein-

schätzung des persönlichen Nutzwertes in Verbindung mit den Computern liegen aber erheblich unter jenen des anderen Geschlechtes (Hattie, Fitzgerald 1987; Sander 1986; Chen 1986 u.a.).

Epochales Phänomen?

Vielleicht werden wir in dreissig Jahren diese starken Geschlechtsdifferenzen bei der Einstellung nicht mehr finden. 14- bis 19jährige Mädchen unterscheiden sich deutlich von den Frauen ab 20. Von dieser Altersgruppe sind nur 30% überhaupt nicht an PCs interessiert. Dieser Anteil ist somit 50% niedriger als der bei allen Altersgruppen. Allerdings umfasst die entsprechende männliche Ablehnergruppe nur 9% (Brandes, Schiersmann 1986). Prognosen über die künftige Entwicklung kann man jedoch nicht abgeben.

10. Soziale Auswirkungen

Mehr Gespräche

Seit Computer in Schulzimmern stehen, sprechen Schüler mehr miteinander; insbesondere unterhalten sie sich mehr über unterrichtsbezogene Themen (Hawkins 1982). Die Angst vor Millionen kleiner Solipsisten ist unbegründet, im Gegenteil: Computer bringen Schüler in der Schule zum Sprechen – für viele Aussenstehende ein Paradox!

Ein Sekundäreffekt der Schülerunterhaltung ist die höhere Schulleistung. Der Mechanismus ist oft repliziert worden: Wenn Schüler zu zweit oder zu dritt einen Lernstoff oder eine Problemlösung durchsprechen, sind Behaltensleistungen und Transfer in strukturell ähnlichen Gebieten besser als ohne Kommunikation (Langer et al. 1974).

Gefahren

Die offene Arbeitssituation an einem Gerät birgt aber eine Gefahr: In einzelnen Schülergruppen bilden sich Führer oder Führerinnen heraus, die für die anderen die Aufgaben lösen, das Tempo angeben oder vorwiegend die Tastatur bedienen (Becker 1984; Hansen 1988). Wenn man solche Schülergruppen sich selber überlässt, kommt es öfter zu aggressivem Verhalten (Lipinski et al. 1986).

Dasselbe in der Freizeit

Computernutzende Jugendliche sind mehr miteinander im Gespräch als die Abstinenter (Sinhart, Lehmann 1988; Chen 1986, Hansen 1988). Vor allem Jungen kommen auch für Computerspiele zusammen. Während der Spiele reden sie miteinander; sie arbeiten zusammen und benutzen auch Geräte von Freunden. Bei Mädchen gehört sich das wohl nicht (Schulz-Zander 1988): Die Rate ist wesentlich niedriger. Abschottungen sind bei männlichen Computer-

freunden hie und da beobachtet worden, bei Mädchen praktisch nie (z.B. Sander 1986).

Einige Presseorgane haben von Computereinsiedlern berichtet, die sich in ihrem Zimmer vergraben, über Tage kaum mehr essen, aus verquollenen Augen mit ihrem Computer-Du kommunizieren und darob ihre Umwelt vergessen. Es mag sie geben. Typisch sind sie nicht. Angesichts der Untersuchungslage müssen wir zumindest für die männliche Jugend das Gegenteil festhalten. Der Homecomputer stimuliert die Kommunikation unter den männlichen Altersgenossen. Allerdings scheint er die Geschlechter eher zu separieren.

11. Auswirkungen auf schwache Schüler

Hier zeigt der Computer eine überraschende Seite.

Niemic und Walberg (1985) fanden in 48 Untersuchungen, dass der Computer-einsatz bei schulisch weniger talentierten und aussergewöhnlichen Primarschülern mehr erreicht als bei den anderen. Die 40 Mathematikstudien in Primar- und Sekundarschulen bestätigen das Bild (Burns und Bozeman 1981). Kulik et al. (1983) und Bangert-Drowns (1985) kommen für Primar- und Sekundarschule zum gleichen Befund.

Dieser Vorteil des computerunterstützten Lernens ist eindeutig; nirgends in der Literatur wird er bestritten. Auch die Verwendungsart erschüttert das Ergebnis nicht. Der Computer als Übungsgerät wie als Tutor hilft schlechten und schulisch weniger talentierten Kindern und Jugendlichen besser als den übrigen.

Wie kann man mit diesem empirischen Datum umgehen? Die Computerfans werden versuchen, den letzten Skeptiker zu bekehren, der bisher aus humanistischen und sozialen Gründen sein Gesicht vom Computer abgewandt hat. Jeder Lehrer muss betroffen sein. Und ich als Ausbilder von Lehrern auch. Das Resultat sagt nicht weniger als folgendes: Im normalen, lehrergesteuerten Unterricht mit der üblichen Zahl von 20 bis 30 Schülern gelingt es uns nicht, die schlechten oder schulisch weniger intelligenten Kinder und Jugendlichen zu aktivieren und zu ihrer möglichen Bestleistung zu bringen. Diese benachteiligte Gruppe ist nicht lernunwillig. Sie greift nach dem Angebot, das nicht lehrergesteuert ist.

Für den Schulpädagogen kommt das Ergebnis nicht überraschend. Er konnte es voraussagen, und zwar aufgrund der unterschiedlichen Interaktion von Lehrern mit schlechten und guten Schülern, aufgrund der Lerntempobestimmung durch die Steuerungsgruppe (Lundgrenneffekt) und aufgrund der Beurteilungs- und Benotungspraxis (Brophy, Good 1976; Hofer 1986; Ingenkamp 1985; Lundgren 1972).

Für Bildungspolitiker und Bildungsplaner tut sich hier ein interessantes Feld auf. Die innere Differenzierung, die wir aus den alten Dorfschulen mit mehreren Klassen im gleichen Schulzimmer kennen, könnte hier unter Umständen gezielt weiterentwickelt werden.

12. Freizeit: am Computer oder bei den Büchern?

Anlass zur Fragestellung

Computer teilen sich dem Benutzer über einen Bildschirm oder über einen Flüssigkristallanzeiger mit. Deshalb gehören sie in der öffentlichen Wahnehmung zur Gruppe Fernsehen und elektronische Medien. Da Fernsehen vom Bücherlesen abhält und der Computer darüber hinaus die Jugendlichen an sich fesselt, besteht die Gefahr, dass der Computer das Buch und das Lesen verdrängt – so der Gedankengang, der sich Aussenstehenden nahelegt. Und in der Tat könnte hier eine Beziehung bestehen. Wie das Rennen zwischen sogenannten Printmedien und Computern ausgehen würde, war vor einigen Jahren nicht klar.

Im beruflichen Computereinsatz gibt es zwar die «Increasing-Gap»-Hypothese. Sie heisst vereinfacht: Wer hat, dem wird gegeben werden. Auf uns angewendet: Wer schon etwas liest und sich mit Text befasst, der wird sich auch in Verbindung mit Computern weiter mit Texten auseinandersetzen, sogar noch verstärkt. Ob die «Increasing-Gap»-Hypothese aber auch hier zutreffen würde, war offen, da Computer einerseits und Bücher und Zeitschriften andererseits zwei ziemlich verschiedene Medien darstellen.

Uns liegen drei Untersuchungen vor, die bis auf ein Spezialphänomen übereinstimmen. Am «Leseverhalten» interessiert in der Regel die Lesedauer und der Lesestoff bzw. die Textsorte.

Lesedauer

Sinhart und Lehmann (1988) haben in zwei Untersuchungen das Leseverhalten bei jugendlichen Computerbenutzern und Computerabstinenten erhoben. Die Computerbenutzer belegen entweder freiwillig einen Kurs in der Schule oder verwenden ein Gerät zu Hause. Wir referieren die Ergebnisse der ersten Studie. Von den 209 Jugendlichen aus verschiedenen Schultypen waren 159 Computerbenutzer, 50 nicht. Das überraschende Hauptergebnis lautet: Die Computernutzer lesen gleichviel oder mehr als die Computerabstinenten.

Interessant ist zusätzlich der folgende pfadanalytische Zusammenhang. Das Mehrlesen geht nicht auf den Computerunterricht zurück, sondern auf den Bildungsstatus der Eltern. Dabei regt ein hoher Bildungsstatus des Vaters die Jugendlichen an, naturwissenschaftlich-technische Literatur zu lesen. Derselbe Status bei der Mutter regt zur Lektüre von Belletristik und geisteswissenschaftlicher Literatur an.

Die Schule verstärkt die Disposition, zu lesen, soweit sie schon aus dem Elternhaus mitgebracht wird. Diese Resultate gelten für Schüler verschiedener Schultypen in städtischen und ländlichen Verhältnissen in der Bundesrepublik Deutschland. Gymnasiasten, die Informatikkurse belegen, scheinen hiervon abzuweichen. Der Lektüreumfang geht mit intensiverer Computernutzung zurück. Wir nehmen an, dass diese Schüler während des Kurses viel Zeit für Programmierarbeiten verwendet haben (Sander 1986).

Lesestoff/Textsorten

Hier ergeben sich einige signifikante, wenn auch schwache Zusammenhänge (vgl. Tab. 2). Je länger ein Jugendlicher privat am PC sitzt, desto mehr liest er Sach- und Fachliteratur, Zeitschriften und Nachrichtenmagazine. Belletristik und illustrierte Zeitschriften gehen leicht zurück. Eine sach-, fach- und naturwissenschaftsbezogene Literatur korreliert mit der Intensität der Computernutzung.

Computer-Nutzung	Zusammenhang (Korrelation)	Lesestoff
Dauer private C'nutzung	-0.12	Belletristik
Dauer schul. C'nutzung	kein Zusammenhang	
«Computeralter»	kein Zusammenhang	
Dauer private C'nutzung	0.10	Science Fiction, Fantasy, Utopie
Dauer schul. C'nutzung	-0.12	
«Computeralter»	kein Zusammenhang	
Dauer private C'nutzung	0.35	Naturwissenschaftl. Sach- + Fachtexte
Dauer schul. C'nutzung	kein Zusammenhang	
«Computeralter»	0.18	
Dauer private C'nutzung	-0.14	Bild und Text
Dauer schul. C'nutzung	kein Zusammenhang	
«Computeralter»	-0.11	
Dauer private C'nutzung	kein Zusammenhang	Krimis, Militaria, Western
Dauer schul. C'nutzung	0.23	
«Computeralter»	kein Zusammenhang	
Dauer private C'nutzung	0.24	Zeitschriften, Nach- richtenmagazine
Dauer schul. C'nutzung	kein Zusammenhang	
«Computeralter»	0.17	

Tab. 2: Zusammenhänge zwischen Computernutzung und Lesestoff (nach Sinhart, Lehmann 1988, 15).

Dieses Ergebnis korrigiert ein gängiges Bild. Jugendliche Computerfreunde sind keineswegs Science Fiction-, Krimi- und Militaria-Leser. Das ändert sich auch nicht, wenn sich die Jugendlichen bereits ein oder zwei Jahre mit Computern beschäftigen, im Gegenteil: Die Fachliteratur nimmt zu. Das erkennt man in der Tabelle 2 unter der Abkürzung «Computeralter», das Wort meint die Zeidauer, während der sich ein Jugendlicher schon mit PCs beschäftigt (z.B. erst 2 Monate oder schon 3 Jahre).

Computernutzung in der Freizeit

Die Benutzungsdauer häuslicher Computer ist äusserst gering. Weniger als 2% der Jugendlichen schalten täglich das Gerät ein. Nur 2,6% sitzen mehrmals wöchentlich vor einem Homecomputer. Insgesamt beschäftigen sich nur 10% aller Jugendlichen mindestens einmal wöchentlich mit dem Computer, was ungefähr der Hälfte der computerbesitzenden Familien entspricht. Diese Daten stammen aus den repräsentativen Untersuchungen von Spanhel aus dem Jahre 1985 und 1987 aus Bayern.

Bemerkenswert ist die Entwicklung von 1985 bis 1987. Trotz einer Verdopplung der Homecomputer in den Haushalten hat die absolute Benutzungsdauer nicht zugenommen. Wir haben also das gleiche Bild wie beim Fernsehen, wo inzwischen 25% der Familien 3 Geräte und 50% aller Jugendlichen ein eigenes Gerät besitzen und der Konsum dennoch stabil geblieben ist (Spanhel 1988).

Ob die Werte für PC-Benutzung so niedrig bleiben werden, ist offen. Jedenfalls wird es interessant, die Entwicklung der nächsten 10 Jahre zu beobachten. Nach meiner Einschätzung werden nicht die Schulen, sondern Bedienungskomfort, Softwareangebot und Preisgestaltung der marktbeherrschenden Unternehmen über den Umfang der künftigen Computernutzung durch Jugendliche entscheiden. Eine neue Zukunft für die Jugendcomputer wird dann eintreten, wenn die PCs mit Video und Musik integriert sind. Wann und ob diese integrierten Systeme kommen, wird in einigen Jahren keine Frage der Technik, sondern des Marketings sein.

Zur Zeit spielen die Eltern eine starke Rolle. Offensichtlich hängt die Computerbenutzung wie die Berufswahl stark von ihnen ab (vgl. Tab. 3). Den grössten Einfluss haben die Elternteile mit hohen formalen Bildungsabschlüssen, wobei Mütter und Väter gegenläufig wirken.

Zusammenhang (Korrelation)		Computer-Nutzung
Bildungsstatus Vater	0.21	Dauer schulische Computernutzung
Bildungsstatus Mutter	- 0.14	Dauer schulische Computernutzung
Bildungsstatus Vater	0.24	Dauer private Computernutzung
Bildungsstatus Mutter	- 0.18	Dauer private Computernutzung
Geschlecht	0.31	Dauer private Computernutzung

Tab. 3: Zusammenhänge zwischen Bildungsstatus der Eltern bzw. Geschlecht und Dauer der Computerbenutzung (nach Sinhart & Lehmann 1988, 90).

Das Resultat kann man so lesen: In unserer Generation wirken Väter mit höherer oder akademischer Bildung eher für einen intensiven, entsprechend

gebildete Mütter für einen extensiven Computergebrauch. Wichtiger als die Eltern ist aber das Geschlecht der Jugendlichen.

13. Methodische Anforderungen an künftige Forschung

1. Die Zeitdauer des Versuches

Dekkers & Donnati (1981) stellten in ihrer Metaanalyse von 93 Untersuchungen über Simulationen eine negative Korrelation zwischen Programmdauer und kognitiven Effekten fest: Je länger der Unterricht dauert, desto geringer ist der Vorteil der Computersimulation gegenüber anderen Lernmedien oder Realexperimenten. Nach diesem Resultat sind Kulik und Mitarbeiter dem Problem allgemein nachgegangen. Ihre Metaanalyse erfasste 175 Studien, verteilt über alle Schulstufen und Einsatzvarianten. Ihr Ergebnis bestätigt das Phänomen aus dem Spezialgebiet der Computersimulation nicht: Die Kurzzeitstudien ergaben für computergestützte Programme bei Schulleistungen ein Plus von 0.34 Standardabweichung, für die Langzeitstudien 0.26. Die Differenz ist nicht signifikant (Kulik et al. 1985, 383).

Wer den Lernoutput von computergestützten Lernprogrammen untersucht, wird also auf eine angemessene Beobachtungsdauer von einigen Wochen oder Monaten achten müssen. Anderseits sind Mutmassungen unbegründet, alles sei Hawthorne-Effekt.

Anders bei Einstellung und Motivation: Der Abfall nach 8 Wochen ist bislang noch beachtlich (Lehman, Lauterbach 1985). Deshalb verlangt Becker (1988, 12) von Untersuchungen eine minimale Versuchsdauer von 8 Wochen. Es ist aber denkbar, dass die grosse Anfangsbegeisterung Jahr für Jahr abnimmt und damit auch die rasch ansteigende und abfallende Motivationskurve verschwindet. Da die Zahl der Untersuchungen von Computern im Bildungswesen zunimmt und die Innovationen allein auf der Hardwareseite noch mindestens 10 Jahre anhalten, werden wir Ende der neunziger Jahre mehr wissen.

2. Intervenierende Variablen

Dieses Thema ist eine Variation von Gehabtem. Wir kennen die allgemeinen Auswirkungen von computerunterstütztem Lernen. Wir kennen die grossen Blöcke unabhängiger Variablen (Intelligenz, Alter, Programmtyp und ähnliches). Die Wechselwirkung von Variablen und die intervenierenden Variablen sind schwer zu fassen. Natürlich gibt es einige sogenannte Modelle. Betty Collis (1988) verbindet z.B. Schülercharakteristiken, Merkmale der Schule und der Lehrer mit Hardware- und Softwaretypen.

Oft wird die Kontrolle der Lehrervariablen angemahnt; es müsste also ein eigenes Mass für die Qualität der beteiligten Lehrer konstruiert werden. Andererseits sieht es aber so aus, als ob wir diese Variable vernachlässigen können. Die Kulik-Gruppe hat keine Differenzen zwischen Studien mit und ohne Kontrolle gefunden (1985, 385).

Im Moment gibt es keine eindeutige Strategie, die zu verfolgen wäre. Bei den tutoriellen Systemen mit starker Forschungskomponente werden auf der Basis der lernpsychologischen Modelle und KI-Prinzipien Hypothesen generiert, die dann getestet werden. Bei den Simulationsprogrammen vermag ich zur Zeit keine spezifisch theoretische Basis auszumachen. Hier sind offensichtlich die didaktische Qualität und die Einbettung wichtiger als alles andere. Die computerorganisierten Systeme sind eher wie die früheren programmierten, verzweigten Programme und wie individualisierte Kurse zu untersuchen.

3. Time on Task

Die Zeit, während der sich ein Lernender mit einer Aufgabe beschäftigt, bestimmt den Lernerfolg erheblich. Beim Vergleich zwischen computerunterstütztem Lernen und anderen Lehr-Lernformen scheinen Forscher mit diesem Faktor etwas locker umgegangen zu sein. Das hängt mit zwei praktischen Anlässen zusammen. Computer verleiten, länger am Gerät zu bleiben, als man eigentlich beabsichtigt. Unter realistischen Settings werden sich Lehrerinnen und Lehrer schwer dafür halten, Schüler von den Geräten wegzutreiben, was beim Schulbuch nicht nötig ist. Dann arbeiten in vielen Schulen zwei Schüler an einem Gerät – und schon hat die Experimentalgruppe einen Vorteil durch «Time on Task». Clark (1985) hat unter diesem Gesichtspunkt dreissig Studien durchgesehen. Er gelangt nicht zum Schluss, der heutige Wissensstand sei durch diesen Faktor verfälscht, mahnt aber zu einer strikten Kontrolle dieser Versuchsbedingung.

4. Wissenssoziologie

Während unserer Studien sind wir einem Phänomen begegnet, das uns aus der erziehungswissenschaftlichen Forschung nicht bewusst gewesen, aber vermutlich in anderen Disziplinen bekannt ist. Untersuchungen, die in Fachzeitschriften und Büchern publiziert sind, haben eine Effektstärke von 0.42, Dissertationsdrucke dagegen eine von 0.20 (Kulik et al. 1985, 384; ähnlich Kulik et al. 1983; Bangert-Drowns et al. 1985).

Die Herausgeber von Zeitschriften und Sammelbänden ziehen also Manuskripte mit deutlichen Resultaten solchen vor, die zwar niedrige Werte haben, aber methodische Raffinessen oder andere Besonderheiten aufweisen. Wer ein vollständiges Bild über den Forschungsstand gewinnen will, muss die Dissertationsabstracts, Kongresspapiere und Datenbanken aufarbeiten oder die professionellen Metaanalytiker konsultieren. Keinesfalls darf man sich auf die Fachzeitschriften verlassen. Damit dürfte auch die «Best-evidence-synthesis»-Methode in vielen Fällen nicht geeignet sein, allgemeine Aussagen über Wirkungen und Zusammenhänge pädagogischer Massnahmen zu machen.

5. Immanenter Wertzuwachs

Die Computerfreunde können der Zukunft optimistisch entgegensehen. Die Effektivität der Computernutzung wird steigen. Für diesen Optimismus spricht die Entwicklung der letzten 15 Jahre. Kulik et al. (1983) und Bangert-Drawns et al. (1985) fanden für den Sekundarbereich folgenden Zusammenhang: Je jünger die Untersuchung, desto grösser die Auswirkung. Der Befund ist verständlich. Hard- und Software sind in den letzten Jahren ständig verbessert worden, somit auch die Effektivität.

Vom Forscher verlangt diese immanente Entwicklung Relativierung. Wir müssten praktisch Werte neuerer Untersuchungen relativistisch korrigieren – wie wenn wir Messungen an Objekten vornehmen, die an der Sonne vorbeifliegen. Die einfachste Relativierung bestände darin, nur Untersuchungen aus dem gleichen Entwicklungsstand zu vergleichen. Das wäre etwa innerhalb eines Zeitraumes von 10 Jahren.

Der Primarbereich zeigt die genannten Steigerungen nicht (Niemic & Walberg 1985). Unsere Deutung wäre folgende: Insbesondere in den USA sind im Primarbereich viele simple Übungsprogramme in Gebrauch, die durch leistungsfähigere Computersysteme nicht zu verbessern sind.

14. Zusammenfassende Feststellungen und mögliche Folgerungen

Gesamtbilanz leicht positiv

Alle Formen des computerunterstützten Lernens zusammengenommen erzielen leicht höhere schulische Leistungen als Standardunterricht, und zwar von der Primarschule bis zur Universität. Natürlich gilt das nur für Themen und Lernziele, die computergeeignet sind.

Die grössten Wirkungen

Am meisten erreicht man mit computerunterstütztem Lernen im Gebiet der Sonder- und Behindertenpädagogik. Die mittlere Wirksamkeit ist doppelt so hoch wie in den Normalschulen (0.6 gegenüber 0.2 bis 0.4). Wer mit knappen Mitteln arbeiten muss oder auf das Return on Investment achtet, wird hier einen eindeutigen Schwerpunkt setzen müssen.

Schlechte Schüler

Schlechte Schüler und solche mit geringen schulischen Talenten profitieren von computerunterstütztem Lernen sogar mehr als die anderen. Sie ergreifen die Chance, relativ unabhängig vom Lehrer zu lernen und Fortschritte zu erzielen. Warum schlechte Schüler vom Computereinsatz besonders viel profitieren, lässt sich wissenschaftlich gut erklären.

Wer auf optimale Förderung aller Schüler setzt, sollte aufgrund der bisherigen Erkenntnisse vielleicht nicht sofort mit flächendeckenden Reformen beginnen, jedoch grössere Versuche anlegen.

Erfreuliche soziale Wirkung

Seit Computer in Schulzimmern stehen, ist der Kontakt zwischen den Schülern im Unterricht intensiver geworden. Insbesondere unterhalten sich Schüler mehr über unterrichtsbezogene Themen: Computer in der Schule bringen Schüler zum Sprechen. Übrigens haben Computerspiele (bei männlichen Jugendlichen) einen ähnlichen Nebeneffekt. Wenn 2–4 Schüler am gleichen Gerät arbeiten, braucht es allerdings die Lehrerin oder den Lehrer, welche die gelegentlich beobachtete Benachteiligung einzelner Schüler verhindern.

Garantieren Computer Wirkung?

Obwohl der Unterricht über scheinbar objektive Computer läuft, ist die Wirkung nicht garantiert. Wichtig sind z.B. ergänzende schriftliche Materialien, die Art der Einführungen, die räumliche Anordnung und die Schülerzuteilung. Wird das computerunterstützte Lernen nicht richtig eingebettet, können bis zu 30% der Klassen mit Computern schlechter abschneiden als mit herkömmlichem Unterricht.

Mädchen, Frauen und Computer

Computer im Bildungswesen verstärken die Geschlechtsdifferenzen. Je länger Schüler an Geräten arbeiten und je älter die Jugendlichen sind, desto mehr schwingen sich die männlichen Jugendlichen im Mittel nach oben. In den ersten Schuljahren sind die Differenzen nicht oder nur wenig ausgeprägt. Bis zum 17. Lebensjahr verstärken sie sich aber immer mehr. Im Vergleich zu den männlichen Altersgenossen lehnen Mädchen Computer häufiger als zu technisch und kalt ab.

Mädchen wären für das Programmieren begabt

Die Geschlechtsdifferenzen haben nichts mit Begabung zur Bedienung von Computern oder zum Programmieren zu tun. Bei Tests schneiden Mädchen nicht schlechter ab als Jungen. Wenn Mädchen und Jungen in der Schule Programmierkurse besuchen, sind Mädchen bei den Spitzenleistungen eher übervertreten.

Mädchen und Frauen: mögliche Massnahmen

Das Phänomen Mädchen und Frauen in der Informatik stellt sich gleich dar wie in der Physik und Chemie. Aufgrund der Untersuchungen in Chemie und Physik müssen wir dringend davon abraten, Mädchen durch ein Obligatorium

ohne flankierende Massnahmen an die Computer zu zwingen. Die Aversion nimmt zu und nicht ab.

Es sei denn, wir können geeignete didaktische Vorkehrungen treffen. Erfolg-versprechend erscheinen nach vorliegenden Versuchen unter anderem: Anfangsunterricht in separaten Mädchenklassen, weibliche Lehrer sowie Themen und Vorgehensweisen mit Ichbezug und humanitärer Relevanz für das kulturelle und biologische Selbstverständnis der Mädchen und jungen Frauen.

Es ist freilich nicht ausgeschlossen, dass die allgemeine kulturelle und berufliche Entwicklung innerhalb der nächsten 30 Jahre das heutige Problem auflöst. Vor 30 Jahren waren männliche Jugendliche in Rechtschreibung, Grammatik und Lesen gegenüber den Mädchen in der analogen Situation. Heute ist die Benachteiligung überwunden. Unter Gesichtspunkten der Volkswirtschaft und der Egalität wird man aber das Problem der Computerbildung für Mädchen und Frauen nicht dahintreiben lassen können.

Sporadische Computerbenutzung

Wer Computer zur Anreicherung des sonstigen Unterrichts einsetzt, erzielt keine besseren Lernleistungen bei seinen Schülern oder Studenten. Allerdings empfinden Schüler derart angereicherten Unterricht als abwechslungsreicher. Die Einstellung zum Fach wird positiver – zumindest im naturwissenschaftlichen Unterricht, was ihm angesichts seiner sonstigen Leiden zu gönnen ist.

Nur kurze Simulationen!

Computersimulationen z.B. in Chemie oder Wirtschaft müssen so kurz wie möglich gehalten werden. Schüler oder Studenten sollten nicht zu lange am Programm verweilen: Die Wirkung fällt ab. Sonst bleibt der Lehrer lieber beim Realexperiment oder bei seiner Overheadfolie.

Fördert Programmieren die Fähigkeit zum Planen und Problemlösen?

Die Programmierkurse sind recht gut untersucht. Das Erlernen von PASCAL, LOGO, BASIC oder anderen Sprachen steigert offensichtlich die allgemeine Problemlösefähigkeit nicht. Mit dieser Erkenntnis müssen wir leider eine weitere Bildungsideologie begraben: Programmieren fördert die allgemeine Planungs- und Problemlösefähigkeit nicht – so wenig wie Latein oder Mathematik allgemeines logisches Denken. Problemlöse- und Denkfähigkeiten sind mit Wissen verknüpft und bereichsspezifisch. Hier sind sie an Strukturen der Programmiersprache gebunden.

Experten, die seit mehreren Jahren berufsmässig programmieren, entwickeln im Vergleich zu Schülern oder Studenten andere Problemlösestrategien. Das gilt aber für alle naturwissenschaftlichen Fächer.

Computer gegen Bücher?

Unter den Jugendlichen gibt es etwa 10% regelmässige Computernutzer. Sie spielen und programmieren auch zu Hause. Die Zeitdauer beträgt im Mittel 2 Stunden wöchentlich. Diese Statistik von 1987 enthält auch die oft beschriebenen Hacker, die laut Computerlatein Tage und Nächte vor dem PC sitzen. Diese 10% intensive Computernutzer lesen gleichviel oder mehr als ihre Altersgenossen. Sie lesen jedoch weniger Gedichte und illustrierte Zeitschriften, dafür mehr Fachliteratur. Auch das Freizeitverhalten ändert sich nicht wesentlich.

Ausrüstung

Computerorganisiertes Lernen, bei dem die Schüller nach eigenem Lerntempo Einheiten abrufen und bearbeiten, sind offensichtlich ab dem 10./11. Altersjahr nicht nur beliebt, sondern auch besonders wirksam. Dieser Befund deckt sich mit jenem zur Keller-Plan-Technik und anderen individualisierenden Unterrichtsmethoden, die Lernfortschritte intensiv belohnen.

Mit alleinstehenden PCs kann man diese sogenannte Computer Managed Instruction aber nicht durchführen. Über 80% der Geräte stehen noch allein. Hier bestehen Planungs- und mittelfristiger Investitionsbedarf.

Die allgemeine Wirksamkeit steigt

Computerunterstütztes Lernen ist in den letzten Jahren immer effektiver geworden, und zwar dank besserter Software, Hardware und pädagogischen Know How. Der kontinuierliche Qualitätszuwachs liess sich sogar messen. Er schlug sich in besseren Schulleistungen und höherer Motivation nieder. Eine Extrapolation für die nächsten 5 bis 10 Jahre darf man wagen.

Daraus ergeben sich weitreichende Konsequenzen für Bildungspolitik und Bildungsplanung.

Verstärkte Investitionen ab Mitte der neunziger Jahre

Richtig interessant wird es in 5 bis 6 Jahren. Die pädagogische Produktivität wird erheblich über den heutigen Werten liegen. Einen weiteren Impuls werden Geräte bringen, die zu schulverträglichen Preisen zusätzlich zu Text und Grafik ein integriertes, volles Video anbieten.

Das spricht nicht gegen die jetzigen Investitionen. Im Verhältnis zu Ausgaben für Bau und Personal sind sie unbedeutend und eine Art «warming up». Die Daten sprechen allerdings dagegen, in diesen Jahren die umfangreichen Investitionen zu tätigen und die Schulen vollzustellen, um in einigen Jahren mit leeren Händen dazustehen. Für die mittelfristige Finanzplanung könnte das bedeuten: stetige allgemeine Investitionszunahme für die Bildungselektronik in den jetzigen Grössenordnungen bis etwa 1993/95, um dann Mitte der neunziger Jahre verstärkt zu investieren.

Bei den Geräten, die nur für den Informatikunterricht und nicht für computerunterstütztes Lernen in den verschiedenen Fächern eingesetzt werden, ist diese Zurückhaltung nicht angezeigt.

Literatur

- Adelson B.: Problem solving and the development of abstract categories in programming languages. In: *Memory and cognition*. 9 (1981) 422–433.
- Anderson R.E.: Females surpass males in computer problem solving: Findings from the minnesota computer literacy assessment. In: *Journal of educational computing research*. 3 (1987) 39–51.
- Bangert-Drowns R.L., Kulik J.A., Kulik C.C.: Effectiveness of computer-based education in secondary schools. In: *Journal of computer-based instruction*. 12 (1985) 59–68.
- Becker H.J.: The classroom context of microcomputers: How different schools manage the problems. Paper prepared for presentation at the 1984 meetings of the american educational research association. New Orleans, April 1984.
- Becker H.J.: The impact of computer use on children's learning: What research has shown and what it has not. The Johns Hopkins University; Center for research on elementary & middle schools. Report No. 18., July, 1987.
- Becker H.J.: A field experiment at a distance: studying on a national scale the effectiveness of instructional practice that use computers. Paper presented at the annual meeting of the american educational research association. New Orleans 1988.
- Bonfadelli H. u.a.: *Jugend und Medien*. Frankfurt 1986 (Metzner).
- Brigitte/Brandes U., Schiersmann C.: *Frauen, Männer und Computer*. 2 Bände. Hamburg 1986 (Gruner & Jahr).
- Brophy J.E., Good T.L.: *Teacher-Student-Relationships*. New York 1974 (Holt, Reinhardt & Winston).
- Brown L.K.: *Taking advantage of media*. Boston 1986 (Routledge and Kagen, Paul).
- Burns P.K. Bozeman W.C.: Computer-assisted instruction and mathematics achievement: is there a relationship? In: *Educational technology*. October (1981) 32–39.
- Chen M.: Gender and computers: the beneficial effects of experience on attitudes. In: *Journal of educational computing research*. 2 (1986) 256–282.
- Clark R.E.: The importance of treatment explication. A reply to J. Kulik, C.-L. Kulik and R. Bangert-Drowns. In: *Journal of educational computing research*. 1 (1985) 389–394.
- Clements D. H., Gullo D. F.: Effects of computer programming on young childrens' cognition. In: *Journal of educational psychology*. 76 (1984) 1051–1058.
- Collis B.: Manipulating critical variables: A framework for improving the impact of computers in the school environment. Paper prepared for EURIT '88, Lausanne, Switzerland, July, 1988.
- Collis B.: Sex differences in the association between secondary school students' attitudes toward mathematics and toward computers. In: *Journal for research in mathematics education*. 18 (1987) 394–402.
- Collis B. A., Kass H., Kieren T.E.: A multidimensional study of adolescent gender differences in computer use and impact. In: Annual meeting of the american educational research association, New Orleans, April 5–9 (1988).
- Cox D.A., Berger C.F.: The importance of group size in the use of problem-solving skills on a microcomputer. In: *Journal of educational computing research*. 1 (1985) 459–468.
- Dalbey J., Linn M.C.: Cognitive consequences of programming: augmentations to BASIC instruction. In: *Journal of educational computing research*. 2 (1986) 75–93.

- Dawn Smith S.: Computer attitudes of teachers and students in relationship to gender and grade level. In : Journal of educational computing research. 3 (1987) 479–494.
- Degelman D., Free J.U., Scarlato M., Blackburn J.M., Golden T.: Concept learning in preschool children : effects of a short-term LOGO experience. In : Journal of educational computing research. 2 (1986) 199–205.
- Dekkers J., Donatti S.: The integration of research studies on the use of simulation as an instruction strategy. In : Journal of educational research. 74 (1981) 424–427.
- Dick A., Faulstich-Wieland H.: Der hessische Modellversuch. «Mädchenbildung und Neue Technologien». In : LOG IN. 8 (1988) 20–24.
- Diem R.A.: Microcomputer technology in educational environments : three case studies. In : Journal of educational research. 80 (1986) 93–97.
- Fraser B.J., Walbert H.J., Welch W.W., Hattie J.A.: Syntheses of educational productivity research. In : International journal of educational research. 11 (1987) 145–252.
- Frey K.: Computer und Bildung : Auswirkungen, Chancen und Probleme. In : Universitas. 40 (1985) 971–981.
- Frey K.: Microcomputer applications in education. In : Education and computing. 4 (1988) 1–7.
- Gershman J., Sakamoto E.: Computer-assisted remediation and evaluation : a CAI project for ontario secondary schools. In : Educational technology. March, 1981, 40–43.
- Glass G.V., McGaw B., Smith M.L.: Meta-analysis in social research. Beverley Hills 1981 (Sage).
- Gourgey A.F.: Coordination of instruction and reinforcement as enhancers of the effectiveness of computer-assisted instruction. In : Journal of educational computing research. 3 (1987) 219–230.
- Guntermann E., Tovar M.: Collaborative problem-solving with LOGO : effects of group size and group composition. In : Journal of educational computing research. 3 (1987) 313–333.
- Hansen K.-H.: Computer use, school culture, and psycho social development. Kiel 1988 (IPN, unpublished paper).
- Hattie J., Fitzgerald D.: Sex differences in attitudes, achievement and use of computer. In : Australian journal of education. 31 (1987) 3–26.
- Hawkins J., Sheingold K., Gearhart M., Berger C.: Microcomputers in schools : impact on the social life of elementary classrooms. In : Journal of applied development psychology. 3 (1982) 361–373.
- Hofer M.: Sozialpsychologie erzieherischen Handelns. Göttingen 1986 (Hogrefe).
- Hoffmann J.L., Water K.: Some effects of student personality on success with computerassisted instruction. In : Educational technology. March, 1982.
- Ingenkamp K.: Lehrbuch der pädagogischen Diagnostik. Weinheim 1985 (Beltz).
- James R.K., Noyes I.: Assessing the implementation of microcomputers. Paper presented at the national convention of the national association for research in science teaching, New Orleans, April 29, 1984.
- Kanders M., Zimmermann P.: Schüler am Computer. Ergebnisse einer schriftlichen Befragung von 200 Dortmunder Schülern. Dortmund 1985 (ASF-Werkheft 21).
- Kulik J.A., Bangert R.L., Williams W.G.: Effects of computer-based teaching on secondary school students. In : Journal of educational psychology. 75 (1983) 19–26.
- Kulik J.A., Kulik C.-L.C., Bangert-Drowns R.L.: Effectiveness of computer-based education in elementary schools. In : Computers in human behavior. 1 (1985a) 59–74.
- Kulik J.A., Kulic C.-L.C., Bangert-Drowns R.L.: The importance of outcome studies : A reply to Clark. In : Journal of educational computing research. 1 (1985b) 381–387.
- Kulik J.A.: Integrating findings from different levels of instruction. Paper presented at the annual meeting of the american educational research association, Los Angeles, April, 1981.

- Kwan K., Trauth M., Driehaus C.: Gender differences and computing : students' assessment of societal influences. In : *Education & computing*. 1 (1985) 187-194.
- Langer I., Schulz von Thun F., Tausch R.: Verständlichkeit. München 1974 (Reinhardt).
- Lauterbach R., Frey K.: Educational software : review and outlook. In : *Prospects*. 17 (1987) 387-395.
- Lauterbach R., Härtel H., Tremp V., Ziebarth W., Bosler U., Bünder W., Röhling B.: Dokumentation und Bewertung von Lehr/Lernprogrammen. Kiel 1986 (IPN).
- Lehmann J., Lauterbach R.: Die Wirkungen des Computers in der Schule auf Wissen und Einstellungen. In : *LOG IN*. 5 (1985) Heft 1, 24-27.
- Lehrke M., Hofmann L., Gardner P. (Eds.): Interests in science and technology education. Kiel/Paris 1985 (IPN/Unesco).
- Linn M.C.: Progress report autonomous classroom computer environments for learning. Berkeley, May 1988 (UC Berkeley).
- Linn M.C., Dalbey J.: Cognitive consequences of programming instruction, access, and ability. In : *Educational psychologist*. 20 (1985) 191-206.
- Linn, M.C., Sloane, K.D., Clancy M.J.: Ideal and actual outcomes from precollege pascal instruction. In : *Journal of research in science teaching*. 24 (1987) 467-490.
- Lipinski J.M., Nida R.E., Shade D.D., Watson J.A.: The effects of microcomputers on young children : An examination of free-play choices, sex differences, and social interactions. In : *Journal of educational computing research*. 2 (1986) 147-168.
- Lundgren U.P.: Frame factors and the teaching process. Stockholm 1972 (Almquist & Wiksell).
- Mandinach E.B., Linn M.C.: Cognitive consequences of programming : achievements of experienced and talented programmers. In : *Journal of educational computing research*. 3 (1987) 53-72.
- Mandl H., Spada H. (Hrsg.): Wissenspsychologie. Weinheim 1988 (Psychologie Verlags Union).
- Menis Y., Snyder M., Ben-Kohav E.: Improving achievement in algebra by means of the computer. In : *Educational technology*. August, 1980, 19-23.
- Meyrowitz J.: No sense of place. London 1985 (Oxford University Press).
- Newell A.: Reasoning, problem solving, and decision process. The problem space as a fundamental category. In : Nickerson R.S. (Ed.): Attention and performance. Hillsdale 1980, 693-718 (Erlbaum).
- Niemic R.P., Walberg H.J.: Computers and achievement in the elementary school. In : *Journal of educational computing research*. 1 (1985) 435-440.
- Pea R.D., Kurland D.N., Hawkins J.: LOGO and the development of thinking skills. In : Chen M., Paisley E. (Eds.): Children and microcomputers. Beverly Hills 1985 (SAGE).
- Pflüger J., Schurz R.: Der maschinelle Charakter. Sozialpsychologische Aspekte des Umgangs mit Computern. Opladen 1987 (Westdeutscher Verlag).
- Postman N.: The disappearance of childhood. New York 1982 (Delacorte).
- Putz-Osterloh W.: Wissen und Problemlösen. In : Mandl H., Spada H. : Wissenspsychologie. Weinheim 1988, 247-263 (PVU).
- Rivers R.H., Vockell E.: Computer simulations to stimulate scientific problem solving. In : *Journal of research in science teaching*. 24 (1987) 403-415.
- Schmidt M., Weinstein T., Niemic R., Walberg H.J.: Computer-assisted instruction with exceptional children. In : *Journal of special education*. 19 (1985-86) 493-502.
- Schulz-Zander R.: log in. Schwerpunkttheft Mädchen und Frauen. No 8. München 1988 (Oldenbourg).
- Sinhart D., Lehmann J.: Computernutzung und Lesen. Kiel 1988 (IPN).
- Slavin R.E.: Best-evidence synthesis. In : *Educational Researcher*. 15 (1986) 9,5-11.

- Sloane K.D., Linn M.C.: Instructional conditions in pascal programming classes. Berkeley 1988 (unpublished paper; UC Berkeley).
- Spanhel D.: Neue Medien – eine Herausforderung für die Schulen? Zur Bedeutung der neuen Medien für Jugendliche aus entwicklungstheoretischer und alltagsweltlicher Sicht. Erlangen-Nürnberg 1988 (Universität).
- Spanhel D.: Jugendliche vor dem Bildschirm. Weinheim 1987 (Deutscher Studien Verlag).
- Walberg H.J.: Synthesis of research on teaching. In : M.C. Wittrock (Ed.): Handbook of research on teaching. New York 1986, 214–229 (Macmillan).
- Walberg H.J.: Productive teaching and instruction : Assessing the knowledge base. 1988 (University of Illinois at Chicago, School of Education ; 18pp, mimeographed).
- Webb N.M.: The role of gender in computer programming learning processes. In : Journal of educational computing research. 1 (1985) 441–458.
- What works. Research about teaching and learning. Washington 1987. Second edition. (U.S. Department of education).
- Willet J.B., Yamashita J.J.M., Anderson R.D.: A meta-analysis of instructional systems applied in science teaching. In : Journal of research in science teaching. 20 (1983) 409–417.

Les effets de l'utilisation de l'ordinateur dans le domaine de l'éducation Une analyse de l'état actuel des connaissances empiriques

Résumé

Nous disposons actuellement de quelque 400 analyses empiriques sur les effets de l'utilisation de l'ordinateur et de plus de 800 études de cas et d'applications pratiques. C'est pourquoi il nous semble opportun de procéder à un inventaire systématique. Nos recherches comprennent des études parues avant juillet 1988. Elles recouvrent principalement les thèmes suivants :

- a) effets de l'ordinateur aux niveaux primaire, secondaire et universitaire ;
- b) types de programmes particulièrement appropriés ;
- c) différences entre les diverses matières ;
- d) changement d'attitude des étudiants ;
- e) effets sociaux ;
- f) influence sur les étudiants faibles ;
- g) exigences méthodologiques concernant les recherches à venir.

Effectiveness of Computers in Education

A Survey of Empirical and Meta-Analytical Studies

Summary

Around 400 empirical studies on the effects of computer use in education are available, with double that number of case studies and reports from practice. The time therefore seemed appropriate for a systematic inventory. Our research takes account of studies available by mid 1988. It is focusing on the following issues:

- a) effectiveness of computers in primary, secondary, and higher education ;
- b) particularly suitable programm types ;
- c) differences according to subject ;
- d) changes in student's attitudes ;
- e) social effects ;
- f) effects on weaker students ;
- g) methodological requirements of further research.