

Anhang

Mediendidaktischer Exkurs zum Lernen mit digitalen Medien

Von Helmut Meschenmoser

1 Funktion von Medien

In einschlägigen Publikationen werden unterschiedliche – teilweise sogar sich widersprechende – Aussagen zu Medien und ihren Funktionen getroffen. Drei Beispiele:

- »Medien sind technische Geräte und Zubehör, die den Unterricht unterstützen!«
- »Auch Massenmedien sind Unterrichtsmedien!«
- »Alles, was den Lernprozess unterstützt, wird zu den Medien gerechnet. Das wichtigste Medium im Unterricht ist die Lehrkraft!«

Um die Möglichkeiten von digitalen Medien im Mathematikunterricht zu reflektieren und deren Einsatz im Kontext eines Schulcurriculums zielgerichtet zu planen, werden hier verschiedene Ansätze zur Mediendidaktik, Medienpsychologie und Mediensoziologie erörtert.⁷⁶

1.1 Emanzipatorische und funktionalistische mediendidaktische Konzepte

Otto (1985, S. 78 f.) differenziert in der mediendidaktischen Diskussion zwei Gruppen von Konzepten, die sich argumentativ gegenüberstehen: funktionalistische und emanzipatorische Konzepte.

⁷⁶ Die Quellen sind schon älter, aber haben auch heute Gültigkeit. Eine kritische Analyse der aktuellen Literatur veranschaulicht zugleich, wie oberflächlich der Einsatz von digitalen Medien diskutiert wird und dass eine systematische Fortschreibung aussteht.

Funktionalistische Konzepte

Die funktionalistischen Konzepte zielen auf eine optimale Organisation der Lernsituation, Medieneinsatz soll Rationalisierung des Unterrichts bezwecken. Der Ausgangspunkt dieser Ansätze wird bei Skinner bzw. behavioristischen Lerntheorien gesehen, in denen Medien als Reizauslöser und Reaktionskontrollere im Lernprozess verstanden werden (vgl. 2). Durch die Medien versprechen sich Vertreter der auch als »unterrichtstechnologisch« bezeichneten Konzepte folgende Vorteile: Unterricht kann damit

- kurzschrittig,
- überschaubar,
- kontrollierbar und
- rationalisierbar gestaltet werden.

Dies – so die Annahme – sind wesentliche Voraussetzungen für die Effektivität des Lernens (vgl. Issing/Knigge-Illner 1976). Diesem Verständnis von Mediendidaktik stehen Ansätze entgegen, die als emanzipatorisch bezeichnet werden.

Emanzipatorische Ansätze

Sie zielen auf die Entwicklung von Artikulationsfähigkeit und Handlungskompetenz, auf die Befähigung zu Kommunikation und auf die wachsende Selbstgestaltung des eigenen Lernprozesses.

Nach Baacke (1973) stimmen die emanzipatorischen Ansätze trotz unterschiedlicher Akzentsetzungen mit folgenden Merkmalen überein:

- Unterricht wird als offener Lernprozess von Lehrerinnen und Schülerinnen verstanden;
- die Beteiligten – Lehrerinnen wie Schülerinnen – gestalten gemeinsam den Lernprozess und den damit verbundenen Einsatz der Medien;
- Massenmedien sollen in ihrem gesellschaftlichen Zusammenhang analysiert und es soll gelernt werden, sie im eigenen Interesse zu nutzen.

Bereits dieser knappe Exkurs lässt erkennen, dass die Gestaltung, Auswahl und unterrichtspraktische Nutzung von Medien im individuellen Lernprozess nicht beliebig ist. Deshalb ist es wichtig, möglichst auf die eigenen unterrichtspraktischen Leitbilder hin abgestimmte, mediendidaktisch begründete Entscheidungen zu treffen.

Weil emanzipatorische mediendidaktische Ansätze besser geeignet sind, Impulse zur Erhöhung der Eigenverantwortung der Lernenden insbesondere auch bei der Nutzung von digitalen Medien im Unterricht zu bieten, stützen sich darauf die folgenden Ausführungen.

1.2 Von Hilfsmitteln zu Unterrichtsmedien

Ein allgemeingültiges Verständnis darüber, was mit dem Begriff »Medien« gemeint ist, lässt sich nicht ermitteln. Es liegen verschiedene Versuche vor, eine begriffliche Ordnung herzustellen (vgl. Otto 1985, S. 75 f.; Tulodziecki 1997, S. 13; Dichanz/Kolb 1974, S. 9 ff.; Schulze 1978, S. 49ff.), die aber nicht befriedigen können.

Der Erziehungswissenschaftler Schulze bewertete bereits vor über 30 Jahren die nach wie vor diffuse Situation: »Der »Medien«-Begriff zeigt eine ähnlich verwirrende Vielfalt an Bedeutungen wie der »Methoden«-Begriff. Insgesamt ist die Literatur zu pädagogischen Medienfragen eher an allgemeinen Medientheorien als an Aufgaben der Erziehung und am pädagogischen Handlungszusammenhang orientiert« (Schulze 1978, S. 57).

Diese über 30 Jahre alte Diagnose hat durchaus noch Gültigkeit, denn trotz der großen Hoffnungen, die mit den digitalen Medien, mit Multimedia und Internet verbunden sind, steht eine Verständigung auf mediendidaktische Grundlegungen im schulpädagogischen wie im fachdidaktischen Kontext noch aus.

Immer wieder werden in pädagogischen und fachdidaktischen Publikationen – vermutlich unbewusst – tradierte (und überwiegend widerlegte) medientheoretische Auffassungen fortgeschrieben.

Dabei ist der Begriff »Medien« schon fünfzig Jahre in der didaktischen Diskussion; traditionell war der Begriff »Hilfsmittel« üblich (vgl. Döring 1969). Eingebracht wurde der Medien-Begriff in den didaktischen Zusammenhang von Heimann (1962), wobei er die enge Beziehung von Medien zu Inhalten und Methoden hervorhob. Angeregt wurde er bei seinen Überlegungen durch die damals neuen Möglichkeiten und Perspektiven der Einbeziehung von (Schul-)Fernsehsendungen in den Unterricht (Heimann 1962, S. 421). Seitdem werden zunehmend Medien-Fragen von Methoden-Fragen unterschieden und gesondert behandelt (vgl. Otto 1985, S. 76; Schulze 1978, S. 47; Dichanz/Kolb 1974, S. 16 ff.; Heidt 1976, S. 54 ff.).

Was sind Medien?

Um nun das Spannungsverhältnis verschiedener Definitionen zum Begriff »Medien« herauszustellen, bietet der Medienpädagoge Tulodziecki zwei Definitionen – eine sehr weite und eine engere:

- »In allgemeinsten Bedeutung kann man ein »Medium« als die Form bezeichnen, in der sich ein Inhalt oder Sachverhalt einem Menschen darstellt bzw. in der er präsentiert wird. Der Begriff »Medium« beschreibt in diesem Sinne ein funktionales Element in der Interaktion des Menschen mit seiner Umwelt« (Tulodziecki 1992, S. 12).

- »Man spricht nur dann von Medien, wenn Informationen mit Hilfe technischer Geräte gespeichert oder übertragen und in bildhafter oder symbolischer Darstellung wiedergegeben werden« (ebd., S. 14).

Ausgehend von dem sehr weiten Medienbegriff von Tulodziecki hätte jede Interaktion und Kommunikation - d. h. auch jeder unterrichtliche und erzieherische Vorgang – eine mediale Komponente. Solch eine weitgehende Auffassung schließt ein, dass auch Menschen als Medien verstanden werden. Diese extreme Auffassung vertritt beispielsweise Meyer (1993, S. 36). Der enge – eher technische – Medienbegriff schränkt hingegen auf technisch unterstützte Kommunikationsvorgänge ein. Er umfasst sowohl die technischen Geräte bzw. Einrichtungen zur Erfassung, Speicherung oder Übertragung von Informationen (Hardware wie OH-Projektor, Computer, Beamer) als auch die dazugehörigen Materialien (Software wie OH-Folien, DVDs mit Filmen, Programmen etc.). Es fällt auf, dass beide Tulodziecki-Definitionen, die weite wie die enge Begriffsbestimmung, sich nicht auf Unterricht beziehen und deshalb für mediendidaktische Überlegungen erweitert werden müssen.⁷⁷

Insgesamt wird in der erziehungswissenschaftlichen Diskussion Medien in zweierlei Hinsicht eine besondere Bedeutung zugemessen: einerseits, weil man sich von ihnen eine Erweiterung der unterrichtlichen Möglichkeiten verspricht, andererseits, weil sie in der Freizeit der Schülerinnen und Schüler eine große Rolle spielen (vgl. Tulodziecki 1992, S. 14). Dichanz/Hasebrink (1992) warnen jedoch vor einer Überbewertung der Rolle der Unterrichtsmedien. Außerdem geben sie zu bedenken, dass bisher kein Nachweis geführt wurde, der die viel zitierte Grundannahme von Heimann (1962) zur »gegenstandskonstituierenden Funktion« von Medien bestätigen könnte (vgl. Dichanz/Hasebrink 1992, S. 163).

Kommunikationstheoretisch werden Medien als »Interaktionsvehikel« betrachtet, die eine kommunikative Funktion zwischen mindestens zwei Personen übernehmen. Im Lehr- und Lernprozess können Medien kommunikationsunterstützend und/oder kommunikationsübertragend bzw. kommunikationssteuernd wirken.

Unterricht wird dabei als institutionell organisierte Form kollektiven Lehrens und Lernens in einer Lerngemeinschaft von kommunizierenden Individuen verstanden. Unterrichtsmedien werden demnach als Medien betrachtet, die mit einem didaktischen Hintergrund entwickelt wurden, mit Konzepten für ihre Einbindung in den Lehr- und Lernprozess. Aber auch Medien – beispielsweise Tageszeitungen, Nachrichtensendungen oder auch Lexika –, die nicht originär für den Unterricht bestimmt sind, können für ihn genutzt werden. Diese Ver-

⁷⁷ Zur differenzierten Darstellung unterschiedlicher, für mediendidaktische Ansätze diskutierter Medientheorien siehe Meschenmoser 1999.

wendung ist durch didaktisch begründete Kriterien zur Auswahl, zur Einführung und zum Gebrauch durch Lehrpersonen und Schülerinnen/Schüler zu legitimieren.

Bei einer Analyse von Medien ist es deshalb unabdingbar, diesen didaktischen Hintergrund einzubeziehen. Einerseits ist dessen Qualität, andererseits der situative Bezug der Anwendung im Unterricht – wozu u. a. die individuellen Lernbedingungen gezählt werden – entscheidend für die Wirkung bzw. den Nutzen des jeweiligen Mediums im Lernprozess. Für einen an aktuellen fachdidaktischen Maßstäben orientierten Mathematikunterricht bedeutet dies, den Schülerinnen und Schülern möglichst viele Anlässe zum produktiven Umgang mit Medien zu geben, und zwar zur Gestaltung ihrer eigenen Lernprozesse. Die Mitgestaltung des Lernprozesses im Unterricht bedeutet einerseits die Wahl zwischen verschiedenen Medien, andererseits die Formen der Nutzung und deren Reflexion mitzubestimmen. Damit ist zugleich eine motivierende, strukturierende und reflexionsanregende Lehrerrolle gefordert. Schüler erhalten in einem so gedachten Unterricht eine aktive Funktion, die es ermöglicht, an den eigenen Lernbedingungen mitzuwirken (vgl. Bildungskommission NRW 1996).

Die didaktische Bedeutung von Medien erwächst demgemäß aus der Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden, die sich mit diesem Medium befassen, sowie aus der Art und Weise, wie sie ihm gegenüber handeln. Dies bedeutet, dass Medien nicht per se eine fixierte didaktische Bedeutung zugeschrieben werden kann, sondern sich diese im didaktischen Handeln entwickelt und als jeweiliges Ergebnis im Kontext eines konkreten Lernarrangements zu verstehen ist.

2 Wie lernt man mit Medien?

Es sind vor allem die digitalen Medien, mit denen große Hoffnungen für so genannte »neue« Formen des Lernens verbunden werden. Deshalb gilt es, die Frage zu klären, welche Chancen sich durch den Einsatz von interaktiven Medien für das Lernen ergeben.

In diesem Abschnitt werden aus mediendidaktischer Perspektive verschiedene lernpsychologische bzw. erkenntnistheoretische Ansätze skizziert und deren Relevanz für die Gestaltung von Medien sowie der entsprechenden Unterrichts- und Lernprozesse reflektiert.

Leitfragen dabei sind:

- Wie lernt der Mensch mit Medien und wie können die damit verbundenen Prozesse im Unterricht unterstützt werden?
- Welche Rolle spielen Medien im Lernprozess?

- Wie müssen Medien und deren unterrichtspraktischer Einsatz gestaltet sein, damit Lernen besser, effizienter und mit mehr Motivation erfolgen kann?

Wie bereits in Abschnitt 1 erörtert, wirken Medien im Lehr- und Lernprozess kommunikationsunterstützend und/oder kommunikationsübertragend bzw. kommunikationssteuernd. Die Rezeption bzw. die individuelle Wirkung der Medien hängt vom »situativen Kontext« sowohl ihrer Herstellung als auch ihrer Nutzung ab. Ihre Wirkung im Unterricht wird demnach durch vielfältige Faktoren wie räumliche, zeitliche, institutionelle, personale und soziale Bedingungen beeinflusst. Mit dem zuvor skizzierten emanzipatorischen Anspruch der Mitgestaltung werden nachfolgend unterschiedliche lernpsychologische Ansätze in knapper Form im mediendidaktischen Kontext skizziert und kritisch hinsichtlich des Lernens mit digitalen Medien reflektiert, womit nicht der Anspruch erhoben wird, eine Einführung in die Lernpsychologie zu leisten.

Ein Problem: verschiedene Lernstrategien

Um deutlich zu machen, wie unterschiedlich auf ein und das gleiche Problem reagiert werden kann, vorab ein praktisches Beispiel. Um die prinzipielle Bedeutung von Lernstrategien zu erläutern, entfernen wir uns dazu kurz vom Mathematikunterricht:

Es geht um die Montage von Fahrrädern in Serienfertigung am Fließband. Bei der abschließenden Qualitätskontrolle werden immer wieder bestimmte Mängel (Fehler) an der Beleuchtungsanlage festgestellt. Die wiederholte Fehlerbehebung kostet viel Geld. Zur Vermeidung der Fehler kann nun auf unterschiedliche Weise reagiert werden. Ein Weg wäre es, durch wiederholtes Vormachen und kontrolliertes Nachmachen die erwünschten Montageschritte zu trainieren. Zusätzlich könnte für mängelfreie Montage eine Prämie in Aussicht gestellt oder im Gegensatz dazu bei wiederholten Mängeln Lohnabzug angedroht werden.

Ein anderer Ansatz sieht das Lernen durch Einsicht vor. Mit dem Monteur gemeinsam könnten die Funktion und der Aufbau des Stromkreislaufes erarbeitet werden, damit sie ein Verständnis für den »komplexen« Vorgang bilden kann.

Während der erste Lösungsansatz keine Einsicht vermittelt, durchaus den Arbeitsdruck erhöhen könnte und dadurch nicht unbedingt Fehler vermieden werden, führt der zweite Weg zu einer Erhöhung des Qualitätsbewusstseins, die auf Einsicht beruht. Mit dem notwendigen Verständnis kann der Monteur außerdem selber die Beleuchtungsanlage prüfen, idealerweise selbstständig Fehler analysieren und diese gleich beheben.

Theorien zum Lernen

Jedes Kind hat bereits eigene Vorstellungen vom Lernen. Diese subjektiven Theorien machen sich an unterschiedlichen Aspekten fest: »Daniel hat sich eben nicht genug angestrengt, um die Aufgaben richtig zu lösen!« Neben der mangelnden Leistungsbereitschaft wird häufig die so genannte Begabung genannt, aus deren Existenz oder mangelnder Ausprägung entsprechende Erfolge oder Misserfolge resultieren: »Susanne hat eben keine Begabung für Mathematik und tut sich deshalb schwer, die Aufgaben zu bearbeiten!« Schließlich wird selbst das Lebensalter zur Begründung von Lernleistungen herangezogen: »Ein alter Hund lernt keine neuen Tricks« oder »Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr!«

Solche – durchaus auch von Lehrerinnen und Lehrern – spontan vorgebrachten Antworten enthalten Elemente, die sich auch in wissenschaftlichen Theorien zur Erklärung des Lernens wiederfinden. Der große Nachteil aller dieser Theorien ist, dass es keine universale Theorie des Lernens aller möglichen Verhaltensbereiche gibt, sondern eine Vielzahl sehr unterschiedlicher, sich teilweise ergänzender, aber auch widersprechender Konzepte. Die Theorie des Lernens am Modell (nach Bandura) erklärt beispielsweise überzeugend das Lernen sozialen Verhaltens, ist jedoch nicht geeignet, Begriffslernen zu erklären (vgl. Piel 1977, S. 67 ff.). Eine praktische, handlungsleitende Antwort auf die Frage zu geben, wie Kinder und Jugendliche lernen, ist daher von einer einzigen Theorie her immer nur eingeschränkt möglich.

Je nach den theoretischen Annahmen lassen sich verschiedene Ansätze so genannten Lernparadigmen zuordnen, wobei man – vereinfacht ausgedrückt – unter Paradigmen historisch gewachsene, theoretisch begründete Sichtweisen versteht.

Charakteristisch für Paradigmen ist die unterschiedliche Strukturierung und Interpretation durchaus gleicher oder zumindest ähnlicher Informationen, z. B. im Falle der Lernparadigmen die Ergebnisse der Hirnforschung. Zu den wichtigsten Lernparadigmen zählen behavioristische und kognitivistische Lerntheorien sowie konstruktivistische Erkenntnistheorien.

Historisch betrachtet ist der Behaviorismus die älteste der Theorien, die Beiträge zur Erklärung lernpsychologischer Phänomene geliefert hat. Er erlebte in den 60er-Jahren im Neobehaviorismus (Programmierter Unterricht) eine Renaissance und bestimmt auch heute (noch) viele Unterrichtsmedien und -konzepte.⁷⁸

Die Unterscheidung der drei zuvor benannten Lernparadigmen wird erschwert durch die Entwicklung innerhalb des Behaviorismus seit Anfang der 90er-Jahre.

⁷⁸ Aus dieser Zeit stammen z. B. die LÜK-Kästen, Heinevetter-Trainer u. a. m.

Da auch jüngere instruktionspsychologische Ansätze sich als »konstruktivistische« ausweisen, wird außerdem abschließend auf jüngere instruktionspsychologische Ansätze eingegangen und deren Relevanz für die Gestaltung von Medien sowie für die Unterrichtsgestaltung in der gebotenen Kürze skizziert.

2.1 Behaviorismus – Steuerung des Lernens

Diese bis in die Antike reichende wissenschaftliche Theorie des Lernens außerhalb philosophischer Erkenntnistheorien wurde von Physiologen entwickelt. Lernen wird von ihnen als konditionierter Reflex durch die Reaktion auf Reize (Stimuli) angesehen. Allgemein bekannt wurde das »klassische Konditionieren« durch die Versuche von Pawlow (Speichelreflex des Hundes) und die späteren vielfältigen Laborversuche »lernender Tiere« – oft Tauben, Ratten, Mäuse u. Ä. Neu an Pawlows Versuchen war u. a., dass er neurophysiologische, biologische Fakten in die Erklärung des Lernens einbezog.

Eine weiter reichende Variante behavioristischen Lernens ist das Versuch-und-Irrtum-Lernen, das von Thorndike untersucht und theoretisch erklärt wurde. Auch hier geht es um die Reaktion auf bestimmte Reize. Der bekannteste Protagonist des Neobehaviorismus ist Skinner, dessen theoretische Überlegungen die Basis für frühe Konzepte des »Programmierten Unterrichts« bildeten, die sich wie folgt zusammenfassen lassen:

- »a) Es wird eine bestimmte Abfolge von Denkanstößen (Reizen, stimulus items) dargeboten;
- b) der Lernende reagiert in der vom Programm induzierten Weise (response);
- c) eine sofortige Erfolgsmittelung bestärkt ihn in seinem Lernverhalten (reinforcement);
- d) alle Lernschritte entsprechen dem Prinzip der kleinen und kleinsten Schritte;
- e) der Lernende gibt (daher) meistens richtige Antworten und
- f) nähert sich sukzessive dem Lernziel an« (Krauthausen 1994, S. 87 f.).

Skinner ging zu Beginn der 60er-Jahre davon aus, dass durch die Automatisierung mit Hilfe von »Lernmaschinen« optimierte Lernerfolge zu erzielen seien. Lange vor Einführung von PCs zum computerunterstützten Üben wies er auf die »unendliche Geduld« der Maschinen und auf die Möglichkeiten der Individualisierung des Lerntempos beim Einsatz von computergestützten Trainingsprogrammen hin. Diese Argumentation findet auch heute (noch) immer

wieder Anwendung zur Legitimation von Computern mit Trainingsprogrammen (auch bezeichnet als CBT = Computer Based Training).

Was bedeuten die behavioristischen Theorien für das Lernen mit digitalen Medien?

Das zentrale Moment dieses empirisch (vor allem im Tierversuch) erfolgreich verifizierten theoretischen Konzepts der Instruktionspsychologie beruht auf der Annahme, dass Lernende auf dargebotene Reize in bestimmter Weise reagieren. Lernende haben dabei keinen Einfluss auf die Art der Darbietung, sie können nur – in vorgegebener/vorgedachter Weise – reagieren. Lehrende (auch Programmautoren) nehmen dabei die Gliederung des Lerngegenstands vorweg und zergliedern denselben in kleinste Einheiten (Prinzip der kleinsten möglichen Schritte). Das Programm führt die Lernenden zu einem (von anderen) vorbestimmten Ziel. Individuelle Interessen, Neigungen, Vorkenntnisse oder soziale Beziehungen der Schülerinnen und Schüler bleiben dabei unberücksichtigt. Eine (Mit-)Gestaltung des Aneignungsprozesses ist nicht vorgesehen.

Durch die Zerlegung des Lerngegenstands in kleinste Elemente, in kurze Darbietungen, geht der inhaltliche und »sinnvolle« Bedeutungszusammenhang verloren. Damit wird eine möglichst schnelle, direkte und fehlerfreie Reaktion des Lernenden beabsichtigt, die dann »positiv« verstärkt wird (grinsendes Gesicht, Geräusche, Fortsetzung des Programms, Belohnungsspiel). Im Sinne einer eindeutigen Aufgabenlösung werden »falsche Antworten« bzw. Fehler bei der ersten Reaktion oftmals einfach »ignoriert«. Stattdessen wird die gleiche oder eine ähnliche Aufgabe kommentarlos wiederholt. Mitunter bleibt auch jede Reaktion aus. Gleichgültig, ob die Antwort richtig oder falsch gelöst wurde, kommen immer neue Aufgaben und anschließend erfolgt der Hinweis auf die Anzahl der richtigen und falschen Lösungen.

Diese Programmkonstruktion ist besonders problematisch, weil während der Bearbeitung der Eindruck entstehen kann, dass alle Aufgaben richtig gelöst wurden – fehlgeleitete Erkenntniswege oder verkürzte theoretische Vorstellungen werden hierdurch noch verfestigt. Einige solcher Trainingsprogramme widersprechen sogar den Überlegungen von Skinner, der negative Verstärkung als unwirksam ansah und sie deshalb ablehnte. Derartige Programme mit negativen Verstärkungen in Form von Misstönen, weinenden Gesichtern oder sogar Krokodilen« bleiben deshalb hinter den bereits über 40 Jahre alten Überlegungen von Skinner zurück.

Bei genauerer Betrachtung erweisen sich auch manche neueren, so genannten multimedialen interaktiven Medien als »programmierte Unterweisungen«. Trotz aufwändiger Grafiken und Sounds bestimmen der lineare Aufbau, die Prinzipien der Verstärkung und eine weitgehende Steuerung des Lernprozesses die Vorgehensweise der Lernenden. Fast alle neueren didaktischen Leitlinien und

Prinzipien des Unterrichts sowie der Methoden werden durch das behavioristische Konzept konterkariert.

Trotz aller Kritik ist nicht ausgeschlossen, dass es sinnvolle und pädagogisch vertretbare Anwendungen von Unterrichtssoftware geben kann, die nach der Theorie behavioristischer Lernkonzepte erstellt worden sind, vor allem wenn es ausschließlich darum geht, einen Handlungsablauf so zu automatisieren, dass Anstrengung minimiert werden kann (z. B. Zehnfingersystem-Schreibtrainingsprogramme). Motivation, Selbstbestimmungsfähigkeit oder Beteiligung an der Methodenwahl erfordern allerdings eine didaktisch begründete Einbettung in einen inhaltlichen, für die Lernenden sinnvollen Kontext.

So wäre es beispielsweise durchaus vertretbar, im Mathematikunterricht für einzelne Schüler eine kurze Trainingsphase unter Anwendung einer »programmierten Unterweisung« vorzusehen, wobei die Lernenden selbst über die Auswahl der dafür einzusetzenden Medien entscheiden sollten, wie beispielsweise das Programm BLITZRECHNEN (vgl. S. 14 und 42). Hier steht aber das Training, also die Automatisierung von *Fertigkeiten* im Fokus, und von derartigen Situationen gibt es im zeitgemäßen Mathematikunterricht recht wenige – *weitaus* weniger jedenfalls, als die nahezu unüberblickbare Fülle von so genannten Lern- und Übungsprogrammen suggerieren kann, die das o. g. Paradigma repräsentieren.

Mit der so genannten »kognitiven Wende« (Weidenmann 1995) erlangten dann in den 70er-Jahren kognitionstheoretische Ansätze größere Aufmerksamkeit in der Lernforschung.

2.2 Kognitivismus – Einsicht, Motivation und Differenzierung

Nicht zuletzt als Folge des »Sputnikschocks« wuchs in den 60er-Jahren die Kritik an anscheinend nicht ausreichend erfolgreichen traditionellen methodischen Verfahren und am (westlichen) Bildungssystem insgesamt. Im Zusammenhang mit Reformen des Bildungswesens (u. a. Profilierung der Grundschule, Gründung von Gesamtschulen, Einführung der Arbeitslehre), einer verstärkten Wissenschaftsorientierung des Lernens und einem allgemeinen Emanzipations- und Aufklärungsbedürfnis wurden neue Lerntheorien entwickelt, welche die Eigenaktivität der Lernenden und deren Motivation betonen. Die kognitiven Ansätze sind unter anderem mit den Untersuchungen von Piaget, Aebli sowie Bruner verknüpft.

Dem bewussten, entdeckenden, problemlösenden und kreativen Lernen des Kindes wurde besondere Aufmerksamkeit zuteil. Die Bedeutung der Beachtung subjektiver Interessen und Motive des Lerners und deren Verarbeitung wurde

entdeckt und Möglichkeiten des Transfers erworbener Kenntnisse erkundet. Das »Lernen des Lernens«, also die Beschäftigung mit der Art und Weise des Lernens und den dabei angewendeten Strategien, das Denken über das Denken (Metakognition), wurden erforscht, um das Lernen erfolgreicher werden zu lassen.

Im Gegensatz zu behavioristischen Ansätzen wird der Lernende in kognitionstheoretischen Konzepten als ein Individuum begriffen, das Reize aktiv und selbstständig verarbeitet und nicht durch Stimulationen steuerbar ist.

Während behavioristisch orientierte Lerntheoretiker auch komplexe Lernprozesse auf der Grundlage von Konditionierungsregeln erklären (z. B. Sprache als Ergebnis des Lernens durch Assoziation und Bekräftigung), verweisen Kognitivisten auf bewusste Prozesse wie Einsicht, Verstehen, Erfassen von Beziehungen sowie Denken und Problemlösen. So bewirkt Kreativität divergentes Denken, das nicht linear, sondern »sprunghaft« (assoziativ) ist.

Ein kennzeichnendes Paradigma dieses lerntheoretischen Ansatzes ist das Problemlösen, also das Lernen von Methoden der Problemlösung, die zu richtigen Antworten führen. Kognitive Strukturen entwickeln sich im menschlichen Gehirn dadurch, dass der Mensch selbst aktiv (handelnd) tätig ist: »Von den elementarsten sensomotorischen Handlungen (wie Stoßen und Ziehen) bis hin zu den kompliziertesten intellektuellen Operationen, welche verinnerlichte, gedanklich ausgeführte Handlungen sind (z. B. Vereinigen, Reihenbilden und Zuordnen), ist die Erkenntnis ständig verknüpft mit Handlungen und Operationen« (Piaget 1984, S. 25).

Der individuelle (kognitive, affektive sowie motorische) Entwicklungs- und Erfahrungsstand drückt sich in der Gesamtheit der zur Verfügung stehenden, bereits gesammelten und verarbeiteten Erfahrungen als das Niveau der Anregungen und Beziehung zur Umwelt aus. Dabei schaffen die Erfahrungen selbst noch keine Erkenntnis! Erst die »nachdenkende« Verarbeitung von Erfahrungen durch Verallgemeinerung (induktives Denken) sowie durch Bezugnehmen auf bereits gespeicherte Erfahrungen (deduktives Denken) und deren erneute Anwendung auf die Realität führt zu bedeutsamen Erkenntnissen. Praktische Arbeiten reichen deshalb nicht aus, sondern für den Erkenntnisprozess des Lernens bedarf es der kognitiven Reorganisation im Zusammenhang von induktivem und deduktivem Denken.

Die kognitivistischen Erkenntnisse wurden relativ schnell (Anfang der 1970er-Jahre) pädagogisch umgesetzt. Entdeckendes und problemlösendes Lernen wurde zum didaktischen Prinzip erklärt und sollte den lehrerzentrierten Frontalunterricht ablösen. In vielen Unterrichtsbereichen (vor allem in der Grundschule) wird seit dieser Zeit ganz bewusst an die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler angeknüpft, ihre Interessen und Bedürfnisse werden bei der Aus-

wahl der Unterrichtsgegenstände und der Wahl der Methoden stärker berücksichtigt.

Was bedeuten kognitivistische Ansätze für das Lernen mit digitalen Medien?

Bei der Softwareentwicklung rücken nach kognitivistischer Auffassung Überlegungen in den Vordergrund, die beim behavioristischen Ansatz keine Relevanz haben. Dazu gehört die Frage, welche Prozesse in der Interaktion zwischen dem Unterrichtsmedium (als externe Bedingung des Lernens) und der kognitiven Struktur (als interne Bedingung des Lernens) entstehen können bzw. sollen.

Strittmatter/Seel (1984) unterscheiden folgende kognitionspsychologische Theorieansätze, die den Aspekt der Informationsspeicherung bzw. -repräsentation im Gedächtnis betonen:

- Theorie der Bedeutungsstrukturen
- Theorie der Doppelcodierung
- Theorie mentaler Modelle

Je nach theoretischer Modellvorstellung wird die Gestaltung einzelner Komponenten einer Unterrichtssoftware beeinflusst. Die genannten Ansätze und daraus folgende Konsequenzen für die Softwareentwicklung werden im Folgenden kurz aufgezeigt.

Die Theorie der Bedeutungsstrukturen nimmt an, dass die erlebte Umwelt in Form von semantischen Netzwerken im Gedächtnis repräsentiert wird. Semantische Netzwerke werden dabei als Strukturen verstanden, die aus begrifflichen Elementen und ihren Relationen bestehen. Dieser Ansatz legt bei der Softwarekonzeptionierung nahe, begriffliche Strukturen bewusst zu machen. Die Theorie der Doppelcodierung erweitert den Ansatz der Bedeutungsstrukturen. Ihre Vertreter nehmen an, dass Informationen nicht nur in Form von begrifflichen Strukturen, sondern – abhängig von dem vorliegenden Lernmaterial – auch in Form von Bildern gespeichert wird. Die Doppelcodierung ergibt sich durch die Hypothese, dass die Umwelt sowohl in semantischen Netzwerken als auch in Verbindung mit Vorstellungsbildern im Gedächtnis repräsentiert wird. Mit der Doppelcodierungstheorie werden auch Hemisphären-Theorien in Verbindung gebracht (vgl. Strittmatter/Seel 1984). Für die Softwareentwicklung bedeutet dies, dass Inhalte sowohl begrifflich als auch bildhaft präsentiert und Beziehungen zueinander hergestellt werden.

Der Theorie mentaler Modelle liegt die Überlegung zugrunde, dass bestimmte Wirklichkeitsbereiche bzw. Problemfelder im Gehirn zusammenhängend repräsentiert werden und dadurch keine Beschränkung auf einzelne Zeichensysteme besteht, wie dies die Doppelcodierungstheorie, bezogen auf begriffliche und

bildhafte Darstellungen, annimmt. Die mentale Repräsentation zusammenhängender Wirklichkeitsbereiche kann – so die Annahmen – auf der Verarbeitung unterschiedlicher Zeichensysteme bzw. medialer Darstellungsformen beruhen. Konsequenterweise können demnach die Gegenstände des Unterrichts und die Methoden der Aneignung nicht ohne Beteiligung der Lernenden festgelegt werden. Die Beschäftigung mit Problemen macht häufig ein fächerübergreifendes Arbeiten in Sinnzusammenhängen notwendig und lässt auch in einer Lerngruppe unterschiedliche Arbeitsformen und -ergebnisse zu, ja, macht sie sogar erforderlich.

Ein gleichschrittiges, vom Lehrer gesteuertes und kontrolliertes Vorgehen aller, wie in klassisch-traditionellen Lehrgängen, ist dann in vielen Fällen nicht mehr durchführbar und methodisch wenig sinnvoll. Das klassische Lehrmedium, ein lineares Lehr-/Schulbuch, verliert bei diesem Unterricht an Bedeutung zugunsten sehr unterschiedlicher Materialsammlungen, die selbstständiges Arbeiten möglich machen.

Wenn in einem solchen Unterricht digitale Medien eingesetzt werden sollen, müssen diese von der Konzeption her den erweiterten Formen des Lernens entsprechen. Deren Einsatz ist in einen sinnvollen Kontext einzubetten. Medien ersetzen nicht die unmittelbaren Erfahrungen bei der Auseinandersetzung mit Unterrichtsgegenständen, sondern ergänzen diese.

So würde beispielsweise das Konstruieren von Körpern mit dem Programm BAUWAS (vgl. Meschenmoser 1997a/b u. 2002) aus kognitivistischer Perspektive durch das praktisch-handelnde Konstruieren mit richtigen Würfeln und das manuelle Experimentieren mit verschiedenen Darstellungsformen unterstützt. Eine ausschließlich mediale Repräsentation durch eine textuelle, grafische oder computergestützte multimediale Darstellung könnte den kognitivistischen Ansprüchen kaum genügen.

Computergestützte Medien dürfen die Ergebnisse und Erkenntniswege nicht vorweg bestimmen, sie müssen hingegen unterschiedliche (divergente) Zugänge möglich machen.

Besonders gut entsprechen Programme mit Werkzeugcharakter diesem Lernen. Solche Programme können in unterschiedlichen Kontexten größtenteils eigenständig von den Kindern und Jugendlichen im Unterricht genutzt werden. Sie lassen ein Experimentieren, ein Vordenken und »Rückgängigmachen« zu, wie beispielsweise bei BAUWAS oder REKENWEB (vgl. Kap. 4.4.1). Hypothesen können gebildet und deren Kausalität geprüft werden: »Was passiert, wenn ...?« Dies gilt für Programme zum Kalkulieren und Modellbilden, zum Konstruieren und Zeichnen, zum Recherchieren von Informationen sowie zum Präsentieren von Arbeitsergebnissen. Solche Werkzeuge lassen ein selbst gesteuertes und differenziertes Arbeiten auf unterschiedlichem Lernniveau zu.

Allen kognitivistischen Ansätzen ist gemeinsam, dass – basierend auf der Annahme einer Wechselwirkung zwischen externen medialen Präsentationen und internen Verarbeitungsprozessen – der individuellen kognitiven Verarbeitung beim Lernen mit interaktiven Medien große Bedeutung zugemessen wird. Damit verbunden ist die Überzeugung, dass durch Unterrichtsmedien das individuelle Lernen angeregt, unterstützt und in gewissem Maße gesteuert werden kann. Diese Möglichkeiten der didaktisch begründeten Anregung, Unterstützung und Steuerung von Lernprozessen durch Unterrichtsmedien werden durch das erkenntnistheoretische Paradigma des Konstruktivismus skeptischer eingeschätzt.

2.3 Konstruktivismus – »Über die Nutzlosigkeit von Belehrungen und Bekehrungen«

Konstruktivistische Erkenntnistheorien betonen noch radikaler als kognitivistische Theorien die Bedeutung der individuellen Wahrnehmung und Verarbeitung von Erlebnissen im Lernprozess. Lernen wird zwar ebenso wie beim kognitivistischen Paradigma als aktiver Prozess der Konstruktion von Wissen auf der Basis des vorhandenen Erfahrungs- und Wissensschatzes definiert. Dabei aber wird die Selbstorganisation von Lernprozessen im Sinne eines selbstbestimmten reflexiven Handelns anders interpretiert. »Selbstgenerieren« bildet für Schulmeister (1996, S. 67) – einen Vertreter des so genannten »radikalen Konstruktivismus« – die theoretische Grundlage für die kognitive Entwicklung und für das selbsttätige Lernen: »Kognition organisiert die Welt, indem sie sich selbst organisiert. [...] Das Kind selbst generiert Konzepte wie Reversibilität, Transitivität, Rekursion, Reziprozität von Relationen, Klasseninklusion, die Erhaltung numerischer Mengen und die Organisation räumlicher Referenzen.«

Von Glasersfeld – einer der häufiger zitierten Vertreter des radikalen Konstruktivismus – hebt drei Aspekte seiner Theorie im Zusammenhang mit dem schulischen Lernen hervor:

- Wissen kann nur in der Erfahrungswelt geprüft werden. Menschliches Erkennen orientiert sich nicht am Kriterium der Wahrheit im ontologischen Sinn), sondern an der Brauchbarkeit (Viabilität).
- Handlungs- oder Denkweisen, die sich unter bestimmten Bedingungen als »viabel, also als passend oder funktionierend erweisen, sind nicht die einzig möglichen.
- Sprache wird als Interpretation verstanden, die nicht die Wirklichkeit abbildet. Sprache ist deshalb für den Konstruktivismus kein geeignetes Mittel, »Begriffe und somit Wissen von einer Person zu einer anderen zu übermitteln« (von Glasersfeld 1995, S. 13).

So widerspricht Schulmeister unter Bezug auf das Prinzip der Generativität der Kognition mit seinem radikal-konstruktivistischen Verständnis konsequent dem Nutzen von Rahmenrichtlinien: Es »stellt eines der Hauptargumente gegen die Annahme der Kognitivisten dar, daß man kognitive Konzepte wie Lernzielkataloge definieren und zur Grundlage instruktionaler Systeme machen könne« (1996, S. 67).

Was bedeutet der Konstruktivismus für das Lernen mit digitalen Medien?

Im Sinne des radikalen Konstruktivismus sind bei Unterrichtsmedien jegliche den Lernprozess steuernde Elemente abzulehnen und auszuschließen. Im Wesentlichen sind nur Softwareprodukte mit Informations- und »Werkzeug«-Charakter zu entwickeln, die keinerlei methodische Vorgaben machen.

Es erscheint fraglich, ob ein Vorgehen dem radikalen Konstruktivismus entsprechend beim Lernen überhaupt realisierbar ist. Zudem ist eine öffentliche Schule ohne didaktisch begründete Rahmenvorgaben – zumindest in Deutschland – kaum denkbar. Deshalb wurden sehr schnell abgeschwächte Varianten des Konstruktivismus entwickelt, die verschiedene Erfahrungstatsachen des (schulischen) Lernens berücksichtigen (»sozialer Konstruktivismus«). Nicht zufällig dürfte es sein, dass diese gemäßigten Varianten insbesondere von Didaktikern vorgelegt werden. Eine solche gemäßigte Position des (radikalen) Konstruktivismus hat Anfang der 90er-Jahre ihren Niederschlag in der Softwareentwicklung im Rahmen des BLK-Modellversuchs COMPIG (Computer in der Grundschule) gefunden (van Lück 1994).

Mit diesem Modellprojekt wurde der (gemäßigt konstruktivistische) Versuch unternommen, so genannte Hypermedia-Arbeitsumgebungen zu entwickeln (nach Überarbeitung als WINNIES WELT bei Cornelsen-Software im Vertrieb; vgl. Kap. 4.3.5). Hierbei wird nicht auf die adressatenspezifische – an den Lernmöglichkeiten der Kinder orientierte – Erstellung der Texte, Abbildungen und Geräusche verzichtet. Auch wird dabei ein Bezug zu üblichem schulischem Lernen, dessen Inhalten und Methoden hergestellt (der von radikalen Konstruktivistinnen in Frage gestellt wird). Insbesondere wird auf das sinnvolle Navigieren innerhalb der Wissensbestände Wert gelegt.

Wichtig ist dabei, dass der Weg, den eine Lerngruppe bei der Informationssuche eingeschlagen hat, rekonstruierbar ist. Es muss ein Weg zur Ausgangsfrage herstellbar sein, von der aus die Informationssuche in den Wissensbeständen begann. Dies nicht etwa zur Kontrolle durch den Lehrer, sondern damit die Kinder die Möglichkeit haben, zum Beginn zurückzufinden und so einem (gemeinsam aufgestellten und abgesprochenen) Plan zur Erledigung eines Auftrags oder der Lösung eines Problems zu folgen. Konsequenterweise plädieren die Programmautoren dabei für Projektunterricht (vgl. van Lück 1996). Unterricht

wird dementsprechend weder von technisch aufwändigen Medien noch von der Lehrkraft dominiert.

Zunehmend werden unterschiedliche lernpsychologische Ansätze diskutiert, die sich selbst als »konstruktivistisch« bezeichnen, jedoch vom Lernparadigma des (radikalen) Konstruktivismus deutlich zu unterscheiden sind.

2.4 Instruktionspsychologische Neuerungen – Situier-tes Lernen

Anfang der 90er-Jahre wurden unter verschiedenen Einflüssen und angesichts massiver Kritik am Lernparadigma des Behaviorismus Instruktionstheorien neu interpretiert und einige davon als »konstruktivistisch« bezeichnet. Diese werden positiv bewertet, weil sie ein »situierendes Lernen« anhand möglichst authentischer Problemsituationen fordern. Strittmatter/Niegemann (2000, S. 25 ff.) benennen als die drei wichtigsten Ansätze:

- »Cognitive Apprenticeship«-Modell
- Anchored Instruction
- Flexibilitätstheorie

Der im deutschen Sprachraum vermutlich bekannteste Ansatz »Anchored Instruction« (dt.: verankerte Instruktion) betont die Einbindung des Wissenserwerbs und der Wissensanwendung in alltägliche soziale Situationen. Das hieraus abgeleitete – u. a. von Mandl vertretene – Konzept der »Situating Cognition« (dt.: des situierenden Lernens) zeichnet sich durch eine enge Verbindung von Lern- und Anwendungssituationen aus. »Das Gelernte kann unter keinen Umständen vom Akt des Lernens und von der Situation getrennt werden, in der gelernt wird« (Mandl/Gruber/Renkl 1995, S. 168). Lern- und Anwendungssituationen sollten möglichst ähnlich sein, da Wissen stark kontextgebunden ist. Konsequenterweise bedeutet diese Bedingung u. a. ein Abrücken vom schulischen Prinzip des »Vorratlernens«, also des Lernens für später denkbare sinnvolle Anwendungskontexte.

Bemerkenswert ist, dass aus der Sicht der Instruktionspsychologen der Frontalunterricht zwar ausdrücklich projektorientierten Lernphasen weichen soll, jedoch explizit keine Verbindungen zu didaktischen Ansätzen wie etwa der Projektmethode (z. B. Frey 2010) oder gar fachdidaktischen Konzepten hergestellt werden. Lernen soll deshalb nach dem situierenden Ansatz folgendermaßen aussehen: »Lernen und Arbeiten in Gruppen, Nutzung von Hilfsmitteln, Berücksichtigen der Anwendungsbedingungen von Wissen« (Mandl/Gruber/Renkl 1995, S. 169). Von einem möglichst authentisch gestalteten Unterricht resultie-

ren Wissensbestände, so wird vermutet, die auch außerhalb der Lernsituation verwendet und eingesetzt, also erfolgreich transferiert werden können.

Was bedeutet der Ansatz der »Anchored Instruction« für das Lernen mit digitalen Medien?

Bei der Entwicklung von Medien ist es wesentlich, dass die neuen Inhalte »nicht als fertiges System bzw. als Welt abgeschlossener Erkenntnisse präsentiert werden. Der Lernende muß vielmehr die reale Möglichkeit haben, eigene Wissenskonstruktionen und Interpretationen vorzunehmen sowie eigene Erfahrungen zu machen« (Gerstenmaier/Mandl 1995, S. 879). Durch den Einsatz von Multimedia können im projektorientierten Kontext erwünschte Erfahrungsbereiche erschlossen werden, die den Lernenden sonst nicht verfügbar sind. Angestrebt werden so genannte »Lernumgebungen«⁷⁹, die einerseits steuernde Elemente aufweisen, andererseits Informationssammlungen sind.

Schlussfolgerungen

Auf die Entwicklung und Anwendung digitaler Medien im Unterricht haben Lerntheorien einen wichtigen Einfluss. Auch wenn die zugrunde liegenden lerntheoretischen Annahmen nur bei wenigen Medien in Begleitmaterialien offensichtlich und ausdrücklich von den Autoren begründet sind, darf deren Wirkung auf den individuellen Lernprozess und die Lehrerrolle nicht gering geschätzt werden.

Eine zentrale Rolle spielt – aus kommunikationstheoretischer Sicht – bei der mediengestützten Aneignung von Wissen der »situative Kontext«, in dem der Lernprozess stattfindet. Medien ebenso wie die Unterrichtsgestaltung müssen sowohl im lernpsychologischen Sinne als auch im Interesse emanzipatorischer Mediendidaktik umfangreiche Aktivitäten der Lernenden unterstützen und eine breite Palette an Interaktionsformen zur Verfügung stellen.

Trotz abweichender lernpsychologischer Einschätzungen können beispielsweise behavioristisch ausgerichtete Trainingsprogramme ebenso wie konstruktivistisch orientierte Hypermedia-Arbeitsumgebungen im Unterricht eingesetzt werden, sofern sie grundlegenden fachdidaktischen Postulaten nicht widersprechen.

Entscheidend dabei ist aus medien- und fachdidaktischer Perspektive, dass beides – Medien und »situativer Kontext« des Mathematikunterrichts – die Bearbeitung eines Problems in der Verantwortung der Lernenden belassen, d. h. mög-

⁷⁹ Hierbei besteht keine Übereinstimmung mit dem mathematikdidaktisch gefüllten Begriff der Lernumgebungen (vgl. Hengartner et al. 2006; Hirt/Wälti 2009) oder den substanziellen Lernumgebungen, für die Wittmann spezifische Kriterien benannt hat (Wittmann 2001).

lichst wenig inhaltliche Instruktionen im Sinne von »Belehrungen« vorgenommen werden. Stattdessen sollen gehaltvolle Sach- oder innermathematische Kontexte analysiert, Auffälligkeiten und Muster identifiziert und mit bereits vorhandenem Wissen auf vielfältige Art in Beziehung gesetzt werden.

Nach Piaget (1984, S. 148) kommt es im schulischen Lernprozess auf die gemeinsame Arbeit der Lernenden in der Gruppe an: »Die Zusammenarbeit der Kinder untereinander hat in dieser Hinsicht eine ebenso große Bedeutung wie das Einwirken von seiten der Erwachsenen. In Bezug auf die Intelligenz ist sie am ehesten geeignet, den echten Austausch von Gedanken und Meinungen zu fördern – das heißt alle Verhaltensweisen, die den kritischen Verstand, die Objektivität und das diskursive Denken zu entwickeln vermögen.«

Konsequente individualisierte Förderung unter Ausschöpfung der Potenziale interaktiver Medien muss deshalb die kooperative Arbeit am gemeinsamen Lerngegenstand unterstützen, isoliertes (stilles) Lernen ist möglichst zu überwinden und durch kommunikatives, sinnstiftendes und zielorientiertes Lernen zu ersetzen (vgl. auch Miller 1986, 2006).

3 Mediensozialisation der Grundschul Kinder

Auf Grund der raschen Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik werden die außerschulischen Erfahrungen mit digitalen Medien häufig in der Schule unterschätzt. Infolgedessen werden einerseits die individuellen Potenziale der Kinder nicht im möglichen Maße in die Unterrichtsgestaltung einbezogen, andererseits werden noch zu wenig Beziehungen zwischen der Nutzung digitaler Medien im Unterricht und im häuslichen Bereich hergestellt.

Noch mehr als bei den durch IGLU und PISA festgestellten abweichenden Lernständen hinsichtlich der Lesefähigkeit wirken sich soziale Hintergründe auf die Mediengewohnheiten und -erfahrungen aus. Schule und Unterricht kommt deshalb eine wichtige kompensatorische Funktion zu, die aber keinesfalls zu diskriminierenden Effekten führen sollte. Für den systematischen Einsatz von digitalen Medien im Mathematikunterricht ist deshalb zu klären, welche Medienerfahrungen die Kinder haben. Dies sollte in jeder Lerngruppe vor Ort geklärt werden.

Erforderlich für die vergleichende Einschätzung und Bewertung von Lernständen und Lernentwicklungen sind möglichst aktuelle und repräsentative Informationen über das Nutzungsverhalten und die Kenntnisse von Kindern und Jugendlichen. Hierfür bieten sich beispielsweise die Studien des Medienpädagogischen Forschungsverbundes Südwest (www.MPFS.de) an, die kostenfrei über das Internet heruntergeladen oder gegen eine Versandkostenbeteiligung als Broschüren bestellt werden können.

Die Untersuchungen zu »Kinder und Medien, Computer und Internet« sind als Langzeitstudie angelegt und werden regelmäßig im Auftrag des MPFS herausgegeben. Neben der Befragung von Kindern (KIM-Studien) gibt es regelmäßige Erhebungen bei Jugendlichen (JIM-Studien). In diesem Kontext wird auch das Erziehungsverhalten der Eltern und die Einstellungen und Kompetenzen von Lehrerinnen und Lehrern zu verschiedenen Medien erhoben. Die Studien bieten aktuelle Abbilder des Themenfeldes und gleichzeitig über Jahre hinweg Datenmaterial zum Erkennen von Veränderungsprozessen.

KIM 2010

Die Studie »Kinder und Medien 2010« (KIM 2010) bezieht sich als repräsentative Stichprobe auf Befragungen von 1.214 Zielpersonen. Die Stichprobe ist repräsentativ für die Grundgesamtheit von rund 6 Millionen deutschsprachigen Kindern im Alter zwischen sechs und 13 Jahren. So bieten die Ergebnisse von KIM günstige Möglichkeiten, Befunde aus der eigenen Lerngruppe/Klasse in Relation zu setzen. Auf diese Weise lassen sich im Rahmen der systematischen Förder- bzw. Lernentwicklungsplanung erhobene individuelle und klassenbezogene Daten in einem repräsentativen Kontext relativieren und bewerten. Im Mittelpunkt standen bei der Befragung der Kinder folgende Themenbereiche:

- Freizeitaktivitäten
- Themeninteressen
- Medienausstattung
- Medienbindung
- Medienfunktionen
- Computer
- Internet
- Computer-, Konsolen- und Onlinespiele
- Handy
- Technische Medienkompetenz
- Medien in der Familie

Im Folgenden sollen nur einige wenige, exemplarisch ausgewählte Aspekte ausschnittshaft dargestellt werden.

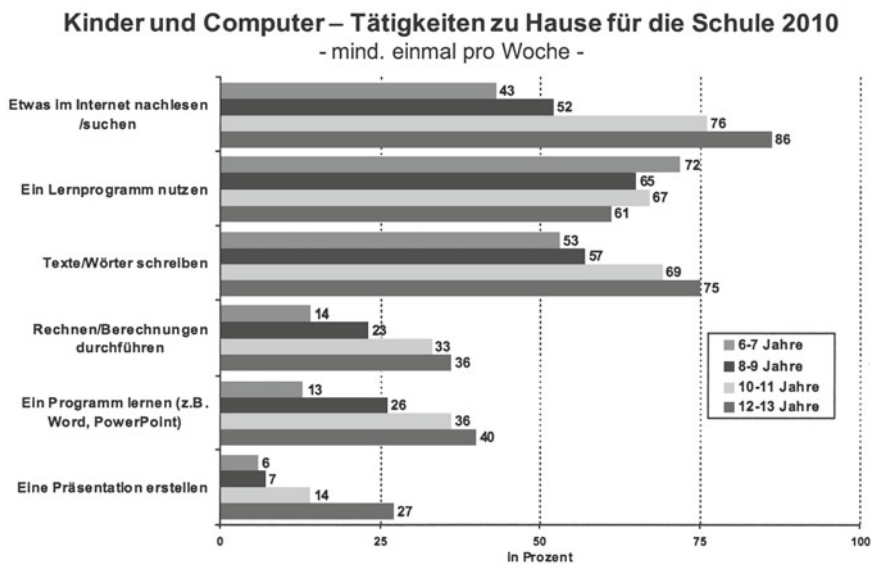
Verbreitung von Computern zu Hause

Mit KIM wurden auch die Mütter befragt. Dabei wurde u. a. ermittelt, welche Medien den Kindern im elterlichen Haushalt zugänglich sind. Während bei Fernsehgeräten (100 %), Handy (97 %) und Festnetztelefon (94 %) von einer Vollversorgung ausgegangen wird, ergeben sich bei Computer (93 %) und Internet (91 %) noch Zuwächse. Digitale Kameras befinden sich in 83 % der Haushalte.

Bei der häuslichen Mediene Ausstattung spielt das verfügbare Haushalts-Nettoeinkommen eine erhebliche Rolle. In einem Extremgruppenvergleich wurden nur die niederen (bis 1500 Euro) und die höheren Einkommen (ab 2500 Euro) betrachtet. Daraus ergibt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen sozioökonomischem Status und Geräteausstattung beim Internetzugang (68 % vs. 94 %) Aber auch das Abonnement einer Tageszeitung (16 % vs. 57 %) ist deutlich häufiger in Haushalten mit hohem sozioökonomischem Status vertreten. Diese Befunde liefern weitere wichtige Argumente, die für die notwendige kompensatorische Funktion von Schule und individualisierendem Unterricht in Bezug auf die systematische Nutzung von digitalen Medien sprechen.

Wo nutzen Kinder Computer 2010?

Betrachtet man die Orte, an denen Kinder mit Computern umgehen, ragt die häusliche Nutzung weit hervor. Drei Viertel der Kinder sitzen zumindest selten am Computer, wobei der Anteil der Jungen mit Computererfahrungen mit 80 % höher ist als der der Mädchen (71 %). Mit wachsendem Alter verfügen die Kinder über einen eigenen Computer im Zimmer: 6- bis 7-Jährige: 2 %, 8- bis 9-Jährige: 5 %, 10- bis 11-Jährige: 18 % (vgl. MPFS 2011, S. 25).



Quelle: KIM-Studie 2010

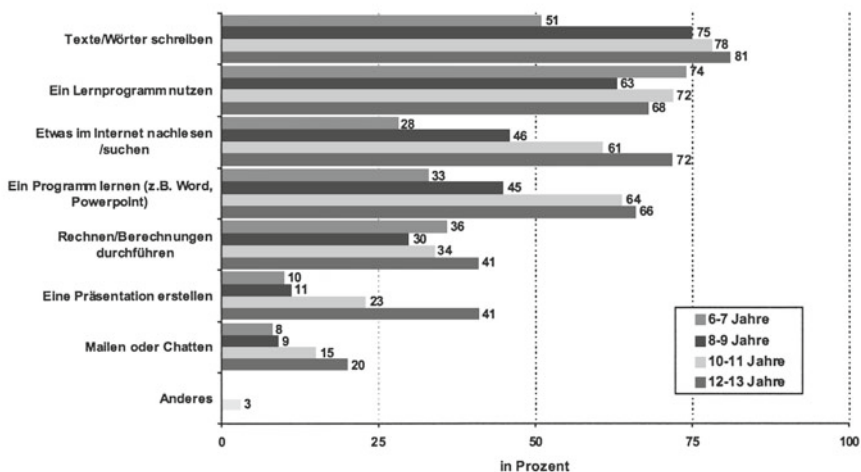
Basis: Kinder, die mit dem PC zu Hause etwas für die Schule machen, n=712

Abb. A/1: Grafik »Kinder und Computer – Tätigkeiten zu Hause für die Schule 2010«, MPFS 2011, S. 28

Vier Fünftel der Computernutzer tun dies zumindest einmal pro Woche, 28 % (fast) jeden Tag. Der Anteil der täglichen Nutzer steigert sich bei den 12- bis 13-Jährigen auf 44 %.

An erster Stelle der häuslichen Nutzung stehen PC-Spiele (63 % der Kinder mindestens einmal pro Woche), gefolgt von Schularbeiten (49 %), Texte und Wörter schreiben (45 %), Anwendung von Lernprogrammen (42 %). Bei den Kindern im Alter ab etwa 10 Jahren bearbeiten 18 % regelmäßig Bilder und/oder Filme.

Computernutzung in der Schule – Tätigkeiten 2010 - mind. einmal pro Woche -



Quelle: KIM-Studie 2010

Basis: PC-Nutzung in der Schule, n=412

Abb. A/2: Grafik »Computernutzung in der Schule – Tätigkeiten 2010«, MPFS 2011, S. 29

Eine im Vergleich zur häuslichen Nutzung wesentlich geringere Rolle spielt der Computer im Schulalltag. 98 % der computernutzenden Kinder verwenden einen Computer zu Hause, 46 % tun dies auch in der Schule. Drei Viertel der Kinder (73 %) haben in der Schule den Computer im von den Berichterstattern so genannten »Computerunterricht«⁸⁰ genutzt, die Hälfte in Deutsch, an dritter Stelle folgt mit 38 % der Mathematikunterricht.

Interessant ist in diesem Zusammenhang, wozu die Kinder Computer in der Schule nutzen.

⁸⁰ Diese Bezeichnung wird in der Studie verwendet und hier übernommen. In der Grundschule ist er als solcher nicht geläufig.

Drei Viertel der Schüler (77 %), die in der Schule Computer nutzen, schreiben mindestens einmal pro Woche Wörter oder Texte, 69 % nutzen Lernprogramme, 61 % recherchieren im Internet, 59 % erlernen den Umgang mit Anwenderprogrammen wie Word oder PowerPoint, 37 % führen Berechnungen durch und 28 % erstellen Präsentationen.

Insgesamt ergeben die KIM-Studien ein relativ differenziertes Bild und zeugen von einer Heterogenität, die im Unterricht angemessen aufgegriffen werden sollte.

Literatur

- Aebli, H. (1981): Denken: das Ordnen des Tuns. Stuttgart
- AL – Activities for Learning (2010): AL Abacus. Apple App Store. www.alabacus.com/pageView.cfm?pageID=363
- Alonso Gutierrez, J. (2010): Tangram XL Free. Apple App Store, NG Servicios. <http://itunes.apple.com/ch/app/tangram-xl-free/id364592142?mt=8>
- Alter, A. et al. (1998): Matheland. Berlin
- Ammann, R. (2004): Ammanns wunderbare Welt in Zahlen. Berlin
- Arnold, N. (1997): Computer im offenen Unterricht der Primarstufe. Grundschulunterricht, H. 4, S. 18–21
- Baaeke, D (1973): Kommunikation und Kompetenz, Grundlegung einer Didaktik der Kommunikation und ihrer Medien. München
- Baars, P./van't Hek, Y. (2009): 65. Amsterdam
- Baars, P. (1983): Numbers 1 to 100. A series of 100 Photographes. Amsterdam
- Baireuther, P. (1996): Wie können Lehrer, die selbst nur totes Mathematikwissen (gelernt) haben, lebendigen Mathematikunterricht geben? In: Biehler, R. et al. (Hg.), Mathematik allgemeinbildend unterrichten: Impulse für Lehrerbildung und Schule, S. 166-181. Köln
- Bärmann, Ch. (2011): Die neue Bescheidenheit. In: Mac Life, H. 8, S. 130
- Barber, M. et al. (2002): Freddy. Vampirisch gute Noten. Mathematik Klasse 2. Leipzig/Berlin
- Barry, E. (2011): iPad becomes the Apple of Holly's eye. 29.06.2011, Zugriff am: 29.06.2011. <http://www.heraldsun.com.au/news/more-news/ipad-becomes-the-apple-of-hollys-eye/story-fn7x8me2-1226083773188>
- Bartnitzky, H. (2009): Wie Kinder selbstständiger werden können ... und wie »modernistischer« Unterricht dies verhindert. In: Bartnitzky, H./Hecker, U. (Hg.), Allen Kindern gerecht werden. Aufgaben und Wege, S. 206–221. Frankfurt/M.
- Bartnitzky, H. (2011): Von wegen: einfach und passgenau! Förderung ist eine didaktisch anspruchsvolle Aufgabe. In: Grundschule aktuell, H. 116, S. 14-17
- Bassermann-Verlag (2010): Stempeln, malen, zeichnen. München

- Bauchinger, M. (2000): Mathematik-Fitness-Training. In: Reiter, A. et al. (Hg.), Neue Medien in der Grundschule. Unterrichtserfahrungen und didaktische Beispiele, S. 102–105. Wien
- Bauer, L. (1998): Schriftliches Rechnen nach Normalverfahren – wertloses Auslaufmodell oder überdauernde Relevanz? In: Journal für Mathematik-Didaktik, H. 2/3, S. 179–200
- Bauersfeld, H. (1983a): Subjektive Erfahrungsbereiche als Grundlage einer Interaktionstheorie des Mathematiklernens und -lehrens. In: Bauersfeld, H. et al. (Hg.), Lernen und Lehren von Mathematik. Analysen zum Unterrichtshandeln II, S. 1–56. Köln
- Bauersfeld, H. (1983b): Kommunikationsverläufe im Mathematikunterricht. Diskutiert am Beispiel des 'Trichtermusters'. In: Ehlich, K./Rehbein, J. (Hg.), Kommunikation in Schule und Hochschule, S. 21–28. Tübingen
- BBBM – Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg (2004, Hg.): Rahmenlehrplan Grundschule Mathematik. Berlin
- Beck, A. (2002): Das Sammelbuch: Konzept und Fallstudie zum aktiv-entdeckenden und schriftlich-reflektierenden Lernen im mathematischen Anfangsunterricht. Frankfurt/M.
- Becker, O. (1975): Grundlagen der Mathematik in geschichtlicher Entwicklung. Berlin
- Becker-Mrotzek, M./Meißner, H. (1994): Forschungsprojekt »Computer-Lernprogramme in der Grundschule«. Abschlussbericht. 35 S.
- Becker-Mrotzek, M./Meißner, H. (1995): Kriterien für die Bewertung von Computer-Lernprogrammen. In: Grundschule, H. 10, S. 13–15
- Bergmann, B./Spindeler, B. (2009): Unser Schulweg! – Ein Unterrichtsprojekt zum Erfassen von Daten, Darstellen und Auswerten von Diagrammen. In: Peter-Koop, A. et al. (Hg.), Lernumgebungen – Ein Weg zum kompetenzorientierten Mathematikunterricht in der Grundschule, S. 174–186. Offenburg
- Besuden, H. (1999): Raumvorstellung und Geometrieverständnis. Mathematische Unterrichtspraxis, H. III, S. 1–9
- Bildungskommission NRW (1995, Hg.): Zukunft der Bildung, Schule der Zukunft. Neuwied
- Blume, R. (2011): Spielereien mit Formen: Das anamorphotische Pentagondodekaeder von Yves Chamay. 28.04.2011, Zugriff am: 07.08.2011. www.chemieunterricht.de/dc2/tip/12_06.htm
- Boaler, J. (2008): What's Math Got to Do with It? New York
- Boettcher, W. et al. (1974): Schulaufsätze – Texte für Leser. Düsseldorf
- Borasi, R./Rose, B. J. (1989): Journal Writing and Mathematics Instruction. Educational Studies in Mathematics, H. 4, S. 347–365

- Brater, J. (2005): Kuriose Welt der Zahlen. Frankfurt/M.
- Breitbach, E. (2010): Naive Mamafrage eines Erstklässlers zu Rechendreiecken. Die Kinderwunsch-Seite. Forum Kindergarten und Vorschule, Zugriff am: 15.04.2010. www.wunschkind.net/forum/read/35/3962104/rpage=93
- Brinkmann, E. (2006): Lasst euch nicht für dumm verkaufen! In: Grundschulzeitschrift, 20. Jg., H. 197, S. 1
- Brinkmann, E./Brügelmann, H. (2004): DEP – Didaktische Entwicklungs- und Prüf-stelle für Lernsoftware Primarstufe. Zugriff am: 23.06.2011. www.agprim.uni-siegen.de/dep/swmathe.htm
- Brosch, U. (1991): Shopping-Pädagogik: Liegt der Offene Unterricht im Zeitgeist-Trend oder bietet er noch immer eine Perspektive zur Veränderung von Schule? In: Päd-extra, H. 10, S. 38–40
- Bruner, J. S. (1970): Der Prozeß der Erziehung. Düsseldorf
- Brunnstein, K. (1985): Was kann der Computer? In: Friedrich Jahresheft III: Bildschirm: Faszination oder Information, H. S. 88–91
- BSB, Behörde für Schule und Berufsbildung der Freien und Hansestadt Hamburg – (2011, Hg.): Bildungsplan Primarschule, Rahmenplan Aufgabengebiete & Mathematik. Hamburg
- Büchter, A. et al. (2007): Die Fermi-Box. Lehrerkommentar. Seelze
- Burger, F. (2010): Die Vermessung der Welt. brand eins Themenheft: Lernen lassen. Abenteuer Bildung. eBook
- Burton, L./Morgan, C. (2000): Mathematicians Writing. In: Journal for Research in Mathematics Education, H. 4, S. 429–453
- Busse, Th. (2010): iMemento Lernkarten. Apple App Store,
- Büttner, Ch./Schwichtenberg, E. (2001, Hg.): Grundschule digital. Möglichkeiten und Grenzen der neuen Informationstechnologien. Weinheim
- caro (2001): Geschenk vom Senat: Laptops für Referendare. In: Hamburger Abendblatt vom 02.08.01. S. 18
- Carniel, D. et al. (2002): Räumliches Denken fördern. Erprobte Unterrichtseinheiten und Werkstätten zur Symmetrie und Raumgeometrie. Donauwörth
- Channelpartner (2011): 200.000 Dollar für iPads in US-Kindergärten. 13.04.2011, Zugriff am: 13.04.2011. www.reamobile.de/news/18537-ipad-2-als-lernmittel-200-000-dollar-fuer-ipads-in-kindergaerten
- Chillingo (2011): CUT THE ROPE HD. Apple App Store. www.zeptolab.com
- Chimkool, K. (2010): UNBLOCK ME. Apple App Store. www.kiragames.com/games/unblockme/

- Clements, D. H. (1999): »Concrete« Manipulatives, Concrete Ideas. In: Contemporary Issues in Early Childhood, H. 1, S. 45–60
- Clements, D. H./McMillan, S. (1996): Rethinking »Concrete« Manipulatives. In: Teaching Children Mathematics, H. January, S. 270–279
- Clements, D./Sarama, J. (2002): The Role of Technology in Early Childhood Learning. Teaching Children Mathematics, H. 2, S. 340–343
- Colgan, F. (2011): Can the iPad Be a Learning Tool for Kids With Autism? 22.03.2011, Zugriff am: 07.05.2011. www.huffingtonpost.com/flavia-colgan/can-the-ipad-be-a-learnin_b_839275.html:
- Conway, J. H./Guy, R. K. (1997): Zahlenzauber. Von natürlichen, imaginären und anderen Zahlen. Berlin
- Cotter, J. A. (2010): RightStart Mathematics by Activities for Learning. Zugriff am: 12.05.2011. www.alabacus.com/pageView.cfm?pageID=363
- Cyranek, G. (1990): Entwicklungsrichtungen von Lernumgebungen und die Versprechungen der Künstlichen Intelligenz. In: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Hg.), Neue Technologien und Zukunftsperspektiven des Lernens, S. 116–137. Soest
- Dambeck, H. (2009): Die hohe Schule des Sudoku. 13.06.2007, Zugriff am: 06.09.2009. www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/0,1518,druck-488244,00.html
- de Moor, E./Treffers, A. (2001): Der beste Taschenrechner steckt im Kopf. In: Selter, Ch./Walther, G. (Hg.), Mathematik lernen und gesunder Menschenverstand. S. 124–136. Leipzig
- Dei Machiavelli (2010): TODDLER SHAPE FIT. App Store.
- Dennhöfer, D./Neubert, B. (2006): Wie viele Autos fahren an unserer Schule vorbei? Erfassen und Darstellung von Daten in der dritten Klasse. In: Grundschulunterricht, H. 2, S. 8–13
- DIAF – Deutsches Institut für Animationsfilm (o. J.): 1912. Mathematische Trickfilme. Zugriff am: 05.08.2011. http://diaf.tyclipso.de/de/home/rubriken/Blog_Detailseite.html?b=289
- Dichanz, H./Hasebrink, U. (1992): Zur Erforschung des medialen Verhaltens von Lehrern, Paradigmen und Interpretationen am Beispiel des Schulfernsehens. In: Unterrichtswissenschaft, H. 2, S. 162–181
- Dichanz, H./Kolb, G. (1974): Mediendidaktik – Entwicklung und Tendenzen. In: Dichanz, H. u. a.: Medien im Unterrichtsprozeß – Grundlagen, Probleme, Perspektiven, S. 16–41. München

- dnews (2011): Weltwissen so groß wie CD-Stapel bis zum Mond. 11.02.2011, Zugriff am: 11.02.2011. www.dnews.de/nachrichten/netzwelt/434482/weltwissen-so-gross-wie-cd-stapel-mond.html
- Döring, K. W. (1969): Lehr- und Lernmittel – Zur Geschichte und Theorie unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsmittel. Weinheim
- Dreyfus, H. L./Dreyfus, S. E. (1991): Künstliche Intelligenz. Von den Grenzen der Denkmachines und dem Wert der Intuition. Reinbek
- Dreyfus, T. (1994): The role of cognitive tools in mathematics education. In: Biehler, R. et al. (Hg.), Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline, S. 201–211. Dordrecht
- Drösser, Ch. (2006): Blitzrechnen ohne Geist. In: Die Zeit vom 13.07.2006
- Duarte, N. (2009): slide:ology. Oder die Kunst, brillante Präsentationen zu entwickeln. Köln
- Dworschak, M. (2011): Das Patschpäd. Der Spiegel, H. 19, S. 124–128
- Engel, G. et al. (1998): Lernen mit Neuen Medien. Grundlagen und Verfahren der Prüfung Neuer Medien. Bönen
- Ernst, H. (1996): Psychotrends. Das Ich im 21. Jahrhundert. München
- Ersoy, E. (2011): Apple, Microsoft May Bid for 15 Million Turkish Tablets, AA Says. 18.08.2011, Zugriff am: 18.08.2011. www.bloomberg.com/news/2011-08-18/apple-microsoft-may-bid-for-15-million-turkish-tablets-aa-says.html
- Eule, S./Issing, L. J. (2005): Interaktive Whiteboards. 22.02.2005, www.e-teaching.org/lehrszenarien/vorlesung/praesentation/elektronische_tafel/Whiteboards.pdf; Zugriff am: 06.05.2011.
- Favilli, E. (2011): Timbuktu. 01.04.11, Zugriff am: 07.04.2011. <http://itunes.apple.com/us/app/timbuktu/id428469245?mt=8>
- Feibel, T. (1998): Thomas Feibel's Großer Kinder Software-Ratgeber 1999. Lernen, Wissen, Spiel und Spaß! Haar
- Feibel, T. (2011): Der Kinder Software-Ratgeber. Zugriff am 07.11.2011. www.feibel.de/index.php?id=7&catId=34&prodId=2426&cHash=8bbceed851
- Finken-Verlag (2011): LOGICO. Das Lernsystem mit K(n)öpfchen vom Kindergarten bis zum 6. Schuljahr. Zugriff am: 21.04.20011. http://www.finken.de/cgi-bin/show_page/show.cgi?bereich=schule&page=http://www.finken.de/schule/logico/dasistlogico.htm
- Flindt, R. (2000): Biologie in Zahlen. Stuttgart
- Frank, D./Heinen, . (2007): Zur Sache: (Keine) Laptops in amerikanischen Klassen? Zugriff am: 15.05.2007. <http://www.lehrer-online.de/dyn/9.asp?url=603724.htm>

- Freudenthal, H. (1978): Vorrede zu einer Wissenschaft vom Mathematikunterricht. München
- Freudenthal, H. (1981): Kinder und Mathematik. Grundschule, H. 3, S. 100–102
- Frey, K. (2010): Die Projektmethode. Weinheim
- froggygermany (2007): Helpdesk im Mittelalter. 18.02.2007, Zugriff am: 20.05.2009. <http://www.youtube.com/watch?v=brAlzKHfFnA>
- Füller, Ch./Seyboldt, F. (2009): »Schule und Computer sind sich fremd«. taz.de, 09.09.2009, Zugriff am: 10.09.2009. <http://www.taz.de/1/zukunft/wissen/artikel/1/schule-und-computer-sind-sich-fremd/?type=98>
- Gächter, A. A. (2004): Miniaturen und mehrschichtige Probleme. In: Heinze, A./S. Kuntze (Hg.), Beiträge zum Mathematikunterricht, S. 185–188. Hildesheim
- Gächter, A. A./Lacher, M. (2008): Impulse zum Computereinsatz. Didaktischer Begleitband und CD-ROM mit Anwendungen für das 7. bis 9. Schuljahr. Zug
- Gallin, P./Ruf, U. (1990): Sprache und Mathematik in der Schule. Zürich
- Gallin, P./Ruf, U. (1995a): Ich mache das so! Wie machst du es? Das machen wir ab. Sprache und Mathematik 1.–3. Schuljahr. Zürich
- Gallin, P./Ruf, U. (1995b): Schüler schreiben Textaufgaben. mathematik lehren, H. 68, S. 16–22
- Geissler, K. A. (1998): Alles nur ein Spiel. Spiele zum Lernen – eine Beleidigung für das Spiel. In: Pädagogik, H. 1, S. 29–30
- Gersemann, O. (2010): Vom Commodore 64 zum iPad. In: Welt am Sonntag vom 30.05.2010
- Gerstenmaier, J./Mandl, H. (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: Zeitschrift für Pädagogik, H. 6, S. 876 ff.
- getdigital (o. J.): Newton-Pendel Kurzinfo. Zugriff am: 12.05.2011. www.getdigital.de/products/Newton-Pendel
- Glaser, P. (1996): 24 Stunden im 21. Jahrhundert. Onlinesein – Zu Besuch in der Neuesten Welt. Frankfurt/M.
- Gleich, M. et al. (2000): Life Counts. Eine globale Bilanz des Lebens. Berlin
- Gopnik, A. et al. (2003): Forschergeist in Windeln. Wie Ihr Kind die Welt begreift. München
- Grafenhein, W. (2009): Zur Sache: Die Zukunft rückt näher. 19.08.2009, Zugriff am: 19.08.2009. www.lehrer-online.de/781356.php?sid=90196905969474052025068366836660

- Granzer, D. (2006): Von guten und »anderen« Aufgaben. In: Grundschule, H. 5, S. 18–20
- Gronemeyer, M. (1996): Lernen mit beschränkter Haftung. Über das Scheitern der Schule. Berlin
- Gubler-Beck, A. (2004): Impulse zur Überarbeitung mathematischer Schülertexte und ihre Auswirkungen. In: *mathematica didactica*, H. 1, S. 41–57
- Gubler-Beck, A. (2007): Portfolio – ein im Mathematikunterricht noch wenig bekanntes Instrument. In: *Grundschulunterricht*, H. 7–8, S. 9–12
- Haaf, H. (2010): Rechensport – ein Trainer für das Kopfrechnen. *Lehrer-Online*, 26.01.2010, Zugriff am: 26.01.2010
- Hancock, Ch. (1995): Das Erlernen der Datenanalyse durch anderweitige Beschäftigungen. Grundlagen von Datenkompetenz (»Data Literacy«) bei Schülerinnen und Schülern in den Klassen 1 bis 7. In: *Computer und Unterricht*, H. 17, S. 33–39
- Hansen, S. (2001): Die Hardwarefalle. Schule 2001: Technik: gut – Konzepte: mangelhaft. In: *c't*, H. 14, S. 168–173
- Häring, G. (2006): ZAHLENFORSCHER 1 – Zahlenmauern. 28.11.2006, Zugriff am: 17.03.2008. www.lehrer-online.de/zahlenmauern.php?sid=78821683385208240920515171517550
- Hartmann, W. et al. (2007): Informatikunterricht planen und durchführen. Berlin
- Hasebrock, J. (1995): Multimedia-Psychologie. Eine neue Perspektive menschlicher Kommunikation. Heidelberg
- Hasemann, K. et al. (2007): Daten, Häufigkeit, Wahrscheinlichkeit. In: Walther, G. et al. (Hg.), *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret*, S. 141–161. Berlin
- Hausmann, K./Reiss, M. (1990): Wie intelligent sind tutorielle Systeme? Der schwierige Weg vom einfachen Lernprogramm zu einem wissensbasierten lernermodellierenden tutoriellen System. In: *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, H. 5, S. 158–163
- Heidt, E. U. (1976): *Medien und Lernprozesse*. Weinheim
- Heimann, P. (1962): Didaktik als Theorie und Lehre. In: *Die Deutsche Schule* H. 9, S. 407–427
- Heinen, R./Wedekind, J. (2009): Pädagogische Konzepte versus Hardware. Was können wir in Deutschland aus dem OLPC-Projekt lernen? In: *LOG IN*, H. 156, S. 36–39
- Heinrich, D. (1997): Schulung der Raumvorstellung mit dem Programm BAUWAS. In: Falk, J. et al. (Hg.), *Lernen mit Neuen Medien in der Grundschule*, S. 85–86. Soest

- Hengartner, E. et al. (2006): Lernumgebungen für Rechenschwache bis Hochbegabte. Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht. Zug
- Heppell, S. (1993): Eyes on the horizon, feet on the ground. In: Latchem, C. et al. (Hg.), *Interactive Multimedia. Practice and Promise*, S. 97–114. London
- Herget, W./Klika, M. (2003): Fotos und Fragen. In: *mathematik lehren*, H. 119, S. 14–19
- Herrmann, V. (1989a): Computer in der Grundschule: Anspruch und Wirklichkeit. In: *Zeitschrift für Sozialisationsforschung und Erziehungssoziologie*, H. 2, S. 126–149
- Herrmann, V. (1989b): *Computer in der Grundschule – Literatur*. Soest
- Hess, M. (2005): *Formvollendet. Eine Sammlung ästhetischer, mathematisch definierter Formen*. Ausstellungskatalog. Zürich
- Heiss, C. (2006): *Quarks & Co. Mit Zahlen lügen*. Begleitheft zur Sendung vom 17.10.2006
- Higgins, J., L. (1988): One point of view: We get what we ask for. In: *Arithmetic Teacher*, H. 5, S. 2
- Hinze, N. (1999): Eltern for family Software-Preis Giga-Maus 1999. In: *Eltern for family*, H. 10, S. 111–124
- Hirsh-Pasek, K. et al. (2003): Einstein Never Used Flash Cards: How Our Children Really Learn – And Why They Need to Play More and Memorize Less. Emmaus/PA
- Hirt, U./Wälti, B. (2009): *Lernumgebungen im Mathematikunterricht. Natürliche Differenzierung für Rechenschwache bis Hochbegabte*. Seelze-Velber
- HK, Hessisches Kultusministerium (2010, Hg.): *Bildungsstandards und Inhaltsfelder. Das neue Kerncurriculum für Hessen, Primarstufe – Mathematik*. Entwurf
- Hoanzel, Ch. (2000): Zu- und Wegzählen im ZR 10. In: Reiter, A. et al. (Hg.), *Neue Medien in der Grundschule. Unterrichtserfahrungen und didaktische Beispiele*, S. 99. Wien
- Hoffmann, T. (2009): Umbruch in Schulen. Der schwierige Start der digitalen Tafel. 19.05.2009, Zugriff am: 19.05.2009. www.taz.de/1/zukunft/wissen/artikel/1/derschwierige-start-der-digitalen-tafel/
- Hoffmann, S./Spiegel, H. (2006a): Ein »defekter« Taschenrechner. In: *Grundschule*, H. 1, S. 44–46
- Hoffmann, S./Spiegel, H. (2006b): »Defekte« Tasten am Taschenrechner. Lösungswege von Kindern. In: *Praxis Grundschule*, H. 1, S. 10–14
- Huifen, L. (2011): *TANGRAM HD*. SprintKeen Studio, Apple App Store
- iKidApps.com (2011): *Make Your iPad Kid-Proof With Big Grips Frame*. 05.03.2011, Zugriff am: 05.03.2011. www.biggrrips.com/

- Iser, T. (2009): Digitale Fenster öffnen: Whiteboards elektrisieren Schulen. 06.10.2009, Zugriff am: 07.10.2009. http://www.lehrer-online.de/digitale-fenster.php?show_complete_article=1&sid=62050280348559243525495179518280
- Issing, L./Knigge-Illner, H. (1976, Hg.): Unterrichtstheorie und Mediendidaktik. Weinheim
- Johnson, . (2006): Neue Intelligenz. Warum wir durch Computerspiele und TV klüger werden. Köln
- Jurich, S. (2001): Computer Drill and Practice Tutorials: Are They Effective? In: Tech-KnowLogia, H. March/April, S. 42–44
- Kaibel, V./Koch, T. (2006): Mathematik für den Volkssport. In: DMV-Mitteilungen, H. 2, S. 93–96
- Käser, U. (2008a, Hg.): Lernen mit dem Computer. Berlin
- Käser, U. (2008b): Vorüberlegungen zu einer Wirksamkeitsanalyse: Was leistet Lern- und Edutainmentsoftware wirklich? In: Käser, U. (Hg.), Lernen mit dem Computer, S. 1–9. Berlin
- Kautschitsch, H./Metzler, W. (1987, Hg.): Medien zur Veranschaulichung von Mathematik. Wien
- Keldenich, A. (2008): Lernsoftware als pädagogisches Instrument im Mathematikunterricht. In: Käser, U. (Hg.), Lernen mit dem Computer, S. 163–178. Berlin
- Kerrigan, J. (2002): Powerful Software to Enhance the Elementary School Mathematics Program. In: Teaching Children Mathematics, H. 2, S. 364–370
- kinet (2010): Lernen lernen – (k)ein Kinderspiel! Lehrer-Online, 08.09.2010, www.lehrer-online.de/spielerisch-lernen-basisartikel.php, Zugriff am 15.09.2010
- Klotz, U. (1992): Vom Herrschaftsinstrument zum Alltagsgegenstand. Serie Info Tech, 2. Teil. In: Mac News, H. 4, S. 44–51
- KM (1974), Kultusministerium Nordrhein-Westfalen: Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen/Mathematik. Ratingen
- KM (1985a), Der Kultusminister des Landes Nordrhein-Westfalen: Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen – Mathematik. Köln
- KM (1985b), Der Kultusminister des Landes Nordrhein-Westfalen: Rahmenkonzept Neue Informations- und Kommunikationstechnologien in der Schule. Zielvorstellungen, Maßnahmen und Entwicklungsstand. Köln
- KMK (2005a, Hg., Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich. Beschluss vom 15.10.2004. Neuwied

- KMK (2005b, Hg.), Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Beschluss vom 16.12.2004. Neuwied
- Kniep-Riehm, E.-M. (1995): Wie ist das eigentlich mit dem Weihnachtsfest? Anbahnen und Entfalten sozialer Handlungskompetenz durch Mathematisieren bedeutsamer Fragen aus der kindlichen Lebenswelt. In: Computer und Unterricht, H. 17, S. 28–32
- Kniep-Riehm, E.-M. (1996): Vögel im Frühling: Man kann mit ihnen rechnen. In: Sache–Wort–Zahl, H. 2, S. 15–18
- Knowledge Adventure (2008): THE CRUNCHER 2.0. Torrance, CA 90501, Knowledgeadventure, www.knowledgeadventure.com/school/catalog/crunch_2.aspx
- Koolstra, G. (2001): A memo about the add-on value of applets. www.fi.uu.nl/wisweb
- Kortus, B. (1998): Kinder testen Lernsoftware. In: Mitzlaff, H./ Speck-Hamdan, A. (Hg.), Grundschule und neue Medien, S. 139–147. Frankfurt/M.
- Kösch, H. (1997): Raum begreifen – Raumvorstellung entwickeln. Geometrieunterricht in der Primarstufe: Rund um das Thema »Bauen mit Würfeln«. In: Computer und Unterricht, H. 27, S. 14–17
- Kösch, H./Spiegel, H. (2001): Den Soma-Würfel interaktiv erfahren. Software für den Geometrieunterricht am Beispiel des Programms BAUWAS. In: Diekneite, J. et al. (Hg.), Grundschule zwischen Bilderbuch und Internet. Erkenntnisse und Anregungen des Paderborner Grundschultages 2000 »Kinderwelt – Medienwelt«, S. 128–138. München
- Kosegarten, J./Falschlehner, K. (2010): Wie viel Strom braucht der Dom? In: Hamburger Abendblatt vom 26.08.2010. S. 15
- Krämer, W. (1992): So lügt man mit Statistik. Frankfurt/M.
- Krämer, W./Schmidt, M. (1999): Lexikon der populären Listen. Gott und die Welt in Daten, Fakten, Zahlen. München
- Kraska, L. (2010): Hypertext-Lesekompetenz von Viertklässlern. Untersuchung von Navigationsstrategien und Einflussfaktoren mit Daten aus den Studien »Lesen am Computer« (LaC 2003) und »Kompetenzen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern« (KESS 4). Dissertation. Fakultät 4, Universität Hamburg
- Krauthausen, G. (1989): Dokumentation und Bewertung von Software für die Grundschule. In: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Hg.), Neue Medien in der Grundschule – Symposium vom 13. und 14. März 1989, S. 77–80. Soest
- Krauthausen, G. (1990): Computereinsatz in der Grundschule? Pädagogik und Fachdidaktik sind gefordert. In: Beiträge zum Mathematikunterricht, S. 169–172. Bad Salzdetfurth
- Krauthausen, G. (1991a): Computer und Grundschule – Software. Soest

- Krauthausen, G. (1991b): Software im Mathematikunterricht: Eine Betrachtung aus fachdidaktischer Sicht. In: Computer Bildung/Schulpraxis, H. 5/6, S. 36–41
- Krauthausen, G. (1992): »... dem Affen Zucker geben« – Zur Geschichtslosigkeit der Mathematiksoftware für die Primarstufe. In: Landesinstitut für Schule u. Weiterbildung (Hg.), Werkstattbericht 1: Gestaltung von Unterrichtssoftware, S. 1–23. Soest
- Krauthausen, G. (1993): Kopfrechnen, halbschriftliches Rechnen, schriftliche Normalverfahren, Taschenrechner: Für eine Neubestimmung des Stellenwertes der vier Rechenmethoden. In: Journal für Mathematik-Didaktik, H. 3/4, S. 189–219
- Krauthausen, G. (1994a). Von »Futterprämien« und kognitiven Werkzeugen. In: Krauthausen, G./Herrmann, V. (Hg.), Computer in der Grundschule? Fragen der didaktischen Legitimierung und der Software-Gestaltung, S. 82–111. Stuttgart
- Krauthausen, G. (1994b): Arithmetische Fähigkeiten von Schulanfängern: Eine Computersimulation als Forschungsinstrument und als Baustein eines Softwarekonzeptes für die Grundschule. Wiesbaden
- Krauthausen, G. (1994c): Mathematik-treiben im ganzheitlichen Sachkontext: Schulanfänger erkunden Zahlbeziehungen. In: Computer und Unterricht, H. 15, S. 19–23
- Krauthausen, G. (1994d): Kognitives Werkzeug »Computer« – Ein Simulationsprogramm als Beispiel eines alternativen Software-Konzeptes für die Grundschule. Computer und Unterricht, H. 15, S. 60–63
- Krauthausen, G. (1995a): »A pendulum is to swing ...« – Ein Beitrag zu einem »anderen« Software-Design für die Grundschule. In: Journal für Mathematik-Didaktik, H. 3/4, S. 263–298
- Krauthausen, G. (1995b): Die »Kraft der Fünf« und das denkende Rechnen – Zur Bedeutung tragfähiger Vorstellungsbilder im mathematischen Anfangsunterricht. In: Müller, G. N./Wittmann, E. Ch. (Hg.), Mit Kindern rechnen, S. 87–108. Frankfurt/M.
- Krauthausen, G. (1995c): Neues Lernen mit neuen Medien (?) – Der Computer im Unterricht der Primarschule. In: die neue schulpraxis, H. 1, S. 5–10
- Krauthausen, G. (1997): BLITZRECHNEN. Kopfrechnen im 1. und 2. Schuljahr. CD-ROM. Leipzig
- Krauthausen, G. (1998a): Allgemeine Lernziele im Mathematikunterricht. In: Die Grundschulzeitschrift, H. 119, S. 54–61
- Krauthausen, G. (1998b): Software-Entwicklung – eine komplexe Aufgabe. In: mathematik lehren, H. 92, S. 10–13
- Krauthausen, G. (1998c): Lernen – Lehren – Lehren lernen. Zur mathematikdidaktischen Lehrerbildung am Beispiel der Primarstufe. Leipzig, Ernst Klett Grundschulverlag, Download: www.erzwiss.uni-hamburg.de/Personal/Krauthausen/krhome.htm (Link »Publikationen«)

- Krauthausen, G. (1999): HiQ-Software für das Mathematiklernen: Eine komplexe Entwicklungsaufgabe – dargestellt am Beispiel des Kopfrechenprogramms »BLITZRECHNEN«. In: Selter, Ch./Walther, G. (Hg.), *Mathematikdidaktik als design science*, S. 128–136. Leipzig
- Krauthausen, G. (2001): »Wann fängt das Beweisen an? Jedenfalls, ehe es einen Namen hat.« In: Weiser, W./Wollring, B. (Hg.), *Beiträge zur Didaktik der Mathematik für die Primarstufe*, S. 99–113. Hamburg
- Krauthausen, G. (2003a): Forschende Kinder und forschende Lehrer. Wechselseitiges Reflektieren über gehaltvolle Aufgabenstellungen. In: Baum, M./Wielpütz, H. (Hg.), *Mathematik in der Grundschule. Ein Arbeitsbuch*, S. 137–146. Seelze
- Krauthausen, G. (2003b): Gute Aufgaben für den Computereinsatz im Mathematikunterricht. In: Ruwisch, S./Peter-Koop, A. (Hg.), *Gute Aufgaben im Mathematikunterricht der Grundschule*, S. 144–156. Offenburg
- Krauthausen, G. (2003c): BLITZRECHNEN – ein fachdidaktisches (Software-) Konzept und seine Rezeption. In: e-nitiative nrw – Netzwerk für Bildung (Hg.), *Neue Medien – Neue Lernkultur*, S. 47–54. Berlin
- Krauthausen, G. (2004): BLITZRECHNEN – ein fachdidaktisches (Software-) Konzept und seine Rezeption. In: Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung (Hg.), *Beiträge des Jahreskongresses Schule und Familie – Perspektiven einer Differenz*. Aarau, Universität Bern (CD-ROM)
- Krauthausen, G. (2006a): ZAHLENFORSCHER – eine innovative Software-Reihe (Kl. 2–6). In: *Beiträge zum Mathematikunterricht*, S. 323–326. Hildesheim
- Krauthausen, G. (2006b): ZAHLENFORSCHER 1: Zahlenmauern. Booklet zur CD-ROM. Donauwörth
- Krauthausen, G. (2006c): ZAHLENFORSCHER 1: Zahlenmauern. Didaktische Handreichung. Donauwörth, Auer. Download: www.erzwiss.uni-hamburg.de/Personal/Krauthausen/Handbuch_ZF.pdf
- Krauthausen, G. (2009): Kinder machen mathematische Entdeckungen mit Zahlenmauern. In: Leuders, T. et al. (Hg.), *Mathemagische Momente. Situationen fruchtbaren Lernens und Lehrens von Mathematik – und was hinter ihnen steckt*, S. 88–103. Berlin
- Krauthausen, G./Herrmann, V. (1994, Hg.): *Computereinsatz in der Grundschule? Fragen der didaktischen Legitimierung und der Software-Gestaltung*. Stuttgart
- Krauthausen, G./Lorenz, J. H. (2008): *Computereinsatz im Mathematikunterricht*. In: Walther, G. et al. (Hg.), *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret*, S. 162–183. Berlin
- Krauthausen, G./Scherer, P. (2006a): Üben im Mathematikunterricht. Vernetzte Anforderungen an Lehrende und Aufgabenangebote. In: *Grundschule*, H. 1, S. 32–35

- Krauthausen, G./Scherer, P. (2006b). Was macht ein Übungsbeispiel produktiv? In: Praxis Grundschule, H. 1, S. 4–5.
- Krauthausen, G./Scherer, P. (2007): Einführung in die Mathematikdidaktik. Heidelberg
- Krauthausen, G./Scherer, P. (2010a): Umgang mit Heterogenität. Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht der Grundschule. Handreichung des Programms SINUS an Grundschulen. Kiel, IPN-Materialien. Download: www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGSHandreichung_Krauthausen-Scherer.pdf
- Krauthausen, G./Scherer, P. (2010b): Natural Differentiation in Mathematics (NaDi-Ma). Theoretical Backgrounds And Selected Arithmetical Learning Environments. In: Maj, B. et al. (Hg.), Motivation via Natural Differentiation in Mathematics, S. 11–37. Rzeszów
- Krauthausen, G./Scherer, P. (2011): Natürliche Differenzierung durch offene Aufgaben im Rahmen substanzieller Lernumgebungen. In: Grundschulunterricht, H. 1, S. 4–7
- Krawehl, F. (2012; i. Vb.): Mathematikdidaktische Qualität von Unterrichtssoftware für das Grundschulalter. Entwicklung eines Evaluationsinstruments. Dissertation, Universität Hamburg
- Krummheuer, G. (1989): Die menschliche Seite am Computer. Studien zum gewohnheitsmäßigen Umgang mit Computern im Unterricht. Weinheim
- Krummheuer, G./Voigt, J. (1991): Interaktionsanalysen von Mathematikunterricht. Ein Überblick über einige Bielefelder Arbeiten. In: Maier, H./Voigt, J. (Hg.), Interpretative Unterrichtsforschung, S. 13–32. Köln
- Krützer, B./Probst, H. (2006): IT-Ausstattung der allgemein bildenden und berufsbildenden Schulen in Deutschland. Bestandsaufnahme 2006 und Entwicklung 2001 bis 2006. Berlin
- Kunze, E. (2001): Einsatz des Computers im Mathematikunterricht der Grundschule am Beispiel des Programms BAUWAS. Examenshausarbeit zur 2. Staatsprüfung, Universität Hamburg
- Ladel, S. (2009): Multiple externe Repräsentationen (MERs) und deren Verknüpfung durch Computereinsatz. Zur Bedeutung für das Mathematiklernen im Anfangsunterricht. Hamburg
- Ladel, S./Kortenkamp, U. (2009): Virtuell-enaktives Arbeiten mit der »Kraft der Fünf«. In: MNU PRIMAR, H. 3, S. 91–95
- Lampert, M. (1990): Connecting Inventions with Conventions. In: Steffe, L. P./Wood, T. (Hg.), Transforming Children's Mathematics Education, S. 253–265. Hillsdale/NJ
- Lem, S. (1996): Zu Tode informiert. Risiken und Nebenwirkungen der globalen Vernetzung. In: Der Spiegel, Nr. 11, S. 108–109

- Lengnink, K./Leuders, T. (2008): Mathematische Kulturtechniken. Hilfe beim Umgang mit Daten. In: Pädagogik, H. 7/8, S. 54–57
- Lepper, M. R. et al. (1973): Undermining children's intrinsic interest with extrinsic reward: A test of the 'overjustification' hypothesis. In: Journal of Personality and Social Psychology, H. 1, S. 129–137
- Leutner, D. (1995): Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. In: Issing, L. J./Klimsa, P. (Hg.), Information und Lernen mit Multimedia, S. 139–149. Weinheim
- LI (2011), Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung: Interaktive Whiteboards. Ein Überblick über den Einsatz interaktiver Whiteboards an Hamburger Schulen. Zugriff am: 05.06.2011. www.li-hamburg.de/bf.1600./index.html
- Lilie, F. (2011): Das fliegende Klassenzimmer: WLAN im Schul-Alltag. 24.06.2011, Zugriff am: 24.06.2011. www.macwelt.de/article/pdf/id/2385996
- Linneweber-Lammerskitten, H. (2009): Der Einsatz von Kurzfilmen als Einstieg in Experimentier- und Explorationsphasen. In: Neubrand, M. (Hg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2009, S. 743–747. Münster
- Linneweber-Lammerskitten, H. et al. (2011): VITAL MATHS: Visual Technology for Autonomous Learning of Mathematics. epiSTEME 4. Mumbai/India
- Lorenz, J. H. (1997): Bildschirm-Rechnen. In: Die Grundschulzeitschrift, H. 110, S. 57
- LoThoSoft (2010): LoTHOSOFT Lernsoftware. Zugriff am: 22.04.2010. www.lothosoft.ch/
- LSW (1989a, Hg.), Landesinstitut für Schule und Weiterbildung: Computereinsatz in der Grundschule? Symposium am 13. und 14. März 1989. Soest
- LSW (1989b, Hg.), Landesinstitut für Schule und Weiterbildung: Grundschule Unterrichtssoftware. Nachweisliste. Soest
- lucidlogic (2010): COMBINE 4! Apple App Store
- Lynch, A. (2009): NEWTON'S CRADLE. Apple App Store
- Macwelt (2011): MATHZAUBER. Premium Newsletter vom 31.05.2011. www.macwelt.de/kanal/iphone-welt/apps/bildung/mathzauber/189/1705
- Maier, H. (2004): Zu fachsprachlicher Hyper- und Hypotrophie im Fach Mathematik oder Wie viel Fachsprache brauchen Schüler im Mathematikunterricht? In: Journal für Mathematik-Didaktik, H. 1, S. 3–33
- Mandl, H./Gruber, H./Renkl, A. (1995): Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In: Issing, L./Klimsa, P. (Hg.): Information und Lernen mit Multimedia, S. 167–178. Weinheim

- Mangold, C. et al. (2001): Plattenbauten. Berliner Betonerzeugnisse. Ein Quartettspiel. Altenburg
- Markoff, J. (2011): The iPad in Your Hand: As Fast as a Supercomputer of Yore. In: New York Times vom 09.05.2011
- Matros, N. (1994): Das PC-Programm FELIX und der Mathematikunterricht in der Grundschule. In: Monnerjahn, R. (Hg.), Computerunterstütztes Lernen an allgemeinbildenden Schulen, Teil III: Abschlußbericht des Modellversuchs CLiP, S. 121–168. Mainz
- Mayrberger, K. (2007): Verändertes Lernen mit neuen Medien? Strukturanalyse gemeinschaftlicher Interaktionen in einer computergestützten Lernumgebung in der Grundschule. Hamburg
- Meier, A. (2011a): Volumen eines Quaders - mit Grundvorstellungen verbinden. Zugriff am: 12.05.2011. www.lehrer-online.de/volumen-eines-quaders.php
- Meier, A. (2011b): Diagramme erstellen und auswerten. 03.06.2011, Zugriff am: 03.06.2011. www.lehrer-online.de/diagramme-geogebra.php
- Meier, A. (1995): Qualitätsbeurteilung von Lernsoftware durch Kriterienkataloge. In: Schenkel, P./Holz, H. (Hg.), Evaluation multimedialer Lernprogramme und Lernkonzepte. In: Berichte aus der Berufsbildungspraxis, S. 149–191. Nürnberg
- Meißner, H. (1978): Projekt TIM 5/12 – Taschenrechner im Mathematikunterricht für 5- bis 12jährige. In: Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, H. 4, S. 221–229
- Melissa (2010): 20 iPad Apps for Kids with Autism. 08.11.2010, Zugriff am: 07.05.2011. www.theautismeducationsite.com/2010/11/08/20-ipad-apps-for-kids-with-autism/
- Merschmeyer-Brüwer, C. (1999): Raumvorstellungen entwickeln. Rezension des Konstruktionsprogramms BAUWAS. In: Die Grundschulzeitschrift, H. 121, S. 58–59
- Meschenmoser, H. (1997a): BAUWAS. Konstruktionsprogramm zur Entwicklung von Raumvorstellung. Für behinderte und nichtbehinderte Schülerinnen und Schüler. Handbuch. Berlin, MACHMIT. Programm-Download: www.bics.be.schule.de/son/machmit/sw/bauwas/index.htm
- Meschenmoser, H. (1997b): BAUWAS. Konstruktionsprogramm für die Primar- und Sekundarstufe. In: Computer und Unterricht, H. 27, S. 51–52.
- Meschenmoser, H. (1999): Lernen mit Medien. Zur Theorie, Didaktik und Gestaltung von interaktiven Medien im fächerübergreifenden Unterricht. Hohengehren
- Meschenmoser, H. (2002): Lernen mit Multimedia und Internet. Basiswissen Pädagogik. Hohengehren
- Meukow, Sa. (2009): Schüler werden Klimabeobachter. 18 Schulen sind schon dabei: Die Wetterfrösche der Klasse 3b. In: Hamburger Abendblatt vom 05.10.2009, S. 17

- Meyer, T./Krumes, K. (2005): eLearning am Fachbereich Erziehungswissenschaft. In: EWI-Report, H. 30, S. 6–9
- mikewilsonmusic (2010): Baby Works iPad Perfectly. Amazing Must Watch! Zugriff am: 05.11.2011. www.youtube.com/watch?v=MGMsT4qNA-c&feature=player_embedded
- Miller, M. (1986): Kollektive Lernprozesse. Studien zur Grundlegung einer soziologischen Lerntheorie. Frankfurt/M.
- Miller, M. (2006): Dissens. Zur Theorie diskursiven und systemischen Lernens. Bielefeld
- Minard, A. (2011): MEINE ERSTEN PUZZLES: DIE ZAHLEN HD. AR Entertainment. <http://ar-entertainment.net/lernen/ipad.html>
- Mitzlaff, H. (2007, Hg.): Internationales Handbuch Computer (ICT), Grundschule, Kindergarten und Neue Lernkultur. Bd. 1 u. 2. Baltmannsweiler
- Mitzlaff, H. (2007): Computer im Mathematikunterricht der Grundschule – Fachdidaktik (in Deutschland) – Fehlanzeige? In: Mitzlaff, H. (Hg.), Internationales Handbuch Computer (ICT), Grundschule, Kindergarten und Neue Lernkultur, S. 537. Baltmannsweiler
- Mitzlaff, H./Speck-Hamdan, A. (1998): Grundschule und neue Medien. In: Mitzlaff, H./Speck-Hamdan, A. (Hg.), Grundschule und neue Medien, S. 10–34. Frankfurt/M.
- Mobigame (2011): CROSS FINGERS FREE. Apple App Store, Mobigame (Edge Team). www.mobigame.net/
- Moyer, P. S. et al. (2002): What Are Virtual Manipulatives? In: Teaching Children Mathematics, H. Feb., S. 372–377
- MPFS. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2011, Hg.): Kinder und Medien 2010. Stuttgart
- MSJK (2003, Hg.), Ministerium für Schule, Jugend und Kinder des Landes Nordrhein-Westfalen: Richtlinien und Lehrpläne zur Erprobung für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen
- MSW (2008), Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen: Lehrplan Mathematik für die Grundschulen des Landes Nordrhein-Westfalen. Entwurf vom 16.06.2008
- Müller, G. N./E. Ch. Wittmann (1995, Hg.), Mit Kindern rechnen. Frankfurt/M.
- Müller, G./Wittmann, E. Ch. (1984): Der Mathematikunterricht in der Primarstufe. Braunschweig
- Müller, L. (2008): Digitale Stop Motion Animation im Unterricht. Semesterarbeit. 49 S. Pädagogisches Institut Basel

- Müller-Jung, J. (2011): Von außen betrachtet: Die Achse des Schönen. FAZnet vom 04.08.2011, Zugriff am: 07.08.2011. <http://faz-community.faz.net/blogs/planckton/archive/2011/08/04/psychologie-die-achse-der-schoenen.aspx>
- Nelsen, R. B. (1993): Proofs without words. Exercises in visual thinking. Classroom Resource Materials. Washington,
- Nelsen, R. B. (2000): Proofs without words II. More Exercises in visual thinking. Classroom Resource Materials. Washington
- Neubert, B. (2009): Daten erfassen und darstellen in der Grundschule – Versuch einer Konzeption. In: Neubrand, M. (Hg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2009, S. 771–774. Münster
- nielsen (2011): U.S. Kids Looking Forward to »Holiday« 2011. Zugriff am: 17.11.2011. <http://blog.nielsen.com/nielsenwire/consumer/us-kids-looking-forward-to-iholiday-2011/>
- Niess, M. L. (1993): Forecast: Changing mathematics curriculum and increasing pressure for higher-level thinking skills. In: Arithmetic Teacher, H. 2, S. 129–135
- NK (2006, Hg.), Niedersächsisches Kultusministerium: Kerncurriculum für die Grundschule Schuljahrgänge 1–4. Mathematik
- NZZ (2006), Neue Zürcher Zeitung: Google lässt Duden-Eintrag »googeln« ändern. Markenschutz als Begründung. 16.08.2008, Zugriff am: 01.08.2011. www.nzz.ch/2006/08/16/vm/newzzEQXM1K6L-12.html
- OECD (2003): Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCo). Summary of the final report »Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society«, 6 S.
- Oehl, W. (1962): Der Rechenunterricht in der Grundschule. Hannover
- Otto, G. (1985): Medien der Erziehung und des Unterrichts. In: Otto, G./Schulz, W (Hg.): Methoden und Medien der Erziehung und des Unterrichts. Bd. 4 der Enzyklopädie »Erziehungswissenschaft«, S. 74–107. Stuttgart
- Padberg, F. (2005): Didaktik der Arithmetik für Lehrerbildung und Lehrerfortbildung. Heidelberg
- Pathak, H. (1999): Structural Package Designs. Amsterdam
- Paulsen, N. (2010): Mobiles Internet gibt's bald für alle. In: Hamburger Abendblatt vom 15.09.2010, S. 23
- Pelkmann, T. (2011a): Always-On, Always-Online. Forrester über die Post-PC-Ära. 06.06.2011, Zugriff am: 06.06.2011. www.computerwoche.de/themenspecial/tk-trends-mobility/2491241/
- Pelkmann, T. (2011b): Killer Apps für iPhone, iPad & Co. Zugriff am: 16.08.2011. www.macwelt.de/article/pdf/id/2283858

- Peschel, F. (2009): Offener Unterricht: Idee, Realität, Perspektive und ein praxiserprobtes Konzept zur Diskussion. Bd. 1: Allgemeindidaktische Überlegungen. Bd. 2: Fachdidaktische Überlegungen. Basiswissen Grundschule. Hohengehren
- Peter-Koop, A. (2006): Grundschul Kinder bearbeiten Fermi-Aufgaben in Kleingruppen. Empirische Befunde zu Interaktionsmustern. In: Rathgeb-Schnierer, E./ Roos, U. (Hg.), *Wie rechnen Matheprofis? Ideen und Erfahrungen zum offenen Mathematikunterricht*, S. 41–56. München
- Peters, J. (1995): Zehn Gebote für eine gute CD-ROM. In: Page, H. 10, Buchmesse extra
- Petko, D. et al. (2007): ICT in Primarschulen. Expertise und Forschungsübersicht. Goldau, PHZ Hochschule Schwyz, Institut für Medien und Schule
- Piaget, J. (1972): *Psychologie der Intelligenz*. Olten, 5. Aufl.
- Piaget, J. (1984): *Theorien und Methoden der modernen Erziehung*. Frankfurt/M.
- Piel, W. (1977): *Kleines Lehrbuch der Lernpsychologie*. Braunschweig
- PLH Software (2011): *Guide for CUT THE ROPE*. Apple App Store
- Pogue, D. (2011): A Parent's Struggle With a Child's iPad Addiction. In: *The New York Times* vom 07.05.2011
- Popp, M. (2007a): Web 0.0 im Klassenzimmer. Spiegel online. www.spiegel.de/schulspiegel/wissen/0,1518,483245,00.html
- Popp, M. (2007b): US-Schulen schwören Computern ab. Spiegel online. www.spiegel.de/schulspiegel/wissen/0,1518,481086,00.html
- Profax-Verlag (2011): profax Lerngerät. Zugriff am: 22.04.2011. www.profax.ch/index.php?p=67
- Radatz, H. et al. (2006): *Handbuch für den Mathematikunterricht – 3. Schuljahr*. Hannover
- Reiter, A. et al. (2000, Hg.): *Neue Medien in der Grundschule. Unterrichtserfahrungen und didaktische Beispiele*. Wien
- Ritzer, G. (2006): *Die McDonaldisierung der Gesellschaft*. Konstanz
- Ruwisch, S./Peter-Koop, A. (2003, Hg.): *Gute Aufgaben im Mathematikunterricht der Grundschule*. Offenburg
- Sander, S. (2003): »Man kann ja nicht dahinter sehen«. Würfelgebäude – Bauen mit BAUWAS. In: *Die Grundschulzeitschrift*, H. 167, S. 34–37
- Sarama, J./Clements, D. H. (2006): Mathematics, Young Students, and Computers: Software, Teaching Strategies and Professional Development. In: *The Mathematics Educator*, H. 2, S. 112–134

- Scheier, Ch. et al. (2003): Sound induces perceptual reorganization of an ambiguous motion display in human infants. In: *Developmental Science*, H. S. 233–244
- Scherer, P. (1997a/b/c): Substantielle Aufgabenformate – jahrgangsübergreifende Beispiele für den Mathematikunterricht, Teil I in: *Grundschulunterricht*, H. 1, S. 34–38; Teil II in: *Grundschulunterricht*, H. 4, S. 36–38; Teil III in: *Grundschulunterricht*, H. 6, S. 54–56
- Scherer, P. (2003): *Produktives Lernen für Kinder mit Lernschwächen: Fördern durch Fordern. Band 2: Addition und Subtraktion im Hunderterraum*. Hamburg
- Scherer, P./Steinbring, H. (2004): Übergang von halbschriftlichen Rechenstrategien zu schriftlichen Algorithmen – Addition im Tausenderraum. In: Scherer, P./ Bönig, D. (Hg.), *Mathematik für Kinder – Mathematik von Kindern*, S. 163–173. Frankfurt/M.
- Scherer, P./Krauthausen, G. (2010): Natural Differentiation in Mathematics – The NaDiMa project. In: *Panama-Post*, H. 3, S. 14–26
- Scherer, P./Wellensiek, N. (2011): Verborgene Mathematik. Rechenricks verstehen und begründen. In: *MNU PRIMAR*, H. 3, S. 88–95
- Schlieszeit, J. (2011): *Mit Whiteboards unterrichten. Das neue Medium sinnvoll nutzen*. Weinheim
- Scholz, G. (2001): Kind und Computer – Mehr Fragen als Antworten. In: Büttner, C./E. Schwichtenberg (Hg.), *Grundschule digital. Möglichkeiten und Grenzen der neuen Informationstechnologien*, S. 32–78. Weinheim
- Schönweiss, F. (1994): Der Weg ins pädagogische Computerzeitalter. In: *Interface*, H. 2, S. 47–49
- Schott, B. (2004): *Schotts Sammelsurium*. Berlin
- Schott, B. (2005): *Schotts Sammelsurium. Essen & Trinken*. Berlin
- Schott, B. (2006): *Schotts Sammelsurium. Sport, Spiel & Müsiggang*. Berlin
- Schrackmann, I. et al. (2008): *Computer und Internet in der Primarschule. Theorie und Praxis von ICT im Unterricht mit 20 Praxisbeispielen auf 2 DVDs*. Oberentfelden
- Schreier, H. (1995): Unterricht ohne Liebe zur Sache ist leer. Eine Erinnerung. In: *Grundschule*, H. 6, S. 14–15
- Schubert, T. (2009): Eier von glücklichen Hühnern? Lebensmittel aus Massentierhaltung. In: *UNTERRICHT – ARBEIT + TECHNIK*, H. 42, S. 13–17
- Schulmeister, R. (1996): *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie, Didaktik, Design*. Bonn
- Schulze, Th. (1978): *Methoden und Medien der Erziehung*. München

- Schwichtenberg, E. (2001): Mit dem PC in der Klasse – Erfahrungen und Probleme. In: Büttner, C./Schwichtenberg, E. (Hg.), *Grundschule digital. Möglichkeiten und Grenzen der neuen Informationstechnologien*, S. 106–126. Weinheim
- Schwirtz, W. (2008): *Geometrieunterricht mit Computereinsatz in der Grundschule. Das Programm IGEL als Werkzeug im Geometrieunterricht*. Zugriff am: 02.07.2011. www.uni-due.de/didmath/ag_jahnke/schwirtz/
- Seeger, F./Steinbring, H. (1992, Hg.): *The Dialogue between Theory and Practice in Mathematics Education: Overcoming the Broadcast Metaphor – Proceedings of the Fourth Conference on Systematic Cooperation between Theory and Practice in Mathematics Education (SCTP)*, Brakel, Germany, Sept. 16–21, 1990. Bielefeld
- Sekuler, R. et al. (1997): Sound alters visual motion perception. In: *Nature*, H. 23, S. 308
- Selter, Ch. (1993): Das Tausenderbuch. Teil 1: Struktur und Einsatzmöglichkeiten, Teil 2: Aktivitäten mit dem Tausenderbuch. In: *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe*, H. 9 u. 10, S. 414–418 u. 459–462
- Selter, Ch. (1996): Schreiben im Mathematikunterricht. In: *Die Grundschulzeitschrift*, H. 92, S. 16–19
- Selter, Ch. (1997): Genetischer Mathematikunterricht: Offenheit mit Konzept. In: *mathematik lehren*, H. 83, S. 4–8
- Selter, Ch. (2004): Mehr als Kenntnisse und Fertigkeiten. Basispapier zum Modul 2: Erforschen, entdecken und erklären im Mathematikunterricht der Grundschule, 46 S. Download: <http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/fileadmin/Materialien/Modul2.pdf>
- Selter, Ch./Spiegel, H. (1997): *Wie Kinder rechnen*. Leipzig
- SH (1998, Hg.), Ministerium für Frauen, Bildung, Weiterbildung und Sport des Landes Schleswig-Holstein: *Lehrplan Primarstufe. Grundlagen & Mathematik*. Kronshagen
- Simmons, D. (2006): B.O.O.K.. 09.09.2006, Zugriff am: 15.07.2011. www.youtube.com/watch?v=S7kqO_DOsN8
- Singh, S. (1998): *Fermats letzter Satz. Die abenteuerliche Geschichte eines mathematischen Rätsels*. München
- Söndgen, P. S. M. (2010): *Analyse der Asymmetrie menschlicher Gesichter*. Forschungsarbeit Jugend Forscht 2010, Fachbereich Biologie, Bischöfliche Liebfrauen-schule Eschweiler
- Speck (2011): iPad-Case für Kinder. hwww.speckproducts.com/.
- Spiegel online (2005): *Vernetzte US-Schule. Laptops ersetzen Lehrbücher*. 23.08.2005

- Spiegel, H. (1988): Vom Nutzen des Taschenrechners im Arithmetikunterricht der Grundschule. In: Bender, P. (Hg.), Mathematikdidaktik. Theorie und Praxis, S. 177–189. Berlin
- Spiegel, H./Kösch, H. (2001): Den Somawürfel interaktiv erfahren. Software für den Geometrieunterricht am Beispiel des Programms BAUWAS. Manuskript, 8 S.
- Spitzer, M. (2005): Vorsicht Bildschirm! Elektronische Medien, Gehirnentwicklung, Gesundheit und Gesellschaft. Stuttgart
- Stanek, Ch. (2006): Edutainment: Emil und Pauline in der 3. und in der 4. Klasse. In: MacLife, H. 07
- Steinbring, H. (1994): Die Verwendung strukturierter Diagramme im Arithmetikunterricht der Grundschule: Zum Unterschied zwischen empirischer und theoretischer Mehrdeutigkeit mathematischer Zeichen. In: Mathematische Unterrichtspraxis, H. IV, S. 7–19
- Steinbring, H. (1999): Offene Kommunikation mit geschlossener Mathematik? In: Grundschule, H. 3, S. 8–13
- Steinbring, H. (2000): Epistemologische und sozial-interaktive Bedingungen der Konstruktion mathematischer Wissensstrukturen (im Unterricht der Grundschule). Abschlussbericht zum gleichnamigen DFG-Projekt. Dortmund, Universität Dortmund
- Steinweg, A. S. (2002): Zu Bedeutung und Möglichkeiten von Aufgaben zu figurierten Zahlen – Eine Analyse von Deutungen durch Grundschulkindern. In: Journal für Mathematik-Didaktik, H. 2, S. 129–151
- stern (1993): Den Menschen ersetzen? In: stern, H. 12, S. 157
- STMUK (2000), Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultur: Lehrplan für die bayerische Grundschule. München
- Stockinger, G. (1995): Trampelpfade im Gehirn – über die veränderte Wahrnehmung der Computer-Generation. In: Spiegel special, H. 9, S. 116–117 u. 119–120
- Stoll, C. (1996): Die Wüste Internet. Geisterfahrten auf der Datenautobahn. Frankfurt/M.
- Strittmatter, P./Niegemann, H. (2000): Lehren und Lernen mit Medien – Eine Einführung. Darmstadt
- Strittmatter, P./Seel, N. M. (1984): Externe und interne Medien: Konzepte der Medienforschung. In: Unterrichtswissenschaft, H. 1, S. 2–17
- Sunburst Technology (2011): THE FACTORY DELUXE. Elgin, IL, Sunburst. <http://commerce.sunburst.com/product.aspx?p=1556>
- Tappy Taps (2010): MATHEZAUBER. Apple App Store. <http://bubblingmath.com/de/>
- Teh, JT (2011): COIN MATH EU. Apple App Store

- Thomas, M. (2010a): 100S BOARD. Apple App Store
- Thomas, M. (2010b): TENS FRAME. Apple App Store
- Threlfall, J. (2002). Flexible Mental Calculation. In: Educational Studies in Mathematics 50. Jg., S. 29-47
- Tivola (2011): LERNERFOLG GRUNDSCHULE MATHEMATIK. Apple App Store. www.lernerfolg.de/
- Trumler, W. (2011): SUDOKU TABLET. Apple App Store
- Tulodziecki, G. (1992): Medien in Erziehung und Bildung. Bad Heilbrunn
- Tyrsina, R. (2011): Kids Are New Target For iPad 2 Sales. 19.04.2011, Zugriff am: 07.05.2011. www.itproportal.com/2011/04/19/kids-new-target-ipad2-sales/
- United Works Ltd. (2011): CUTE BABY FLASH CARD. Apple App Store
- Urrf, Ch. (2009a): Konzeptionelle Überlegungen bei der Entwicklung von RECHNEN MIT WENDI. lernsoftware-mathematik.de, 20.02.2009, Zugriff am: 03.04.2010. www.lernsoftware-mathematik.de/cms/?p=493
- Urrf, Ch. (2009b): Kritische Bemerkungen zum Einsatz von Kriterienkatalogen zur Bewertung von Lernsoftware. 29.06.2009, Zugriff am: 15.06.2011. www.lernsoftware-mathematik.de/cms/?p=230#more-230
- Urrf, Ch. (2010): Potentiale und Perspektiven digitaler Lernmedien für die Förderung grundlegender mathematischer Kompetenzen. In: Zeitschrift für Heilpädagogik, H. 4, S. 141–150
- Urrf, Ch. (2011a): ZWANZIGERFELD. Apple App Store u. www.lernsoftware-mathematik.de/prototypen/zwanzigerfeld.html
- Urrf, Ch. (2011b): HUNDERTERFELD. Apple App Store u. www.lernsoftware-mathematik.de/cms/?p=503
- van Lück, W. (1994): Gestaltung und Erprobung von Hypermedia-Arbeitsumgebungen zum Lernen und Üben. In: Krauthausen, G./Hermann, V. (Hg.), Computer in der Grundschule? Fragen der didaktischen Legitimierung und der Software-Gestaltung, S. 192–206. Stuttgart
- Verboom, L. (2002): Aufgabenformate zum multiplikativen Rechnen. Entdecken und Beschreiben von Auffälligkeiten und Lösungsstrategien. In: Praxis Grundschule, H. 2, S. 14–25
- Vietmeier, A. (1997): Multimediaentwicklung. Seiltanz zwischen Möglichkeiten und Marktchancen. In: Büttner, C./Schwichtenberg, E. (Hg.), Computer in der Grundschule. Geräte, didaktische Konzepte, Unterrichtssoftware, S. 96–102. Weinheim
- Vogt, U. (2009): Zahlen, bitte! Ein mathematisches Bilderbuch. Paderborn

- von Glasersfeld, E. (1995): Aspekte einer konstruktivistischen Didaktik. In: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Hg.): Lehren und Lernen als konstruktive Tätigkeit: Beiträge zu einer konstruktivistischen Theorie des Unterrichts, S. 17–34. Soest
- von Hentig, H. (2002): Der technischen Zivilisation gewachsen bleiben. Nachdenken über die Neuen Medien und das gar nicht mehr allmähliche Verschwinden der Wirklichkeit. Weinheim
- von Kleist, H.: Über die allmähliche Verfertigung der Gedanken beim Reden. In: Sembdner, H. (Hg.), Heinrich von Kleist – Werke in einem Band, S. 810–814. München
- von Rauchhaupt, U. (2011): Daddeln für den Wissensdurst. Apps im Test. 07.04.2011, Zugriff am: 07.04.2011. www.faz.net/s/Rub163D8A6908014952B0FB3DB178F372D4/Doc~E50C4A265E8D7404792760D69B1397102~ATpl~Ecommon~Spezial.html
- von Schirach, F. (2010): Die Kunst des Weglassens. Warum das iPad die Zukunft des Lesens ist. In: Der Spiegel, H. 15, S. 118–119
- Wahrig-Burfeind, R. (2008, Hg.): Wahrig. Deutsches Wörterbuch. Gütersloh
- Walther, G. (o. J.): Modul 1: Gute und andere Aufgaben (Arbeitsversion). Manuskriptfassung, 47 S. www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_STG/Mathe-Module/M1.pdf
- Walther, G. et al. (2007, Hg.): Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret. Berlin
- Walther, G. (2011): Die Entwicklung allgemeiner mathematischer Kompetenzen fördern. In: Demuth, R. et al. (Hg.), Unterricht entwickeln mit SINUS. 10 Module für den Mathematik- und Sachunterricht in der Grundschule, S. 15–23. Seelze
- Weidenmann, B. (1995): Multicodierung und Multimodalität im Lernprozeß. In: Issing, L./Klimsa, P. (Hg.): Information und Lernen mit Multimedia, S. 65–84. Weinheim
- Weizenbaum, J. (1978): Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft. Frankfurt/M.
- Weizenbaum, J./Wendt, G. (2006): Wo sind sie, die Inseln der Vernunft im Cyberstrom? Auswege aus der programmierten Gesellschaft. Freiburg
- Wember, F. B. (1987): Sonderpädagogik als Integrationswissenschaft und Interventionswissenschaft: Betrachtung zur Rezeption der operanten Lernpsychologie. In: Heilpädagogische Forschung, H. 3, S. 164–176
- Wember, F. (2007): Buchbesprechungen – Günter Krauthausen: Zahlenmauern. In: Zeitschrift für Heilpädagogik, H. 08, S. 313–314
- Werkstrakete (2011): PAPER PLANE PROJECT. Apple App Store

- Wiebe, B. (2011): NUMBER BLITZ. Apple App Store
- Wiesner, B. (1999): Das klickende Klassenzimmer. Wie Computer unsere Kinder schlau machen. In: Familie & Co – Spezial Computer, H. 1/99, S. 20–28
- Winter, H. (1975): Allgemeine Lernziele für den Mathematikunterricht? In: Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, H. 3, S. 106–116
- Winter, H. (1983): Zur Problematik des Beweisbedürfnisses. In: Journal für Mathematik-Didaktik, H. 1, S. 59–95
- Winter, H. (1984a): Begriff und Bedeutung des Übens im Mathematikunterricht. In: mathematik lehren, H. 2, S. 4–16
- Winter, H. (1984b): Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht. In: Grundschule, H. 4, S. 26-29
- Winter, H. (1985): Sachrechnen in der Grundschule. Problematik des Sachrechnens, Funktionen des Rechnens, Unterrichtsprojekte. Bielefeld
- Winter, H. (1989): Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht. Einblicke in die Ideengeschichte und ihre Bedeutung für die Pädagogik. Braunschweig
- Winter, H. (2003): »Gute Aufgaben« für das Sachrechnen. In: Baum, M./Wielpütz, H. (Hg.), Mathematik in der Grundschule. Ein Arbeitsbuch, S. 177–183. Seelze
- Winter, I. (2000): In-Sätzchen mit Rest. In: Reiter, A. et al. (Hg.), Neue Medien in der Grundschule. Unterrichtserfahrungen und didaktische Beispiele, S. 100–101. Wien
- Withers, L. K. (2002): How to Fold. Falten, Falzen, Formen. Amsterdam
- Wittmann, E. Ch. (1985): Objekte – Operationen – Wirkungen: Das operative Prinzip in der Mathematikdidaktik. In: mathematik lehren, H. 11, S. 7–11
- Wittmann, E. Ch./Müller, Gerhard N. (1988): Wann ist ein Beweis ein Beweis? In: Bender, P. (Hg.), Mathematikdidaktik. Theorie und Praxis, S. 237–257. Bielefeld
- Wittmann, E. Ch. (1990): Wider die Flut der »bunten Hunde« und der »grauen Päckchen«: Die Konzeption des aktiv-entdeckenden Lernens und des produktiven Übens. In: Wittmann, E. Ch./Müller, G. N. (Hg.), Handbuch produktiver Rechenübungen, Band 1: Vom Einspluseins zum Einmaleins, S. 152-166. Stuttgart
- Wittmann, E. Ch. (1992): Üben im Lernprozeß. In: Wittmann, E. Ch./Müller, G. N. (Hg.), Handbuch produktiver Rechenübungen, Band 2: Vom halbschriftlichen zum schriftlichen Rechnen, S. 175–186. Stuttgart
- Wittmann, E. Ch. (1995): Mathematics Education as a Design Science. In: Educational Studies in Mathematics, H. S. 355–374
- Wittmann, E. Ch. (1996): Offener Mathematikunterricht in der Grundschule – vom FACH aus. In: Grundschulunterricht, H. 6, S. 3–7

- Wittmann, E. Ch./Müller, Gerhard N. (1990): Handbuch produktiver Rechenübungen. Band 1: Vom Einspluseins zum Einmaleins. Stuttgart
- Wittmann, E. Ch./Müller, Gerhard N. (1992): Handbuch produktiver Rechenübungen. Band 2: Vom halbschriftlichen zum schriftlichen Rechnen. Stuttgart
- Wittmann, E. Ch./Müller, Gerhard N. (2004): Das Zahlenbuch 2. Leipzig
- Wöckel, S. (2000): Internet in der Grundschule. Grundlagen einer pädagogisch-didaktischen Integration computergestützter Netzkommunikation im Unterricht der Primarstufe. Libri Books on Demand
- Wolfseher, C. (2011): Grundkonstruktionen – Lineal, Zirkel und Computer. 08.04.2011, Zugriff am: 08.04.2011. www.lehrer-online.de/geometrische-grundkonstruktionen.php
- Wollring, B. (1997): »Man darf auch nicht immer sofort aufgeben, wenn's mal nicht klappt.« Mädchen und Jungen bauen gemeinsam Würfel aus gefaltetem Papier. In: Sache – Wort – Zahl, H. 7, S. 25–39
- Wollring, B. (2000): Faltbilderbücher, Faltgeschichten und Faltbildkalender. Arbeitsumgebungen zur ebenen Papierfaltgeometrie für die Grundschule. In: Die Grundschulzeitschrift, H. 138, S. 26 u. 43–47
- Wuschansky, E./van Lück, W. (1993): Schädlingsbekämpfung – ein Beispiel zur Umwelterziehung – unterstützt durch eine interaktive, animierte Simulation. In: Computer und Unterricht, H. 11, S. 17–24
- Yiwen, Z. (2011): CUT THE BLOCK HD Free. Apple App Store
- Zech, F. (2002): Grundkurs Mathematikdidaktik. Theoretische und praktische Anleitungen für das Lehren und Lernen von Mathematik. Weinheim

Abbildungsverzeichnis

S. 8 Abb. 2/1 © G. Krauthausen, nach Daten aus Kützer/Probst 2006, S. 13; S. 65 Abb. 3/1 u. S. 66 Abb. 3/2 aus Winter 2000, S. 100, © Verlag Carl Ueberreuter; S. 121 Abb. 4/1 u. 4/2 © G. Krauthausen; S. 123 Abb. 4/3 © G. Krauthausen; S. 131 Abb. 4/4 u. 4/5 aus Heiss 2006, S. 23 © WDR/Presse- und Informationsdienst der Bundesregierung 2003; S. 139 Abb. 4/6 aus Kniep-Riehm 1996, S. 18, © E.-M. Kniep-Riehm; S. 144 Abb. 4/7 © H. Meschenmoser; S. 146-150 Abb. 4/8-11 und 4/13 © 2011 Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education, Universiteit Utrecht; S. 150 Abb. 4/12 © G. Krauthausen; S. 154 Abb. 4/14 © Speck (www.speckproducts.com)/© iKid Apps (www.iKidApps.com); S. 163 Abb. 4/15 u. 4/16 © Apple Inc.; S. 168-171 Abb. 4/17-21 © Apple Inc.; S. 173-174 Abb. 4/22-24 © Apple Inc.; S. 176 Abb. 4/25 © A. Hoffmann, digital ambient; S. 177-179 Abb. 4/26-28 © Apple Inc.; S. 188 Abb. 4/29 aus Steinweg 2002, S. 135 © S. Steinweg; S. 190 Abb. 4/30 © G. Krauthausen; S. 206 Abb. 4/31 © H. Meschenmoser; S. 207 Abb. 4/32 © DOM publishers/Cornelius Mangold et al.; S. 207 Abb. 4/33 Kollektion von Fotos aus Baars 1983 © Paul Baars Design, Amsterdam, www.paulbaarsdesign.nl; S. 208 Abb. 4/34 aus Müller-Jung 2011 © PLoS (www.plos.org); S. 209 Abb. 4/35 aus Söndgen 2010, Foto: P. Söndgen; S. 210 Abb. 4/36 Foto: G. Krauthausen; S. 210 Abb. 4/37 © Zotter Schokoladenmanufaktur GmbH (www.zotter.at); S. 212 Abb. 4/38 aus Büchter et al. 2007 © vpm-Verlag/© KEYSTONE Pressedienst; S. 216 Abb. 4/39 Zusammenstellung von Screenshots aus Stop-Motion-Animationen © Helmut Linneweber Lammerskitten, Projekt VITALmaths, www.ru.ac.za/vitalmaths/; S. 220 Abb. 4/40 Foto: G. Krauthausen; S. 222 Abb. 4/41 und S. 225 Abb. 4/42 © Christian Urff (www.lernsoftware-mathematik.de); S. 228 Abb. 4/43 G. Krauthausen, nach Scheier et al. 2003; S. 231 Abb. 4/44 © Sunburst Technology (<http://commerce.sunburst.com/>); S. 236 Abb. 4/45 © A. Hoffmann/digital ambient; S. 264 Abb. A/1 und S. 265 Abb. A/2 aus MPFS 2011, S. 28 © Sabine Feierabend, Ulrike Karg und Thomas Rathgeb.

Index

A

ABACUS 173 f.
Adaptivität/Adaptierbarkeit 58 f.
Aktionismus 21, 226
Aktivität 21, 226
Allgemeine mathematische Kompetenzen 5, 38, 45, 74, 107, 112, 120, 126, 156, 201, 234 f.
Anforderungen an Lehrpersonen 22 f., 39, 54 f., 63 f., 200
Animationen s. Stop-Motion-Animationen
Anschauliches Beweisen 187, 190, 214 ff.
Anwendungsorientierung 100, 205
Applets 140 ff.
Apps 12, 117, 151 ff.
Arbeitsblätter 13, 24
Arbeitsmittel 24, 29, 43, 47, 58, 64, 105, 115, 172, 219 ff., 221, 226 ff.
Aufgabenformate 20 f., 31 ff., 39
Aufgabenkultur 43 ff.
Aufgabenschwierigkeit 13, 59
Authentizität 61
Automatisierungsübungen 14, 27, 38, 42, 107, 112, 164 ff., 254

AWARE-Strategie 4, 73, 241

B

BAUWAS 143 f., 230, 257
Best Practice 3, 30, 79, 97
Bewusstheit des Lernens 126
Bildungsstandards 5 ff., 95, 112, 118, 129, 167, 199, 203, 235
BLITZRECHNEN 14, 42, 116, 230, 237, 254
»Bunte Hunde« 11, 102, 107, 113
Bürostil-Unterricht 11, 97, 103, 106

C

CUT THE BLOCK 170
CUT THE ROPE 171

D

Datenerfassung/-darstellung 130 f.
Diagnostik 25 ff., 58, 103, 199
Didaktischer Mehrwert 95 ff., 102, 217, 232
Differenzierung 12 f., 15, 24, 29, 43, 59 f., 96, 104, 110, 112, 141 f., 232, 241
Digitale Fotografie 205 ff.

Distributionsmöglichkeit 61, 127, 194
Dreitafelprojektion 143 ff.
Dynamische Geometrie-Software 29
Dynamisierung 134, 181 ff.

E

Eigenproduktionen 119
ELIZA 56, 198, 202 ff.
Enaktiv 226 ff.
Entlastung 22
Entprofessionalisierung 63 ff.
Erfolgsversprechungen 53
Erwartungen 11 ff.
Erziehungsauftrag 21
Etiketten 10, 57 ff., 201
Experten 23, 52, 68, 75, 78, 82, 94 f., 140, 198, 204, 234, 238, 242

F

Fachdidaktik 2, 28 ff., 63, 74 ff., 101, 242
Fachliche Rahmung 12, 17 f., 24, 37, 45, 96, 119, 219
Fachliche Substanz 38 ff.
FACTORY 230 ff.
Faltgeometrie/Faltplakate 179 f.
Fehler 25, 41, 58 f., 84, 103, 141, 250
Fermi-Aufgaben 61, 211 f.
Finanzierung 157 f.
Flash-Card-Learning 155

Forscher-Metapher 35
Fortschritt 4, 50, 60, 72 ff., 77, 110, 116, 159, 166, 177, 241

Funktionen von Medien 22, 88 f.

G

GEBÄUDE BAUEN 144 ff.
Gestensteuerung 153 f.
Grundsatzdiskussion 51
Grundschule 52, 151
Gute Aufgaben 43 ff.
Gütekriterien 9, 11, 47 f., 69 ff., 77, 100, 111 f., 122, 125, 181, 242
Gütesiegel 68

H

Handlungsorientierung 135, 226 ff.
Heterogenität 12 ff., 198, 241, 266
Hypertexte 10

I

Individualisierung 12 f., 101, 104
Information 7
Inhaltsbezogene mathematische Kompetenzen 6
Internet 194 ff.
iPad s. Tablet-Computer
Irritation als Lernanlass 83

K

Kaufverhalten 74, 238 f.
Klischees 14, 19, 27, 29, 41, 54, 67 f., 164, 166 f., 198

Kommunikation 10, 24, 38, 62, 119, 181, 239, 246 ff

Kostenfaktor 71, 238

Kunst 207 f.

Künstliche Intelligenz 26 f., 204

L

Laptops 159 f.

Layout 127

Lehrerbildung 39, 71, 75, 80, 240, 242

Lehrpläne 6 ff., 22 f.

Leistungsmessung 25 ff.

Lernen mit Medien 249

Lernfürsorge 83

Lernsoftware 8 f., 27, 29, 52, 55, 72, 104, 105 f., 196, 219

Lerntheorien 251 ff.

Lernziele 100, 125 f.

M

Mängelliste 47, 49 ff.

Marketing 19, 23, 41, 50, 60, 68, 104, 140, 155 f., 161, 166 f., 237

Mathematik (Bild von ...) 18, 34, 56

Mathematikdidaktik 2 f., 5 ff., 9, 11, 28 ff., 47, 52, 63, 74, 115 ff., 242

Mathematikunterricht 3, 31 ff., 36 ff., 107

Medien 7, 21, 245 ff.

Medieneinsatz 46, 52, 115, 152, 263 ff.

Medienkompetenz 1, 3, 195, 263

Mediensozialisation 262 ff.

Mehrsystemblöcke 219 f.

Motivation 19 ff., 56, 62, 64, 83, 101, 141, 189, 217 f., 250, 254

N

Nutzungsarten 8

O

Offener Unterricht 15 ff., 61, 110

Online-Systeme 25, 198 ff.

Operatives Prinzip 42

P

PAPER PLANE PROJECT 178 ff.

Powerpoint 127

Primat der Didaktik 52, 75, 116, 241

Prinzip der logischen Folge 83 f.

Produktives Üben 40 ff., 102, 107

Programmiertes Lernen 41, 106, 198, 252

Publikationen 64 ff., 109 f.

Q

Qualität 47, 49 ff., 78, 161

Qualitätssoftware 71

›Quick-&-Dirty‹ 14, 50, 72, 78, 238

R

Rahmenbedingungen 9, 28, 85, 191

Rechenfähigkeit 38

Rechenfertigkeit 14, 31, 34, 38, 43, 54, 94, 108, 112 f., 230, 233

Reduktionismus 38, 41, 198

Rückmeldung 25 ff., 104, 201 f.

S

Sachanspruch 2, 15 f., 84, 87 f., 99

Selbstkontrolle 58, 101, 102f.

Selbstständiges Lernen 91 f.

Simulationen 175 ff.

Software-Arten 115 ff.

Software-Bewertung 49 f., 67 ff., 78, 111 ff.

Software-Entwickler 29, 50

Software-Entwicklung 30, 50, 76, 234

Soziales Lernen 12, 36 ff., 39 f.

Spaßargument/Spielerisches Lernen 19 ff., 55 ff., 200

Standardsoftware 138

Stoffauswahl 22 f.

Stop-Motion-Animationen 212 ff.

Substanzielle Lernumgebungen 17, 104, 261

Suchmaschinen 196 f.

SUDOKU 168

Suggestionen 53 ff.

Surfen 197

Symmetrie 208 ff.

T

Tabellenkalkulation 81 ff., 128 ff.

Tablet-Apps s. Apps

Tablet-Computer 151 ff.

TANGRAM 170

Technikentwicklung 4, 47, 50, 115, 152, 157, 193, 238

Texte im Mathematikunterricht 100, 118 ff.

Textverarbeitung 118 ff.

Trichtermuster 27

U

Übung s. Produktives Üben

Übungstypen 42, 102

UNBLOCK ME 169

V

Virtuelles Handeln 226 ff.

W

Wahrnehmung 190, 228 f., 258

Web-Applikationen s. Applets

Whiteboards 181 ff.

Wirksamkeit 54, 76, 105

Z

Zahlenfelder 221 ff.

ZAHLENFORSCHER 43, 78, 124 f., 233 ff.

Zahlentafeln 221 ff.

Zeitargument 100

Zufallsgenerator 41

Zurückhaltung 50, 74, 76 ff., 242