

Günter KRAUTHAUSEN, Hamburg

Computer im Mathematikunterricht der Grundschule – Ernüchterung eingeleitet?

1 Problem-Facetten

1.1 Fragwürdige Suggestionen

1.1.1 Erfolgs-Versprechungen

Nachdem sich in den 90er-Jahren einmal eine Software mit einer ›Versetzungsgarantie‹ brüstete, nennt sich ein kürzlich erschienenenes Produkt »die Software mit Lerngarantie« [...]« (Klett 2003, 2). Und worauf gründet sich diese Garantie: auf »die Reihenfolge: Erst üben, dann testen und danach spielen« (ebd.). Solche naiven Versprechungen werden von Eltern geglaubt und können leider auch das vordergründige Gewissen mancher Lehrkräfte beruhigen, anstatt ihr *didaktisches* Gewissen zu beunruhigen. Ist das ›Ernüchterung‹, dass sich dazu kaum Widerspruch regt?

1.1.2 LehrerInnen-Surrogate

Immer noch versuchen die meisten ›Lernprogramme‹, möglichst detailgetreu das zu simulieren, was man für professionstypische Aktivitäten einer Lehrperson hält: Sie weist vor-ausgewählte Aufgaben zu, sie hilft (zeigt, wie's geht), kontrolliert, wertet aus, belohnt und sanktioniert, vergibt Noten. Ein solches LehrerInnenbild lässt sich sowohl in den Köpfen von Schule-spielenden Kleinkindern wie von Softwareentwicklern erkennen. Und *wenn* versucht wird, statt einer *Lehrersimulation* ein ›modernes Lernerbild‹ zu implementieren, dann findet man nicht selten genau jene Fragwürdigkeiten wieder, die auch z.B. aus Fehlformen offenen Unterrichts (ohne PC) bekannt sind: Beliebigkeit, Strukturlosigkeit, Dominanz organisatorischer Fragen, v.a. eine ziemlich unüberlegte Auswahl und Zusammenstellung der Aufgaben.

1.1.3 Spaß & spielerisches Lernen

Zu den resistentesten ›Viren‹ im Lernsoftware-Geschäft gehören das Spaß-Argument und die Verheißung eines spielerischen Lernens. In der Folge wird nahezu reflexhaft die Mathematik in aufwändige Rahmenhandlungen eingebunden, verbunden mit einem für Design-Fachleute z.T. unerträglichen Umgang mit Grafik, Klang, Farbgebung und Grundsätzen des Screen-Designs. Die *edutainment*-Welle des Nachmittagsmarktes ist voll in die Klassenzimmer geschwappt. – Ist das ›Ernüchterung‹, dass sich hier so wenig Widerstand regt? Hat auch hier schon die ›McDonaldisierung‹ des Lernens eingesetzt? Da Lernen angeblich nicht *an sich* interessant *sein* kann, muss es interessant *gemacht* werden – am besten dadurch, dass man um

den ›heißen Inhalt‹ eine Verpackung herumlegt – das multimediale Brötchen um die mathematische Wurst. Dabei geht es aber doch um die *Wurst!*

Die Hoffnung oder das Motiv, das Kind möge vor lauter Spiel und Action gar nicht merken, dass es in Wirklichkeit lernt, das nenne ich ›zum Lernen überlisten‹ und halte es für ein unlauteres Vorgehen. Denn Kinder haben ein Anrecht zu erfahren, dass Lernen auch an Ausdauer, Anstrengung und Verantwortlichkeit gebunden ist und keineswegs nur ständig aus ›fun‹ und Weiterzappen besteht. Sie haben ein Anrecht zu erfahren, wie befriedigend eine Motivation aus der Sache sein kann, und dass es nicht nur/immer/sofort der Befriedigung durch extrinsische Belohnungssysteme bedarf.

Dass Kinder dies anders sehen mögen, ist nur bedingt ein Argument, denn es ist nicht Aufgabe der Schule, das Motivationsgefüge des Kindes, seinen Geschmack und sein Qualitätsgefühl zu verabsolutieren. Erziehung ist keine ›Anbiederung an den Publikumsgeschmack‹, sondern schließt auch Erziehung zur *Geschmacksbildung* ein.

1.1.4 Begriffliche Irritationen

Software erklärt sich häufig prädestiniert für Offenen Unterricht, Freiarbeit, Projekte, entdeckendes Lernen, produktives Üben etc. *Hinter* diesen Begriffen stehen aber nicht selten ausgesprochen fragwürdige Realisierungen, die befürchten lassen, dass z.B. unter dem Etikett Offener Unterricht eine Kopplung von verfeinerter, ›offener‹ Unterrichtstechnologie, geschlossener Kommunikation und inhaltlicher Standpunktlosigkeit um sich greift (vgl. Brosch 1991) und technisch perfektioniert wird. Spitzenreiter der Eye-Catcher auf Umverpackungen und in Anzeigen sind nach wie vor folgende:

- *Selbstkontrolle* – i.d.R. handelt es sich aber nur um eine delegierte Fremdkontrolle: Anstelle der Lehrerin sagt das Programm dem Kind: richtig oder falsch (wie die Stöpselkarte oder ein konsistentes Puzzlebild). Selbstkontrolle aber verlangt als solche »eine erhöhte geistige Urteilskraft« (Oehl 1962, 33). Man muss mathematische Beziehungen von einem übergeordneten Standpunkt aus und kraft einer Einsicht in die Zusammenhänge überprüfen. »Jeder Kontrolle muß ein Denkakt zugrunde liegen, der die Kontrollmaßnahmen auslöst« (ebd. 33 f.).

- *Diagnostik* – Meist wird programmintern nur auf falsch/richtig geprüft. Das muss nicht prinzipiell zu kritisieren sein, denn die Sinnhaftigkeit ist z.B. abhängig vom didaktischen Ort. Problematisch wird es aber, wenn der Umgang mit den so erhaltenen Informationen fragwürdig wird (z.B. nach dem 3. Fehler Vorgabe der richtigen Lösung) oder wenn weit mehr suggeriert wird als eine Software leisten kann (s.u.). Dass manche LehrerInnen

sich solche Diagnosemodule wünschen, dem kann man durchaus mit *didaktischen* Argumenten anstatt durch Implementierung fragwürdiger Pseudo-Diagnostik-Module begegnen (Krauthausen 2004).

- *Adaptivität* – Nahezu jedes Programm wirbt mit der Fähigkeit einer optimalen Passung zwischen dem Lernbedarf des Kindes und dem Lernangebot (Leutner 1995, 141). Suggestiert wird damit eine hochkomplexe Diagnostik, die in effiziente Lehraktivitäten der Software umgesetzt wird. Zu Grunde liegt aber meist die Verwechslung der Begriffe Adaptivität und Adaptierbarkeit: »Ein System ist adaptierbar, wenn es durch externe Eingriffe an veränderte Bedingungen angepaßt werden kann« (ebd., 142). Das leisten die meisten Programme auch (jedenfalls annähernd). Was sie aber suggerieren, ist mehr, nämlich Adaptivität: »Ein System ist dann adaptiv, wenn es sich selbständig an veränderte Bedingungen anzupassen vermag« (ebd., 143). Adaptivität i.d.S. wird meist nur simuliert, z.B. durch ein vorgestelltes »Herauf-« bzw. »Herunterschalten« (was ist »herauf« oder »herunter«?!) zwischen fest definierten Stufen: n Fehler auf Ebene A bewirken den Sprung auf Ebene B . Und m korrekte Lösungen auf Ebene B erlauben den Sprung auf Ebene A . Für Schüler X oder Schülerin Y muss eine andere Stufe aber nicht dasselbe bedeuten, und es ist auch gar nicht vorauszusetzen, dass diese Stufe wirklich die optimale Förderung sein muss.

Die Behauptung, ein Programm individualisiere den Lernvorgang, ist zudem auch deshalb fragwürdig, weil Schwierigkeitsgrade nicht alleine daran gemessen werden können, welche formal-syntaktischen Schritte zur Lösung durchlaufen werden müssen (vgl. Matros 1994). Und wenn in der Literatur der Multimediaentwicklung von einem hohen Implementationsaufwand adaptiver Systeme gesprochen wird, dann ist erkennbar, warum eine 40 € Grundschulsoftware dies wohl kaum *wirklich* anbieten kann.

2 Entprofessionalisierungs-Tendenzen

2.1 LehrerInnen als Experten für ...

Nicht selten findet sich in der Literatur Folgendes: Computer-unerfahrene LehrerInnen kokettieren mit ihrer diesbezüglichen Inkompetenz und stellen die Tatsache, dass ihnen ihre Schüler darin überlegen seien, als Merkmal »moderner« Pädagogik dar. Ein Beispiel: »*Rainer wollte nicht den vorge-schlagenen Budenberg bearbeiten, sondern es reizte ihn, ein anderes Programm – den »Baukasten« – zu versuchen. Ich hatte das selbst noch nie ausprobiert, wusste also natürlich nicht, wie es funktionierte, und ich bekam es bei meinen ersten Versuchen auch nicht hin. Als ich merkte, dass ich ungeduldig wurde, drückte ich Rainer die Maus in die Hand und bat ihn, ein bisschen zu experimentieren. Es vergingen keine fünf Minuten, da kam er mit einer Erfolgsmeldung. Später hat er mir das Programm erklärt*

und er war sehr stolz darauf. [...] Ich profitierte von dem, was Rainer herausgefunden hatte, ich lernte von ihm« (Schwichtenberg 2001, 124).

Um Missverständnissen vorzubeugen: Das Postulat des Von- und Miteinander-Lernens halte ich ausdrücklich auf Schüler *und* Lehrer anwendbar. Aber ist es nicht doch eine didaktische Selbstverständlichkeit, sich selbst erst sehr gründlich mit einer Software (wie mit anderen Medien/Angeboten) zu beschäftigen, bevor man sie im Unterricht zur Verfügung stellt? Würde die o.g. Lehrerin so auch in einer computerfreien Situation argumentieren? Falls nein, dann zeigt das die Macht des Mediums; falls ja, ...

Die *primäre* Kompetenz einer Lehrerin, die den Computer einsetzt, zielt zudem in eine andere als die technische Richtung: auf grundsätzliche Fragen (von Hentig 2002), und auf solche, für die sie als Spezialistin ausgewiesen sein sollte: Fragen sinnvollen Lernens und Lehrens (hier: von Mathematik) – ob mit oder ohne Computerunterstützung. Wer fachdidaktisch ›fit‹ ist, hat auch eine ganze Reihe substanzieller Argumente und Gütekriterien für eine sinnvolle Computernutzung (und wird dann gewisse Programme auch *nicht* einsetzen).

2.2 Publikationen zum Mathematikunterricht

In der Literatur zum Computer im Mathematikunterricht der Grundschule findet eine ernsthafte Auseinandersetzung mit *fachdidaktischen* Standards kaum statt. Zwar wird von Voraussetzungen gesprochen, unter denen der Computereinsatz Sinn mache. Dass diese aber auf breiter Front gar nicht gegeben sind, wird entweder unterschlagen oder flugs übergangen, jedenfalls nicht weiter berücksichtigt. So entsteht der Eindruck von Fakten, obwohl es sich in Wirklichkeit nur um einen Konjunktiv handelt.

Weiterhin auffallend: Im Rahmen des Angebots zum Thema Computer und Grundschule kommt der *Mathematikunterricht* überraschend selten vor. Im Handbuch *Grundschule und neue Medien* (Mitzlaff /Speck-Hamdan 1998, Hg.) findet man 26 Beiträge, keiner davon zum Mathematikunterricht. Unter über 40 Beiträgen eines anderen Handbuchs (Reiter et al. (Hg.) 2000) sind es immerhin drei (2,5%) zum Mathematikunterricht, die in ihrer Fragwürdigkeit kaum zu übertreffen sind (und im Vortrag konkret gezeigt wurden; Hoanzl 2000; Bauchinger 2000; Winter 2000). *Best practice* Beispiele, die diesen Namen aus fachdidaktischer Sicht, und sei es nur annähernd, verdienen und deren Integration in ein Unterrichtskonzept überzeugend erkennbar wäre, sehen m.E. anders aus, und man sucht sie i.d.R. vergebens.

2.3 Bewertungspraxis

Das Feld der Schulsoftware-Bewertung wird zu sehr externen Akteuren überlassen, angeführt vom ›wirklich unumstrittenem Experten‹ (Hamburger

Abendblatt 2001) und ›führenden Journalisten in Sachen Computer und Kinder in Deutschland‹ Thomas Feibel (www.feibel.de), dessen alljährlicher Lernsoftware-Ratgeber Leitmedium vieler Kaufentscheidungen für Schulen ist, wobei die Substanz der Bewertungen bzw. die Vergabe der bis zu 6 Büffel (!) dürftig und undurchsichtig ist (im Vortrag exemplarisch dokumentiert).

Eine Unmenge an (auch ungeschützten) Gütesiegeln und Software-Preisen wird ausgelobt – von ausgesprochen interessant zusammengesetzten ›Expertenrunden‹ (»Redakteurin, zuständig für die schönen Seiten des Lebens: Reisen, Essen, Wochenende«; Hinze 1999). Die resultierenden Ratschläge sind schlicht: »Deswegen ist der Computer vor allem für lernschwache Schüler ein Segen. Man kann es auf folgende Formel bringen: Je mehr Probleme ein Kind beim Lernen hat, desto wichtiger wird der PC bei der Wissensvermittlung« (Wiesner 1999, 24). Doch es geht noch euphorischer: »Weil es beim Lernen mit dem Computer nicht mehr so viel Leerlauf wie beim Frontalunterricht gibt, kann das bisherige Lernpensum in zwei Tagen pro Woche bewältigt werden. Mit dem Vorteil, dass der Lernstoff etwa dreimal so lange im Gedächtnis bleibt« (Wiesner 1999, 24 f.).

Fachdidaktik wird als nahe liegende Instanz für Softwarebewertung kaum wahrgenommen, erst Recht nicht als zentrale Instanz. Und Bewertungen vor pädagogischem Hintergrund leiden oft unter ihrem Allgemeingrad. Das liegt nicht am grundsätzlichen Fehlen von Kriterien (diese stehen im Grunde in den Lehrplänen!), wohl aber am Fehlen *fachdidaktisch differenzierter* Kriterienkataloge. Denn ein und dasselbe Kriterium kann bei einer offenen Lernumgebung ganz anders zu bewerten sein als bei einem Trainingsprogramm. Eine unmittelbare Rückmeldung etwa mag im einen Fall durchaus Sinn machen, in einem anderen aber völlig kontraproduktiv sein. Darüber täuschen die schlichten Ankreuzformulare oder standardisierten Fragebögen hinweg, sie lassen solche Unterscheidungen nicht zu.

Der vielleicht unrealistische Spagat zwischen dem Wunsch nach einem leicht handhabbaren und ökonomisch zu erstellenden Eignungsprofil zu einer Software kollidiert immer wieder mit der an sich erforderlichen Akribie des genauen Hinsehens *und* der erforderlichen Vertrautheit mit relevanten theoretischen Konzepten der Mathematikdidaktik:

Wer das *operative Prinzip* nicht kennt, wird auch schwerlich unterscheiden oder gar wertschätzen können, ob eine Software dieses zentrale mathematikdidaktische Prinzip konsequent umsetzt, oder ob es sich um eine völlig willkürliche und zufallsgesteuerte Aufgabenzusammenstellung und -abfolge handelt. Wer das Konzept des *produktiven Übens* nicht kennt, der wird auch nicht wissen, dass dazu – ab einer bestimmten Stelle im Lernprozess

und nur bei einigen Inhaltsbereichen – *auch* eine Automatisierungsphase gehört, wohlgemerkt: unter dem konzeptionellen Dach des aktiv-entdeckenden Lernens! In Unkenntnis dessen wird dann mit leichter Hand das Kind mit dem Bade ausgeschüttet – selbst von der Bewertungsstelle eines Landesinstituts (vgl. Engel et al. 1998, 19).

Positive Ansätze *fachdidaktischer* Softwarebewertung liegen zwar vor (Becker-Mrotzek/Meißner 1994/1995; DEP-Projekt, Brinkmann/Brügelmann 2004), haben jedoch bislang noch zu keinen überzeugenden Ergebnissen oder Konsequenzen geführt.

2.4 Kostenfaktor von High-Quality Software

Die Entwicklung von HiQ-Software kann nur gelingen, wenn professionelle Spezialisten aus *diversen* Bereichen kooperieren. Und solche Spezialisten kosten Geld. »Die Skala zwischen Professionalität und Dilettantismus«, schreibt ein Fachmann der Multimedia-Produktion, »spreizt sich zuweilen sogar bis zum Faktor hundert« (Peters 1995). Solche Unterschiede bei der Auswahl geeigneter Programmierfirmen zu erkennen, ist für Verlage ausgesprochen schwierig. Und trotzdem müssen sie sich entscheiden: ›Quick-&-dirty‹ (und billig) oder ›High-Quality‹ (und höhere Investitionen).

Die naive Vorstellung, es ginge lediglich darum, Inhalte auf eine CD-ROM zu bringen, ist ein fataler Irrtum, der die Eigengesetzlichkeiten des Mediums und die sich daraus ergebenden spezifischen Anforderungen (auch didaktisch konzeptioneller Art!) verkennt und der zu eben jenen Produkten führt, wie sie mehrheitlich am Markt sind: elektronische *Lehrer*-Surrogate statt medienspezifisch unterstützte Arbeitsumgebungen für *Lernende*.

Für die eigentliche Programmierung gilt angesichts des (im Prinzip) technisch Machbaren: Weniger ist oft mehr. Aber nichts ist auch schwieriger, als ›Einfachheit‹ und ›Schlichtheit‹ in der *positiven* Bedeutung des Wortes zu realisieren! Es ist eine eigene Kunst (und daher kostenintensiv), Komplexität und Flexibilität eines Programms durch eine gleichwohl intuitive und ästhetisch anspruchsvolle Programmoberfläche handhabbar zu machen. Die Ansprüche an die Programmierung werden also nicht einfacher, sondern komplexer. Im Einstein-Jahr erinnert das an einen seiner bekanntesten Aphorismen: »Alles sollte so einfach wie möglich gemacht werden, aber nicht einfacher«.

3 Positiv-Beispiele

Im Vortrag wurden exemplarisch vorgestellt: REKENWEB – als Beispiel für kleine Web-Applets mit mathematischen Aktivitäten für die Grundschule (www.fi.uu.nl/rekenweb/en/welcome.xml). FACTORY (Sunburst) – als Beispiel für ›klein, aber fein‹ (Förderung der Raumvorstellung; vgl. Carniel et

al. 2002; Krauthausen 2003). ZAHLENFORSCHER (vgl. Krauthausen i. Vb. 2005) – als Beispiel für eine aufwändige Langzeitentwicklung unter konsequent fachdidaktischen Gütekriterien.

4 Auf der Agenda

4.1 Stärkerer Einfluss der Fachdidaktik

Die Fachdidaktik müsste häufiger und deutlicher Position beziehen (Klartext!) und damit der Schulpraxis klarere Entscheidungshilfen anbieten. Die bisherige Zurückhaltung (Ernüchterung?) hat mit dazu beigetragen, dass die Gesetze des Nachmittagsmarktes auch den Computereinsatz im Unterricht mehr und mehr infiltrieren. Das ›Einmischen‹ kann auf verschiedenen Ebenen geschehen:

a) Hochhalten *fachdidaktischer Standards*, um zu vermeiden, dass sie angesichts einer Tastatur aus dem Blick geraten und dem Computer als Motivationsautomat geopfert werden.

b) Nachdenken über didaktisch sinnvolle, alternative *Software-Typen* und Prüfung entsprechender Beispiele auf konzeptionell sinnvolle Integrations- oder Adaptionmöglichkeiten, z.B.: Tabellenkalkulationen (›Umgang mit Daten‹ im Rahmen des Sachrechnens), Simulationen (Repräsentanten mathemathikhaltiger Sachkontexte, ohne vorgefertigte Aufgabenserien; vgl. Krauthausen 1994), Internet, ...

c) *Lehrerbildung*: Auch oder gerade angesichts der schlechten Qualitätsstandards ist die Analyse von Software-Beispielen oder diverser Bewertungskataloge im Rahmen der Lehrerbildung unter spezifisch *fachdidaktischem* Fokus höchst lernrelevant und -effektiv (auch allgemein fachdidaktisch, also unabhängig vom Computer!). Schulen sind um so immuner gegen *junk-Software*, je besser LehrerInnen ihr *ureigenes* Geschäft verstehen und verstehen, d.h. je solider ihre fachdidaktischen Kenntnisse sind.

d) Sofern es *konkrete Entwicklungsarbeiten* betrifft, sollte die Fachdidaktik *federführend* sein – was allerdings ein umfassendes Arbeitsprogramm bedeutet! Und in letzter Konsequenz sollte das auch Rückzug einschließen, wenn es didaktisch fragwürdig werden sollte (vgl. Matros 1994).

e) Qualitätsaussagen über Software müssen auch die Verwendungssituation (sinnvolle Integrationsmöglichkeiten in den Unterricht) berücksichtigen. Für die Grundschule stehen i.d.S. dezidierte Arbeiten zur Wirkungsfor-schung noch aus. Es wäre aber lohnenswert, mehr darüber zu wissen, wie eine verfügbare Medientechnik aus *didaktischer* Sicht mit vorhandenen (oder wünschenswerten) Lernumgebungen zusammengebracht werden und mit ihnen harmonisieren kann.

4.2 Grundschule als Abnehmer und ›Markt‹

Auch die Grundschule selbst sollte ihren Einfluss nicht unterschätzen. Solange, wie die Schule hier nicht *wirklich auf Qualität für ihre Kinder besteht*, wird es beim augenblicklichen Status Quo bleiben. Die Grundschule hat allen Anlass, didaktisch selbstbewusst zu sein und sich von den Gesetzen des Nachmittagsmarktes ›das Heft nicht aus der Hand nehmen lassen‹. Sie muss laut und deutlich ihre konkreten Bedarfe und begründeten Qualitätsmaßstäbe für die mediale Zukunft äußern – DANN aber auch nach Außen durch ihr Kaufverhalten *konsequent* glaubhaft machen!

5 Resumee

Zweifellos ist eine enorme *quantitative* und *technisch-qualitative* Entwicklung zu verzeichnen: Es gibt *mehr* Computer an Grundschulen, es gibt *bessere* Computer an Grundschulen. Ein *inhaltlich-qualitativer, didaktischer* Durchbruch lässt aber im Prinzip immer noch auf sich warten, jedenfalls sofern man auf breite Erträge setzt und sich nicht von Einzelaktionen beeindrucken lässt. Es besteht immer noch die Gefahr, den Computer als Allzweckwaffe gegen Defizite zu benutzen, die anderenorts verursacht wurden und eigentlich auch dort angegangen werden müssten.

Vor inzwischen 14 Jahren habe ich die AWARE-Strategie vorgeschlagen (Krauthausen 1991): *Anforderungen definieren / Warten können / Argumente fordern / Ressentiments vermeiden / Euphorien verhindern*. Auch heute noch kann diese Strategie das Gebot der Stunde sein (vgl. Padberg 2005, Radatz et al. 1999), denn die Postulate können keineswegs als generell erfüllt, ja im Einzelfall nicht einmal als konsensfähig gelten (vgl. Büttner/Schwichtenberg 2001 sowie 2.2).

Erweiterte Technik kann *u.U.* neue Möglichkeiten eröffnen. Aber didaktische Konzepte unterliegen anderen Gesetzen und Halbwertszeiten als technische Innovationsschübe. Reflektierte Wachsamkeit ist also nicht zwangsläufig gleichbedeutend mit Trägheit und verpassten Anschlüssen, wie man sie der Schule so gerne vorwirft. ›Ernüchterung‹ sensu Tucholsky jedenfalls wäre fatal: »*Wat brauchst du Jrundsätze, wenn dun Apparat hast!*«

Literatur

Eine Literaturliste kann beim Verfasser angefordert werden.