

3 Der Inhalt – Konzeption und Produktion

In einem Buch über CBT-Entwicklung muß auch die inhaltliche Seite von CBT zur Sprache kommen; schließlich ist sie ein maßgebliches Qualitätsmoment, was jeder bestätigen kann, der sich schon einmal nach dem Kauf eines Lernprogramms diesbezüglich enttäuscht sah. Das vorliegende Kapitel ist dieser Seite von CBT gewidmet. Es versteht sich dabei nicht als Schule für Autoren, sondern eher als eine Zusammenstellung von nützlichem Handwerkszeug.

Eingangs wird die Rolle des „CBT-Autors“ kritisch unter die Lupe genommen (3.1). In der Folge geht es dann um die methodischen Schritte bei der Vorbereitung der Skriptarbeit (3.2) sowie um Hilfsmittel (3.3) und Faustregeln (3.4), die den Schaffensprozeß rund um CBT in konstruktiver und gestalterischer Hinsicht erleichtern und verbessern können.

3.1 Autor – liebstes Stiefkind von CBT

Als ich Mitte der 80er Jahre meine ersten CBT-Projekte abzuwickeln hatte, war ich – optimistisch genug – überzeugt, gutes CBT sei vor allem durch eine eingehende systematische Schulung und Vorbereitung der beteiligten Autoren auf die Arbeit mit dem elektronischen Medium zu erreichen. Was man dazu an einschlägigen Regeln etwa in den Kompendien von Alessi u. Trollip (1985, 1991²) oder Hannafin u. Peck (1988) findet, mag denn vielfach auch heute noch für fachlich und didaktisch in CBT-Projekten tätige Autoren eine brauchbare Stütze bei der Arbeit darstellen.

Dennoch stimmen mich die Erfahrungen aus solchen Kooperationen eher skeptisch. Eine Systematik für Autoren greift in realen

Autoren sind Fachleute
auf Ihrem Gebiet.

Praxissituationen häufig nicht so wie gewünscht, ebensowenig wie der jederzeit und leicht auszubehende Ruf nach Kreativität. Für gewöhnlich kommen als Autoren fertig ausgebildete Leute in Betracht, die auf ihrem Fachgebiet versiert sind und mitten in einem Beruf stehen, der nichts mit CBT zu tun hat. Kaum einer von ihnen wird sich ernsthaft gehalten sehen, seine Arbeit innerhalb eines Projekts mit dem eifrigen Studium systematischer Regelwerke zu beginnen. Ist da nicht eher eine Art professioneller *CBT-Autor* gefragt, der fachlich abgesegnete Vorlagen in ein didaktisch ausgefeiltes Skript oder Drehbuch umsetzt?

Auf diese Frage werden Sie im allgemeinen nur eine Antwort hören: Ja, und nochmals Ja. Doch Vorsicht – von der so angedeuteten Spezies sind seit langem eher widersprüchliche Phantombilder in Umlauf. Ursprünglich hatte man sich vorgestellt, CBT-Autoren sollten Lernprogramme mit Hilfe eines Autorensystems (!) entwickeln, und auch heute noch legen viele Unternehmen Wert darauf, daß ein Autor sich zumindest an entsprechende technische Rahmenvorgaben hält. Die Arbeit mit Autorensoftware ist jedoch – trotz des häufig behaupteten Gegenteils – viel zu komplex, um von Mitarbeitern geleistet zu werden, deren ungeteilte Aufmerksamkeit der inhaltlichen Seite gelten sollte.

Ist ein CBT-Autor ein
Fachexperte?

Wie steht nun aber der CBT-Autor zum Inhalt? Im allgemeinen ist er nicht der Fachexperte („subject matter expert“) oder der Urheber, eher schon dessen Ghostwriter, der mehr oder weniger vollständige Textvorlagen, z.B. traditionelle Schulungsmaterialien, bearbeitet und in Drehbücher und detaillierte Skripte umsetzt. Dafür sind zuvor mediengerechte Strukturen und didaktische Konzeptionen zu entwickeln; es stellt sich somit die Frage, ob ein CBT-Autor auch diese Aufgabe übernehmen soll. In vielen Fällen wird dies praktisch so sein, weil man die dafür vorgesehene Rolle des Didaktikers („instructional designer“) nicht durch eine eigene Person besetzen kann oder will. Die Verschmelzung beider Rollen macht auch Sinn. Didaktische Konzeptionsarbeit kann nicht bei Zieldefinitionen und Entwurfsskizzen stehenbleiben; um sich auszudrücken, braucht sie den inhaltlichen Stoff, aus dem sie Situationen, Texte und interaktive Aufgaben formt.

„Instructional Design“
an der Oberfläche

Wirklich klar ist die Rolle eines CBT-Autors damit aber immer noch nicht. Der Grund dafür liegt in einem Begriff von Didaktik bzw. „Instructional Design“ (ID), der nur die Oberfläche der Dinge ankratzt und kaum zu fachlicher Tiefe vordringt. Eine didaktische Disziplin, die nicht auf einen bestimmten Inhalt, sondern auf die (multimediale) Präsentation *beliebigen* Inhalts gerichtet ist, kann naturgemäß nicht mehr leisten. Läßt man die (ohnehin kurzlebi-

gen) medientechnischen Aspekte einmal außen vor, so bleibt kaum mehr als ein allgemeiner Rahmen aus methodischen Grundlagen, Hilfsmitteln und einigen Faustregeln. In dieser Beschränkung hat ID gewiß sein Daseinsrecht – kritisch betrachtet ist es aber eine Schwachstelle in der CBT-Entwicklung. Die beste Zuspitzung erfährt das Problem bei Alessi u. Trollip (1991), die – und damit stehen sie nicht allein – den CBT-Autor mit der Devise „*Learn the content*“ allen Ernstes auffordern, den Stoff, den es via CBT zu vermitteln gilt, erst einmal selbst intensiv zu studieren. Das ist nur konsequent, solange wir uns den CBT-Autor/Didaktiker als einen mit ID-Techniken ausgestatteten Generalisten vorstellen, der im Prinzip mit jedem x-beliebigen Thema fertig werden soll (wohlgemerkt: im typisch knappen Zeitrahmen einer Projektplanung!).

„Learn the content“?

Das alte Qualitätsproblem von CBT – so ist zu befürchten – wird man auf diese Weise niemals los. Auch mit hohem Aufbereitungsaufwand produziertes Infotainment der Marke „Fun & Easy“ wird daran kaum etwas ändern. Wer Betriebswirtschaft, Metalltechnik oder Relativitätstheorie lernen möchte oder muß, nimmt im Zweifelsfall dann eben doch lieber ein gediegenes Fachbuch zur Hand, das zum Kern der Sache vorstößt.

Will man Multimedia- und CBT-Produzenten glauben, so besteht ein großer Bedarf an Autoren des beschriebenen Typs. Natürlich denkt man dabei nur an *gute* Autoren mit flottem Schreibstil, sprühenden Ideen, ausgeprägter Teamfähigkeit und einem Temperament, das einen universell einsetzbaren Hans-Dampf-in-allen-Gassen nun einmal auszeichnet. Man vermutet diese raren Fabelwesen hauptsächlich unter Absolventen geisteswissenschaftlicher Studien und arbeitslosen Akademikern, die sich zuvor einschlägig haben umschulen lassen. Es wäre erfreulich, wenn auf diese Weise tatsächlich ein Beitrag zum Arbeitsmarkt geleistet würde. Ob allerdings auch auf längere Sicht eine inhaltsneutrale, primär auf das Medium bezogene Vermittler- und Bearbeiterrolle die Chance hat, sich als anerkannter Beruf im Schnittfeld von Bildung und Multimedia zu etablieren, bleibt noch abzuwarten. Vielleicht gelingt es ja zumindest teilweise und in den etwas seichteren Wassern.

Nach meiner Einschätzung werden in der Zukunft zwei Kräfte auf das Arbeitsfeld und die Stellung des CBT-Autors verstärkt einwirken: die *Software* und die *Fachautoren*.

Stellung des
CBT-Autors in der
Zukunft

Was die Software betrifft, so ist es ein alter Traum, die Umsetzung eines herkömmlichen Lehrtextes in ein dialogfähiges Unterrichtsprogramm soweit wie möglich zu automatisieren. Ansätze dazu gab es schon früh in der „Kybernetischen Pädagogik“ (H. Frank seit den 60er Jahren) oder in der KI-Szene mit ihren „intelligenten tutoriellen Systemen“, die den Dialog mit dem Lerner komplett in der Laufzeit aus Wissensbasen erzeugen sollten. Nachdem sich die Aufregung um diese nicht sonderlich erfolgreichen Versuche gelegt hat, gilt nun der Angriff den mehr oder weni-

ger gut formalisierbaren Routinen des „Instructional Design“. Es entsteht dabei Software mit dem Ziel, dem Autor bei der didaktischen Strukturierung zu helfen, ihn zu führen und ihm diesbezügliche handwerkliche Prozeduren *abzunehmen* (mehr darüber in Kap. 6). Wie dieses Abnehmen allerdings auch verstanden werden kann, hat G. Claes (1989) ganz ungeniert in der Frage ausgeplaudert: „Der Autor ein Handwerker – wie lange noch? Beginnt für Lehrmaterialproduktion die industrielle Phase?“

Kreativität

Diesem Trend ließe sich immerhin noch das Argument der Kreativität entgegensetzen. Ein CBT-Autor mit Begabung zu interessanter, lebendiger und mediengerechter Stoffvermittlung kann sicherlich nicht durch ein Computerprogramm verdrängt werden. Allerdings sehr wohl durch einen Fachautor, der in der Lage ist, den (medien)didaktischen Teil einer Produktion mitzubetreuen. Nicht anders als beim Verfassen eines Buchs sollte man in einem CBT-Programm etwas zu sagen haben und dabei sein Fach von Grund auf kennen. Dies beugt nicht nur „kreativen“ Mätzchen vor, es kommt auch jenen Nutzern entgegen, die sich den Lernstoff ernsthaft aneignen wollen.

Wo bleibt die
Fachdidaktik?

Eigentlich fiel es noch nie ins Ressort irgendwelcher inhaltsneutralen Disziplinen, sich um Lernzugänge zu einzelnen Fächern zu kümmern. Vielmehr ist dies im Kern eine Aufgabe der jeweils zugehörigen *Fachdidaktik*. Von Ansätzen wie dem „Instructional Design“ unterscheidet sich eine Fachdidaktik wesentlich. Lernkonzepte werden dem Fach nicht als Aufbereitungsrezepte übergestülpt, sondern aus seinen spezifischen Strukturen und Zusammenhängen heraus entwickelt. Allerdings wurzeln die fachdidaktischen Traditionen vornehmlich in der Schule und in der Ausbildung für das Lehramt; entsprechend distanziert war bislang ihr Verhältnis zu CBT. Dies kann sich in Zukunft ändern.

Nicht zu allen Themen gibt es Verwertbares aus einer fachdidaktischen Schublade. Gleichwohl gibt es viele Fachautoren, die heute Zeitschriftenartikel, Sachbücher oder Lehrwerke schreiben, vielleicht aber morgen für eine Mitarbeit in Multimedia/CBT-Produktionen zu gewinnen sind. Ich hege in manchen Fällen Zweifel, ob ein solcher Autor wirklich einen Berater in Sachen ID/CBT benötigt. Man denke nur an ein großes Ausbildungsgebiet, z.B. Metalltechnik, und stelle sich vor, wie ein Außenstehender dazu authentische Situationen erfinden, fachgerechte Texte schreiben, Simulationen entwerfen oder Aufgabenpakete entwickeln soll. Suchen Sie sich aus, wem Sie in dieser Lage Ihr Mitgefühl schenken! Gelegentlich wird argumentiert, gerade die Herangehensweise eines von Fachwissen ungetrübten Amateurs sei ein Vorteil für die

Adressaten; schließlich stehen diese ja auch erst am Anfang ihres Lernprozesses. Das gilt freilich in erster Linie für jenen Teil der Arbeit, der mit dem Bewerten und Lektorieren einer Vorlage zu tun hat und weniger mit ihrer Konzeption, Erschaffung oder Ausgestaltung. Ein CBT-Autor/Didaktiker wandelt hier auf ziemlich schmalen Grat: Seine Rolle als „Konzeptionist“ kann er (allenfalls dann) ausspielen, wenn der Fachautor Nachhilfe in punkto Medium braucht. Sein Talent als Texter und sein Gespür für Dramaturgie ist beim Schreiben des sogenannten Drehbuchs gefragt. Diesen Job nennt Gloria Gery im Rollenkapitel ihres CBT-Buchs (1987) schlicht „Writer“ (also einen Skriptschreiber, dem noch ein „Editor“ und ein „Data Entry Specialist“ neben- oder untergeordnet sind). Die Tabelle 2.10, in der die Aufgaben der CBT-Entwicklung entsprechenden Rollen im Team zugeordnet sind, weist einen „CBT-Autor“ folglich auch nicht aus.

Gehört die Zukunft in CBT dem Fachautor? Ich überlasse es Ihnen, ob Sie ein solch weitreichendes Fazit ziehen wollen.

Blickt man auf die vergangene Dekade zurück, so fällt vor allem die Zurückhaltung auf, mit der Fachautoren dem elektronischen Publizieren gegenübergestanden haben (und heute immer noch stehen, obwohl sich ein vorsichtiger Wandel abzuzeichnen beginnt). Verschiedene Gründe kommen dafür in Betracht: die über längere Zeit mangelnde Reife der CBT- und Multimedia-Branche, der Wegwerf-Charakter ihrer Produkte, das Unwissen über die Möglichkeiten des Mediums und der ihm gemäßen Schreib- und Darstellungstechnik. Der Arbeitsaufwand, den ein Autor in eine CBT-Produktion stecken muß, steht immer noch in krasssem Mißverhältnis zu dem durchschnittlichen Zeitraum, den das Produkt auf dem Markt aktuell bleibt. Digitale Dinge sind flüchtig, nicht nur im Arbeitsspeicher eines Computers. Rasch wechselnde Stile der optischen Aufmachung sowie technische „Standards“ von kürzester Haltbarkeit gehören zu den bekanntesten Zerfallsbeschleunigern. Ihre Wirkung wird noch durch den Umstand gesteigert, daß der Inhalt eines CBT-Programms von seiner Form zumeist nur unzureichend oder gar nicht getrennt ist. Ist die Form erst einmal „out of date“, reißt sie den Inhalt mit sich – wohin, können Sie sich denken. Die Aussicht, daß die eigene Arbeitsleistung in leicht verderbliche Ware übergeführt wird, übt auf qualifizierte Autoren verständlicherweise keine große Anziehungskraft aus.

Im Bereich CBT kann dem zumindest teilweise entgegengewirkt werden: Den Inhaltsdaten einer Produktion wäre eine gewisse Permanenz zu verleihen, d.h. eine Existenzform, in der sie – vielleicht ist das nur ein frommer Wunsch – den Wechsel technischer

Rückblick

Dem Inhalt Dauer
verleihen

Formate und medialer Präsentationsstile und -moden überdauern können. (Auf dieses Thema komme ich noch ausführlicher in Kap. 6 zurück.) Auch bei der Distribution müßte umgedacht werden, weg vom Gemischtwarenhandel hin zu einem an Sach- bzw. Fachgebieten orientierten und qualifizierten Angebot (Stichwort „special interest“).

Wenden wir uns schließlich dem Handwerkszeug zu, das ein herkömmlich arbeitender Autor für eine Annäherung an bzw. Umstellung auf CBT benötigt. Trotz des Interesses, das feinziselierte Taxonomien und formalisierte Methoden der Unterrichtsplanung und -entwicklung zweifellos verdienen, kommt für den hier geschilderten Einsteiger-Kontext allein ein pragmatisches Vorgehen in Betracht, das sich noch weitgehend auf die Intuition und Gestaltungsfähigkeit des Autors verläßt.¹ Solange wir kein fachspezifisches Terrain betreten und uns auf das Wesentliche beschränken, läßt sich das dann noch verbleibende Instrumentarium übersichtlich halten und in seinem Grundgebrauch leicht aneignen. Die Praxis braucht einen Mittelweg, auf dem wir nicht in einem Gestrüpp von Vorschriften hängen bleiben, uns aber auch nicht im kreativen Freiraum verlieren. Dieser Weg soll im folgenden durch drei Dinge geebnet werden: die strukturierte Vorbereitung, den Einsatz geeigneter Hilfsmittel bei der Skriptarbeit sowie gezielte Hinweise zum raschen Überwinden von Anfängerfehlern.

3.2 Vorbereitung

Wer Texte verfaßt, die anderen Personen ausgehändigt werden (etwa zu Unterrichtszwecken oder zur Veröffentlichung), entwickelt mit der Zeit eine persönliche Technik der Vorbereitung. Bei CBT und Multimedia ist dies im Prinzip nicht anders als bei herkömmlichen Medien, allerdings mit einem wesentlichen Unterschied: Der Autor arbeitet im Team und gibt seine gewohnte Solistenrolle auf. Man unterstützt dies am besten, indem man vorher eine Folge von Arbeitsabschnitten festlegt, an deren Ende die Ergebnisse kritisiert und revidiert werden können. Dabei geht es häufig nicht nur um redaktionelle, sondern auch um substantielle Änderungen; ein Autor braucht hier Geduld, Selbstvertrauen und gute Nerven.

¹ In welchem Ausmaß stützen sich überhaupt professionelle CBT-Entwickler auf formalisiertes ID und damit verbundene Programmkonstruktion? Gibt es Anlaß zu der Annahme, daß sie so die Qualität ihrer Lernsoftware verbessern (können)? Eine Antwort auf diese Fragen wäre gewiß aufschlußreich.

Den Begriff „Vorbereitung“ verstehe ich hier als Gesamtheit aller Arbeitsschritte, die vor Beginn der eigentlichen Skripterstellung zu absolvieren sind. Für diese vorbereitenden Schritte gibt es kein Patentrezept, allerdings auch keinen übermäßig großen Originalitätsspielraum. Hier möchte ich die folgende (praktisch bewährte) Einteilung vorschlagen:

1. Ziele definieren
2. Material sammeln
3. Ideen entwickeln
4. Strukturen anlegen

Diese Punkte identifizieren und benennen das, was im Prinzip die meisten Autoren tun, wenn sie an die Realisierung eines Werks herangehen. (Natürlich sind auch Ausnahmen denkbar, etwa nach dem Vorbild des Malers Franz Leibl, der seine Ölbilder mit der minutiösen Ausmalung eines Details begonnen haben soll.)

3.2.1 Ziele definieren

Zieldefinitionen² sind eine unerläßliche Maßnahme bei der Planung und Entwicklung von Unterricht. Mit ihnen fixieren Sie eine Position, auf die Sie sich im Verlauf Ihrer Arbeit zubewegen können und die Ihnen festzustellen erlaubt, ob Sie sich noch auf Kurs befinden. Auch für Lernende ist es gut, rechtzeitig zu erfahren, worauf sie sich einlassen; wer schon zu Beginn Vielversprechendes auf dem Plan findet, kann Interesse daran entwickeln und ist eher dazu bereit, die Anstrengungen des Lernens auf sich zu nehmen. Sorgfältig festgelegte Ziele sind schließlich auch die Basis, auf der die herbeizuführenden Leistungen geprüft und evtl. sogar gemessen werden können.

Die Formulierung von Zielen erfolgt in der Regel zweistufig: Zunächst definiert man zusammenfassende und auf den Adressatenkreis zugeschnittene *Grob-* oder *Richtziele*. Sodann untergliedert man diese in *Feinziele*, die in ihrer Gesamtheit den Inhalt des geplanten Unterrichts (bzw. Programms oder Programmteils) bereits umrißhaft in Erscheinung treten lassen. Feinziele – im folgenden

² Auf die Definition von Zielen wird auch in Kap. 2 kurz eingegangen; vgl. Schritt A3 der Analysephase und Schritt D1 der Designphase innerhalb des dort behandelten CBT-Entwicklungsmodells.

kurz: Ziele – werden dabei durch das übergeordnete Richtziel, die Sachlogik des Themas und die Lernvoraussetzungen der Adressaten eingekreist.

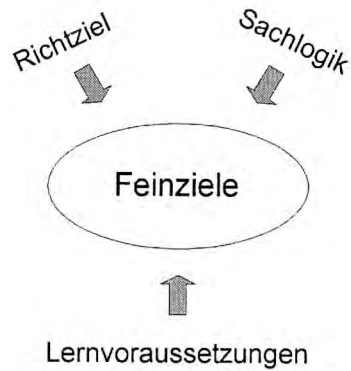


Abb. 3.1. Feinziele werden bis zu einem gewissen Grad durch ihren Kontext bestimmt

Im folgenden werde ich (vor dem Hintergrund eines ausschnittsweise betrachteten Beispiels) skizzieren, wie Ziele auf dieser Ebene zu spezifizieren und produktiv einzusetzen sind.

Beispiel Berufstätige in Wirtschaft, Industrie und Verwaltung, die für ein bestimmtes Aufgabenfeld statistische Kenntnisse benötigen (deren mathematisches Abiturwissen aber größtenteils verschüttet ist), sollen ein Training in Deskriptiver Statistik absolvieren. Eine der ersten dabei zu planenden Unterrichtseinheiten behandelt zwangsläufig das Thema „Mittelwerte“. Das Richtziel für diese Einheit könnte dann lauten: Die wichtigsten Mittelwerte kennen, begründet auf Sachsituationen anwenden und berechnen können.

Wodurch ein Ziel charakterisiert wird Ein Ziel beschreibt naturgemäß das Ergebnis eines Prozesses, das durch mindestens vier Komponenten gekennzeichnet ist:

1. ein *Inhaltselement* (Gegenstand des Unterrichts bzw. Lernvorgangs);
2. eine *Handlung*, die vom Lernenden am Inhaltselement auszuführen ist;
3. *Bedingungen*, unter denen die Handlung vollzogen werden soll;
4. ein *Bewertungsmaßstab*, nach dem der Lernende zu beurteilen ist.

Mit einem so aufgebauten Ziel läßt sich (für das Ende einer Unterrichtseinheit) festlegen, in Bezug auf welchen Lerninhalt welche Leistung unter welchen Bedingungen und auf welchem Niveau zu erbringen ist. Legt man Wert auf eine objektive Überprüfung des Lernerfolgs, so sollte die Beschreibung der Handlung auf beobachtbares oder meßbares Verhalten Bezug nehmen. *Operationale* Zieldefinitionen dieser Art sind vielleicht nicht unter allen Umständen angebracht; wo sie aber ohne mentale Verrenkungen möglich sind, schaden sie keineswegs und bieten für CBT-Entwicklungen darüberhinaus die Chance, in die Form einer Interaktion gegossen zu werden. Ein Aufgaben-Frame, der zu einem operationalen Ziel gehört, sollte somit die im Ziel vorgeschriebene Handlung in einer Form ermöglichen, die dem Lerngegenstand (Inhaltselement) angemessen ist. (Leider besteht hier die schwer zu bannende Gefahr, daß man sich bei den Zielen auf diejenigen Handlungen beschränkt, die softwaretechnisch bequem realisierbar sind.)

Optionale Zielbestimmung

Das im obigen Beispiel genannte Richtziel zum Thema „Mittelwerte“ induziert eine Fülle von Inhaltselementen, die sich auf sinnvolle Weise mit geeigneten Feinzielen verbinden lassen, z.B.: Merkmale und ihre Skalenausprägung, Häufigkeitsverteilungen, Modalwert, Zentralwert, arithmetischer, geometrischer, harmonischer Mittelwert, gewogenes Mittel, Indexpzahlen usw. Betrachten wir eines der hierzu möglichen Ziele, z.B. „*Wissen, was eine Häufigkeitsverteilung ist*“. Eine solche Formulierung kann den eben dargelegten Anforderungen an eine Zieldefinition keineswegs genügen. Sie enthält ja über den bloß erwähnten Lerngegenstand hinaus keine klaren Angaben darüber, woran man (und nicht zuletzt auch der Lernende selbst) merken kann, ob das Ziel tatsächlich erreicht wurde. Soll der Lerner etwa den Begriff der Häufigkeitsverteilung schriftlich definieren können, eine Definition eventuell nur wiedererkennen, oder geht es darum, die Verteilung eines bestimmten Merkmals in einer gegebenen Grundgesamtheit zu berechnen, grafisch darzustellen, vom Typ her zu charakterisieren usw.?

Beispiel

In Tabelle 3.1 finden Sie eine ziemlich willkürliche Reihe von Definitionsmustern zu Feinzielen dieses Sachbereichs. Gelegentlich erscheint es zweckmäßig, ein Ziel auf der Handlungsebene weiter aufzufächern (hier geschehen bei den Zielen A, B und E). Die Darstellung wird zudem etwas übersichtlicher, wenn Inhalt und Verhalten in *einer* Formulierung verbunden bleiben, während die Bedingungen und der Bewertungsmaßstab als optionale Anhängsel spezifiziert werden.

Die Aufgabe, bestimmte Ziele erst einmal zu finden und als sinnvoll zu begründen, gehört ebenfalls wesentlich zur Zieldefinition (auch wenn dieser Komplex in unserem Zusammenhang ausgespart bleiben muß). Ein generelles Verfahren hierzu gibt es nicht – das heißt, man zieht die benötigten Ziele nicht mit einem Trick wie Kaninchen aus dem Zylinder. Vielmehr sucht, findet und begründet man sie durch eine fachbezogene, besser noch: fachdidaktische

Ziele finden und begründen

Analyse, deren Durchführung im Rahmen einer CBT-Projektarbeit in die Zuständigkeit des (Fach-)Autors bzw. Didaktikers fällt.

Tabelle 3.1. Beispiele von Feinzielen im Themenbereich „Mittelwerte“

Ziel	Inhalt/Handlung (Verhalten)	Bedingung(en)	Bew.maßstab
A	Den arithmetischen Mittelwert einer Stichprobe ... a) begrifflich exakt definieren (Formel), b) numerisch berechnen können, c) durch Angabe einer Sachsituation erklären.	Benutzung eines Taschenrechners für b)	keine Fehler
B	Bei typischen Sachaufgaben (zur Mittelwertbestimmung) ... a) geeigneten Mittelwert wählen und b) die Wahl begründen können.		8 von 10 Sachaufgaben korrekt
C	Die Skalenausprägung eines beliebig vorgegebenen Merkmals bestimmen können.	Benutzung einer Liste mit der Definition der verschiedenen Skalentypen	Trefferquote von 90 % bei 30 Merkmalen
D	Die Häufigkeitsverteilung eines Merkmals in einer Gesamtheit rechnerisch ermitteln und grafisch darstellen können.	a) allein durch manuelle Arbeit b) mit einer Tabellenkalkulation	5 Beispiele zu 100 % korrekt bearbeitet
E	Den geometrischen Mittelwert einer Stichprobe ... a) begrifflich exakt definieren (Formel), b) numerisch berechnen können, c) durch Angabe einer Sachsituation erklären.	Benutzung eines Taschenrechners für b)	keine Fehler

Ein Katalog sorgfältig spezifizierter und fachdidaktisch begründeter Ziele kann sich als eine nützliche Hilfe bei der weiteren Arbeit erweisen. Er ist ein Filter beim Sammeln von Material und ein roter Faden bei der Entwicklung von Ideen oder beim Verfassen eines Basaltextes.

Manche Autoren legen zusätzlich Wert auf eine Einstufung der Ziele nach Typen, weil sie sich davon eine gewisse Erleichterung bei der Organisation des Lernstoffs versprechen. Ein beliebtes Typisierungsverfahren besteht darin, jedem Ziel eine Zelle in einer *Inhalt-Verhalten-Matrix* zuzuweisen. Diese Matrix ist ein zweidimensionales Schema, auf dessen waagerechter Achse geeignete Inhaltskategorien abgetragen werden, während in senkrechter Richtung gewisse kognitive Niveaus der Handlungen erscheinen. Das in Abb. 3.2 dargestellte Beispiel einer Inhalt-Verhalten-Matrix typisiert die in Tabelle 3.1 aufgeführten Ziele mit Hilfe einiger gängiger Stufenkonzepte der Unterrichtspsychologie (ergänzt um die Fähigkeit „Begründen“).

Begründen				(Bb)
Anwenden		(C)	(D)	(Ba)
Verstehen		(Ec) (Ac)		
Wissen		(Aa) (Ea)	(Ab) (Eb)	
	Sachverhalt	Begriff	Verfahren	Prinzip

Abb. 3.2. Beispiel einer Inhalt-Verhalten-Matrix. Von unten nach oben steigt das kognitive Niveau der Operationen; von links nach rechts nimmt cum grano salis die Allgemeinheit zu. Beispiele: Das Hinschreiben der korrekten Formel zur Berechnung des arithmetischen Mittelwertes läuft darauf hinaus, daß ein Begriff verbal-symbolisch reproduziert wird, daher landet das Ziel (Aa) in der Zelle „Begriff/Wissen“. Die Platzierung von Ziel (D) erklärt sich dadurch, daß das Auf- und Darstellen der Häufigkeitsverteilung eines vorgelegten Merkmals die Anwendung eines (oder mehrerer) Verfahren bedeutet.

Das Formulieren von Zielen sollte sich über das erforderliche und förderliche Mindestmaß hinaus nicht zu einer Art scholastischer Begriffsmühle verselbständigen. Eine rein lernzielorientierte Unterrichtsplanung und -entwicklung, zumal wenn sie sich – wie das „Instructional Design“ – auf fachblinde Taxonomien und Entwurfsformalismen stützt, wird schnell an ihre Grenzen stoßen. In ungünstigen Fällen zieht sie sogar Grenzlinien, die es Lernenden erschweren können, ihre Handlungskompetenzen in Bezug auf den Lerngegenstand angemessen weiterzuentwickeln.

Ist z.B. das *Begründen* eine Handlung, die das Ziel (Bb) in Tabelle 3.1 operationalisiert? Angenommen, ein Lerner wählt in einer Aufgabe (korrekterweise) das geometrische Mittel, um die durchschnittliche Verzinsung einer Geldanlage zu bestimmen, für die in drei aufeinanderfolgenden Jahren jeweils $4\frac{1}{2}$, $6\frac{1}{4}$ und 8 Prozent Zinsen zum Kapital geschlagen werden. Vielleicht gelingt es ihm in Teil b), seine Wahl unter Hinweis auf eine sehr ähnliche bereits vorher durchgerechnete Aufgabe zumindest stichwortartig zu untermauern. Ein derartiges (auf Nachahmung beruhendes) Anknüpfen an Oberflächenmerkmale ließe sich zwar objektiv nachvollziehen, kann aber unmöglich das letzte Wort in dieser Angelegenheit sein. Die eigentlich zu wünschende Leistung besteht vielmehr darin, die in der Aufgabe gegebene *Sachstruktur* zu durchschauen und als Grund für die Anwendung des

Ziele sind kein Selbstzweck.

Beispiel

Bedeutende Rolle der Sachstruktur

geometrischen Mittelwerts zu identifizieren. Obwohl ein solcher Prozeß nur teilweise operational zu fassen ist, sollte dies einen verantwortlichen Unterrichtsplaner nicht davon abhalten, Ziele höherer Stufe in sein Curriculum aufzunehmen. Ein entsprechender (freilich nicht streng verhaltensbezogener) Handlungstyp findet sich schon in der berühmten „Taxonomy of Educational Objectives“ von Bloom (1956) unter der Rubrik 6: Bewerten/Beurteilen. So wäre es etwa im Rahmen unseres Beispiels „Deskriptive Statistik“ ein gelungener *Beitrag zur Kritikfähigkeit* einer Person (auch in ihrer Rolle als Bürger eines Gemeinwesens), wenn diese die Gelegenheit erhielte, ihre begrifflich-analytischen und rechnerischen Fertigkeiten im Hinblick auf Situationen der wirtschaftlichen Lebenspraxis zu entwickeln. Um an unsere Aufgabe anzuschließen: Was ist z.B. dazu zu sagen, wenn ein Kreditinstitut aufgrund der oben genannten Zinssätze einen „durchschnittlichen jährlichen Wertzuwachs“ von 6,63 % angibt (obwohl die Durchschnittsverzinsung nach geometrischer Mittelwertbildung 6,24 % beträgt)? Wurde etwa das arithmetische Mittel der einzelnen Zinssätze zugrunde gelegt? Nein – und das, obwohl es mit 6,25 % doch schon etwas größer ausfällt als das geometrische Mittel (übrigens eine verallgemeinerbare Entdeckung, die sich auch als Lernziel anbietet). Des Rätsels Lösung gipfelt in der weitaus merkwürdigeren Rechenvorschrift $(1,045 \times 1,0625 \times 1,08 - 1)/3 \approx 6,63 \%$. Das heißt: Wo nichtsahnende Sparer die Angabe einer effektiven Verzinsung erwarten, wird ihnen das arithmetische Mittel der drei am Jahresende hinzukommenden Zinsbeträge in Form eines prozentualen Anteils am Kapital mitgeteilt. Entdeckungen dieser Art könnten den eingenebelten Bankkunden wieder zum Herrn der Lage machen und sich damit als ein weiteres substanzielles Lernziel im Kontext der Mittelwerte empfehlen. – Der soweit diskutierte Beispiel-Ausschnitt hat *en passant* verdeutlicht, daß ohne ein Schürfen im jeweiligen Sachgebiet eine Gewinnung brauchbarer Ziele kaum vorstellbar ist.

Komplexe Ziele

Natürlich stellt sich die Frage, wie komplexere Ziele in CBT-Umgebungen verankert werden können, wenn sie zu großen Teilen nicht operationalisierbar sind. Unter der (sinnvollen) Annahme eines erweiterten Begriffs von CBT, der auch „unbeaufsichtigte“ Lernprozesse einschließt, sehe ich mindestens zwei Möglichkeiten, dies zu erreichen:

1. Man präsentiert offene Aufgaben und Fragen im Kontext geeigneter Sachsituationen. Lösungen entwickelt der Lerner völlig frei, d.h. ohne ein vorbereitetes Frame-Format und die zugehörige Antwortanalyse. Man sollte (evtl. abgestufte) Hinweise, Informationsquellen oder Werkzeuge zugänglich machen, die bei der Problemlösung behilflich sein können. Anhand eines auf Wunsch abrufbaren Lösungsvorschlags oder -musters beurteilen Lerner eigenverantwortlich die von ihnen eingeschlagenen Wege bzw. erzielten Ergebnisse.
2. Ein bestimmter Realitätsausschnitt wird soweit modelliert, daß Lerner innerhalb des Modells nach dem Prinzip der Simulation handeln und die Folgen ihrer Entscheidungen bzw. Aktionen erkennen können. Für einige Situationen empfehlen sich explora-

tive Modelle, die zu freien Handlungsvariationen und zur Beobachtung ihrer Auswirkungen einladen. In anderen Zusammenhängen sind eher zielgerichtete (unter Umständen sogar kompetitive) Aktionsfelder angemessener, z.B. im Modell eines fiktiven Wertpapiermarktes, auf dem mehrere Spieler/Lerner Aktien kaufen und verkaufen können, ein Depot verwalten etc.

Ein Modell anzubieten, ist sicherlich die aufwendigere und ggf. die attraktivere der beiden Alternativen. Man sollte sie allerdings nur dann in Betracht ziehen, wenn ein überzeugendes Simulationskonzept vorliegt, der finanzielle Rahmen genügend Spielraum läßt und das Risiko der Entwicklung überschaubar ist. Für einen Autor, der technisch weniger bewandert oder interessiert ist, stellen Modellierungen eine Hürde dar, die erst nach einigen Anläufen mit Erfolg genommen werden kann. Sie verweist ihn zudem schon in einem frühen Stadium der Arbeit an den Software-Entwickler.

Ganz anders das Verfahren der offenen Aufgabenstellung. Es ist zwar weniger spektakulär, hat aber den Vorteil, daß es mit Dokumenten arbeitet und daher an herkömmliche und dem Autor vertraute Schreibtechniken anknüpft; zudem ist es preisgünstig und einfach zu realisieren.

3.2.2 Material sammeln

Nachdem der Adressatenkreis und die Unterrichtsziele festgelegt sind, können Sie damit beginnen, systematisch Material zum Inhalt des geplanten CBT-Programms zu sammeln.

Gelegentlich wird dieser Arbeitsabschnitt so aufgefaßt, als ginge es darum, alles nur Erdenkliche, das mit dem Thema zu tun hat, ausfindig zu machen, zu horten, zu sichten und auszuwerten. Obwohl ich gerne einräume, daß das Sammeln einschlägigen Materials bis zu einem gewissen Grad eine befruchtende divergente Beschäftigung ist (und sein sollte), halte ich das Streben nach einer möglichst umfassenden Kollektion für hinderlich und realitätsfern. Stellen Sie sich nur einmal vor, es sollte „möglichst viel“ Material zum Thema „Deskriptive Statistik“ oder auch nur zum Unterthema „Mittelwerte“ zusammengetragen werden – wir kämen aus dem Sammeln nicht mehr heraus, vom Sichten, Auswerten und der eigentlichen Skriptarbeit ganz zu schweigen. Nein, Sammeln kann hier nur bedeuten: von vornherein gezielt zu sammeln und die bis zu diesem Zeitpunkt bekannten Projektvorgaben als Selektionskriterien einzusetzen.

Es gibt wenigstens drei Filter für das Sammeln von Materialien für ein Lernprogramm:

■ Adressatenkreis

Schon bei der Definition der Ziele braucht man sorgfältig recherchierte Angaben zur Adressatengruppe; beim Sammeln von Inhaltsmaterial ist dies nicht anders. Der stärkste Filter sind dabei sicherlich die Vorkenntnisse zum Thema. Aber auch das Alter, die allgemeine Vorbildung und der Beruf spielen eine mitentscheidende Rolle, wenn es um die Frage geht, ob ein bestimmter Inhalt in das CBT-Programm aufzunehmen ist.

■ Medium

Ein Lernprogramm ist kein Buch und kein Film. Es lebt nicht von Texten und Bildern allein, sondern braucht sinnvolle Interaktionen. So selbstverständlich das hier klingt, gegen diesen einfachen Grundsatz wird immer noch viel zu oft gesündigt. Welches Material ist nun aber interaktionstauglich? Es sind Situationen, in denen eine Entscheidung zu treffen ist („Nehmen wir den Zentralwert oder das arithmetische Mittel oder ...?“). Es sind Fragen, die beantwortet werden, Aufgaben, die gelöst werden sollen („Bestimme das durchschnittliche Wachstum über den Zeitraum soundso ...“). Schließlich nicht zu vergessen handlungsorientierte Modelle, in denen man Probieren und Experimentieren kann. Es müssen ja nicht immer komplexe Simulationen sein. Ein einfaches Beispiel dazu illustriert Abb. 3.3.

■ Zieldefinitionen

Alles was nicht dazu beiträgt, die zuvor festgelegten Ziele zu erreichen, oder nicht wenigstens in ihrem unmittelbaren Kontext anzusiedeln ist, sollten Sie recht kritisch prüfen und im Zweifelsfall aussondern. Es macht wenig Sinn, erst Ziele aufzustellen und sich anschließend doch nicht von ihnen leiten zu lassen. Fragen Sie sich auch, weshalb ein Lerner sich mit noch so schönen und interessanten Dingen beschäftigen soll, die ihm am Ende nicht helfen, durch die Ziellinie zu kommen. Zudem sollte es schwer auszuhalten sein, in ein Projekt, das unter realistischen Bedingungen durchgeführt wird, Zeit und Arbeit hineinzustecken, um Beigaben an den Anforderungen der Bedarfsanalyse vorbei zu produzieren.

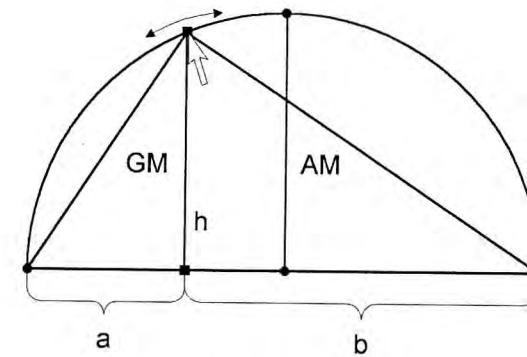


Abb. 3.3. Die Ungleichung $GM \leq AM$ am Thaleskreis illustriert. Das arithmetische Mittel AM von a und b ist der Halbkreisradius, das zugehörige geometrische Mittel GM die Höhe h im rechtwinkligen Dreieck (Euklids Höhensatz: $h^2 = ab$). Die Bewegung der Strecke GM ist daher eine geeignete Interaktion, um neben der genannten Ungleichung auch den Grenzfall der Gleichheit zu verdeutlichen.

Bei Individualprojekten haben Sie normalerweise Gelegenheit, auf relevante Quellen des Auftraggebers zurückzugreifen. Typisches Material dieser Art sind Seminarunterlagen, Schulungsmappen, spezielle Broschüren und Prospekte, Fotografien (ggf. sogar Videofilme) und – vielleicht die wertvollste dieser Quellen – das einschlägige Fachwissen von Spezialisten des Unternehmens. Für gewöhnlich haben diese Dinge den Vorzug, schon auf die Zielsituation und die Adressaten zugeschnitten zu sein.

Unterlagen in
Individualprojekten

3.2.3 Ideen entwickeln

Noch vor dem Entwerfen einer Gliederung und dem Abfassen kompletter Texte sollte man damit beginnen, spontane Einfälle festzuhalten, aus denen sich evtl. Ideen zu inhaltlichen Details oder zur Lehrmethode entwickeln lassen. Die beste Vorbedingung für solches „Kreativsein“ ist ein Zustand entspannter Konzentration, der es dem Autor ermöglicht, die bis dahin bekannten Größen (Zielvorgaben, Materialien) in ein freies Kräftespiel zu bringen. Ein Erfolgsrezept dürfen Sie hier nicht erwarten.

Manchmal hilft es
auch, sich Programme
anderer Entwickler
anzuschauen.

Mitunter wird *Brainstorming* als Methode der Ideengenerierung in kleinen Projektgruppen eingesetzt. So empfehlen Alessi u. Trollip (1991) dieses Vorgehen in CBT-Vorhaben zunächst für den Ziele/Inhalt-Bereich und in einer späteren Sitzung auch für die Fragen der Stoffvermittlung bzw. Unterrichtsgestaltung. Die Regeln des Brainstorming verlangen, Vorschläge von Teammitgliedern sofort aufzuschreiben und *nicht zu kritisieren*. Eine zu Beginn bestimmte Person entscheidet über das Ende der Sitzung, das gewöhnlich naht, wenn der Beitragsstrom erlahmt oder die Vorschläge sich ständig wiederholen. Erst *nach* einer Sitzung wird die Spreu vom Weizen getrennt.

Beim Einsatz von Brainstorming im CBT-Bereich ist die Zusammenstellung einer geeigneten Gruppe unter Umständen etwas heikel. Je nach Art und beabsichtigter Tiefe des Lehrstoffs kommt man nicht ohne Fachleute aus. „Amateure“ in der Gruppe kann dies befangen machen und so den kreativen Prozeß der Gruppe beeinträchtigen oder gar lähmen. Die besten Chancen für Brainstorming bieten sich in nicht unmittelbar fachlichen Teilbereichen, z.B. bei der Suche nach Ideen zu Leitfiguren, zu narrativen Rahmenelementen, zur Weckung von Anfangsinteresse oder zu Maßnahmen, die bestimmten Lernern die Angst vor dem Computer nehmen sollen.

3.2.4 Strukturen anlegen

In diesem Arbeitsabschnitt geht es darum, ausgehend von den bisherigen Ergebnissen (Zielen, Materialien, Ideen) eine durchgegliederte Rahmenstruktur zu entwickeln, auf der die sich unmittelbar anschließende Skripterstellung³ zuverlässig aufbauen kann. Zu einer solchen Rahmenstruktur gehören:

- eine Gliederung,
- eine Stoffanordnung,
- ein Basaltext.

Gliederung. Im allgemeinen zeichnet sich schon bei der Definition der Ziele eine Gliederung auf der ersten Ebene ab. Dabei entstehen

³ Die Anfertigung eines CBT-Skripts läßt sich *direkt* nur schwer beschreiben. Ich habe mich daher bewußt darauf konzentriert, die Vorbereitung (zu der auch das Abfassen eines Basaltextes gehören sollte) darzustellen sowie in den folgenden Abschnitten Hinweise auf Hilfsmittel und einige ausgewählte handwerkliche Regeln zu geben.

untereinander schon angeordnete Haupteinheiten, vergleichbar den Kapiteln eines Buchs. Wurde das Thema sehr weit gefaßt, so sind unter Umständen – bei CBT jedoch nur, wenn es unausweichlich erscheint – die Blöcke weiter zu untergliedern. Schließlich sollten, möglichst auf der ersten oder zweiten Ebene, Einheiten gebildet sein, in die sich zusammengehörige Feinlernziele ein-gruppieren lassen.

Die Zusammengehörigkeit (inhaltliche Nähe) von Zielen ergibt sich für gewöhnlich intuitiv aus der betrachteten Sachstruktur. Angenommen, in unserem fiktiven Einführungskurs zur Deskriptiven Statistik (s. Abschn. 3.2.1) würden unter anderen die Einheiten *Klassifizierung und Darstellung von Daten, Mittelwerte, Streuungsmaße, Regressionsrechnung, Zeitreihen* usw. gebildet. Dann wären die in Tabelle 3.1 aufgeführten Ziele (C) und (D) der ersten, die übrigen Ziele (A), (B) und (E) hingegen der zweiten Einheit zuzuordnen. (Natürlich enthielte ein wirklich ausgearbeiteter Lernzielkatalog eine wesentlich größere Anzahl von Einzelpunkten.)

Beispiel

Stoffanordnung. Im nächsten Schritt gilt es, die innerhalb jeder Einheit als Feinziele beschriebenen Lehrstoffelemente zu organisieren. Freunde des Hypertextes werden – mit einer gewissen Berechtigung – in dieser Situation frohlocken, erscheint diese Methode doch wie geschaffen, um Querverbindungen zwischen einzelnen Elementen abzubilden oder Cluster um zentrale Ziele herum darzustellen (s. Abb. 3.4).

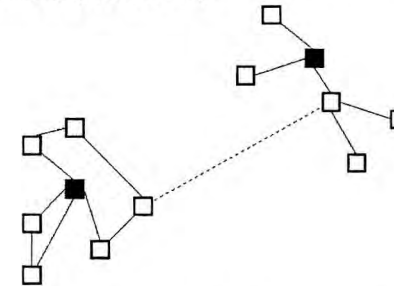


Abb. 3.4. Organisation von Lehrstoffelementen (Feinzielen) innerhalb einer Einheit durch Querverbindung und Clusterbildung

Das von Web-Seiten und Windows-Hilfen bekannte Hin- und Herspringen zwischen Inhaltselementen ist allerdings nicht in jedem Fall der Weisheit letzter Schluß. Vor allem bei Lehrstoffen, die primär nicht lexikalisch oder assoziativ, sondern aufeinander aufbauend organisiert sind, wird die (d.h. eine vom Autor vorgesehene) *lineare Anordnung* von vielen Lesern (und Lernern) vorgezogen. Bücher liest man, auch wenn sie hierarchisch strukturiert sind, oft von vorne beginnend oder zumindest über mehrere Abschnitte hinweg sequentiell – vermutlich aus demselben Grund, weswegen

Lineare Anordnung bleibt gefragt.

auch Hypermedia-Programme ihren Nutzern immer häufiger vorbereitete Routen („guided tours“) oder ähnliche Navigationshilfen anbieten.

Wie soll der Lernstoff organisiert werden?

Betrachten wir das Problem der Stofforganisation im CBT aus der Sicht des Autors. Sind die Feinziele einer Einheit gut überschaubar, so lassen sie sich meist ohne besondere Schwierigkeit in eine plausible Reihenfolge bringen. Bei einer intuitiv weniger gut durchschaubaren Menge von Feinzielen oder bei gehäuften Auftreten von Zweifelsfällen ist eine systematische Methode zu empfehlen. Diese sollte – ähnlich wie ein Sortieralgorithmus – von Vergleichen je zweier Elemente ausgehend zu einer Ordnung „im Großen“ gelangen. Im allgemeinen läßt sich dabei nur eine teilweise Ordnung herstellen, nämlich dann, wenn beim Vergleich zweier Ziele keines von beiden eindeutigen Vorrang vor dem anderen besitzt. Nun, immerhin ist eine teilweise Ordnung besser als gar keine. So ist es beispielsweise mißlich, wenn sich ein Zirkel eingeschlichen hat, demzufolge ein bestimmtes Element einem anderen (zumeist nicht unmittelbar benachbarten) zugleich vor- und nachgeordnet werden soll.

Um dies zu vermeiden, kann man versuchen, die Ziele in eine Rangordnung zu bringen. Hat das Ziel z_i Vorrang vor z_j , so schreiben wir: $z_i \rightarrow z_j$. Nun denken wir uns zu jedem z_i eine mit der Vorrangbeziehung verträgliche *Rangzahl* $R(z_i)$ so bestimmt, daß bei $z_i \rightarrow z_j$ jedenfalls immer auch $R(z_i) \geq R(z_j)$ gilt. Alles weitere läßt sich einfach veranschaulichen: Stellen Sie sich zu jeder Rangzahl ein Schubfach vor, in das wir genau die Elemente mit dieser Rangzahl ablegen. Anschließend werden die Schubfächer nach abnehmendem Rang von links nach rechts aufgestellt. Das Ergebnis einer solchen Sortierung kann dann so aussehen wie in Abb. 3.5. Wir kommen schließlich zu einer vollständigen (linearen) Ordnung der Ziele, indem wir noch für die Elemente *innerhalb* eines jeden Schubfachs eine Reihenfolge festlegen, z.B. nach speziellen Gesichtspunkten oder auch ganz willkürlich.

Topologische Sortierung von Zielen bzw. Inhaltselementen

Das ganze Verfahren soll nun am Beispiel der fünf Feinziele aus Tabelle 3.1 illustriert werden.⁴ Gleich zu Beginn steht die entscheidende Frage, auf welche Weise wir dabei den Elementen Rangzahlen zuordnen sollen. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, dies zu tun. Besonders einfach ist die Methode, ein Ziel mit allen übrigen

⁴ Entgegen einer früheren Beobachtung soll hier der Einfachheit halber angenommen werden, daß die dort aufgeführten Ziele zu *einer* Einheit „Mittelwerte“ gehören und daher untereinander anzuordnen sind. In der Praxis würde man natürlich bei einer so kleinen Anzahl auf ein formales Verfahren verzichten.

zu vergleichen und die Ergebnisse in eine Tabelle (oder *Kohärenzmatrix*) einzutragen. Abb. 3.6 zeigt eine mögliche Vergleichstabelle für die Ziele (A) bis (E).

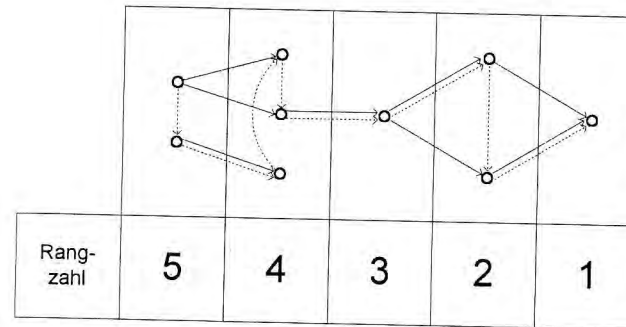


Abb. 3.5. Rangordnung für eine Menge von 9 Zielen. Durchgezogene Pfeile (Vorrangbeziehung) verlaufen stets von einem Schubfach zu seinem rechten Nachbarfach. Das Fach mit der höchsten Rangzahl enthält genau die Anfangselemente, das Fach mit der niedrigsten Rangzahl hingegen die Endelemente. Der gepunktete Weg durchläuft die Elemente in linearer Ordnung.

→	A	B	C	D	E	Rangzahl
A	0	1	-1	-1	0	-1
B	-1	0	-1	-1	-1	-4
C	1	1	0	1	1	4
D	1	1	-1	0	1	2
E	0	1	-1	-1	0	-1

Abb. 3.6. Kohärenzmatrix für die Ziele/Inhaltselemente aus Tabelle 3.1. Die zu einem Ziel gehörige Rangzahl errechnet sich als Summe aller Einträge in der betreffenden Zeile.

In die Zelle $K(i, j)$ der i -ten Zeile und j -ten Spalte der Matrix wird eine 1 geschrieben, wenn $z_i \rightarrow z_j$ gilt. Daher bedeutet die 1 in der ersten Zeile der zweiten Spalte, daß das Ziel (A) dem Ziel (B) vorgeordnet wird. Im genau umgekehrten Fall ($z_j \rightarrow z_i$) schreiben wir -1 ; somit drückt etwa $K(1, 3) = -1$ die Beziehung (C) \rightarrow (A) aus. Läßt sich ein Vergleich nicht entscheiden, weil z.B. die Ziele voneinander unabhängig sind, notieren wir eine 0. Auch in der (schattierten) Hauptdiagonalen erscheinen demnach lauter Nullen. Die in Abb. 3.6 dargestellte Tabelle gehört zu einer zyklensfreien Struktur. Man erkennt dies daran, daß an der Hauptdiagonalen ge-

Die Einträge der Kohärenzmatrix

spiegelte Einträge sich nur durch ihr Vorzeichen unterscheiden: $K(i, j) = -K(j, i)$. Da beispielsweise (D) vor (B) rangiert, muß die Relation $(B) \rightarrow (D)$ kraft Definition von 'Ordnung' verneint werden. Ist von vornherein klar, daß keine Zyklen auftreten, kann man sich also zunächst auf den Bereich oberhalb der Hauptdiagonalen beschränken und den Rest mit negierten Einträgen auffüllen; bei n Zielen bleiben dann noch $n(n-1)/2$ Vergleichsoperationen.

Rangzahl und
Rangordnung

Die Rangzahl eines Elements z_i wird hier einfach als die Summe aller Einträge in der i -ten Zeile definiert: $R(z_i) = K(i, 1) + K(i, 2) + \dots + K(i, n)$. Der so berechnete Wert ist umso größer, je mehr Einsein in der Zeile auftreten, das heißt: je mehr Nachfolger das betreffende Element besitzt. Im Beispiel ergibt sich folgende Rangordnung:

$$(C) \rightarrow (D) \rightarrow [(A), (E)] \rightarrow (B).$$

Wenn wir nun noch eine Reihenfolge der beiden ranggleichen Elemente (A) und (E) festlegen, erhalten wir schließlich eine lineare Anordnung aller fünf Ziele.

Vielleicht haben Sie sich schon gefragt, wer eigentlich und nach welchen Kriterien entscheiden soll, ob zu zwei Zielen nun der Wert 1, -1 oder 0 in die Kohärenzmatrix einzutragen ist. Üblicherweise ist dies Sache eines Autors/Didaktikers, der sich dabei in erster Linie nach der Sachlogik der Vorbedingungsrelation („prerequisite relationship“) richtet (so wie er sie versteht). Vom Standpunkt der Lernenden ergibt sich nun aber keineswegs zwangsläufig dasselbe Bild. So kann eine Unterrichtsstrategie gerade dadurch erfolgreich sein, daß sie sachlogisch entfernte, dafür aber umso interessantere Lernziele in einem ersten Durchgang (und in abgeschwächter Form) 'nach vorne' holt und Lerner auf diese Weise stärker motiviert, die Hindernisse auf dem Weg dorthin zu überwinden.

Sachlogik der Vorbedingungsrelation

Wenn der formativen Evaluation innerhalb eines CBT-Projekts genügend Spielraum gegeben wird, sollte man erwägen, parallel oder konkurrierend zur sachlogischen Ordnung eine Struktur auf der Menge $\{z_1, \dots, z_n\}$ zu ermitteln, die das Verhalten (bzw. die Leistungen) der Adressaten empirisch valide widerspiegelt. Ich skizziere hier nur knapp, wie man dabei im Prinzip vorgehen kann: Zu jedem Ziel z_i definiert man ein Kriterium in Gestalt einer zu lösenden Aufgabe t_i (sog. *Testitem*); das erfolgreiche Lösen des Testitems wird dabei als Zielerreichung gedeutet. Ist es wenig wahrscheinlich, daß ein Lerner t_i löst, wenn er nicht zuvor t_j erfolgreich gelöst hat, so spricht dies für die Relation $z_i \rightarrow z_j$. Aus diesem Grund läßt man die Testitems von einer hinreichend großen Auswahl von Probanden der Zielgruppe bearbeiten. Der Versuch ist so anzulegen, daß anschließend die relativen Häufigkeiten $p(z_j)$ und $p(z_j | \text{nicht-}z_i)$ (Häufigkeit von z_j unter der Bedingung *nicht-}z_i*) aus den Ergebnissen geschätzt werden können. Sind die beiden Werte annähernd gleich, so deutet dies darauf hin, daß das Erreichen des Ziels z_j durch ein vorheriges Versagen beim Ziel z_i nicht beeinflußt wird. Wenn hingegen $p(z_j | \text{nicht-}z_i)$ im Verhältnis zu $p(z_j)$ klein ausfällt, so hat man darin ein Indiz für die Relation $z_i \rightarrow z_j$ zu sehen. Was dabei 'klein' bedeutet, läßt sich einheitlich durch Vorgabe eines nahe bei Null gelegenen positiven Schwellenwertes θ festlegen. Im Strukturdiagramm der Ziele wird dann ein Pfeil von z_i nach z_j eingetragen, wenn $p(z_j | \text{nicht-}z_i) / p(z_j) < \theta$ gilt.

Empirische Validierung

Basaltext. Die Gesamtgliederung und die in ihr angeordneten Feinziele bilden ein Raster, mit dessen Ausfüllung Sie nun beginnen können. Das erste Ergebnis sollte ein Text – Basaltext genannt – sein, der den Inhalt des CBT-Programms *vollständig* und *redundanzfrei* wiedergibt. Das heißt: Alle zielbezogenen oder in anderer Hinsicht für den Inhalt bedeutsamen Informationen werden darin festgehalten – nicht weniger, aber auch nicht mehr. Also keine „überflüssigen“ Dinge wie Beispiele, Illustrationen, Verweise, Exkurse – kurzum: jene Formen von Weitschweifigkeit, die einen normalen Text lesbar, verständlich und lebendig machen (und die Sie erst bei der Skripterstellung, dann aber umso gezielter benötigen).

Wie entsteht ein Basaltext und was ist bei seiner Abfassung zu beachten?

Wie entsteht ein Basaltext?

Zu jedem Feinlernziel geben Sie eine *lokale* Inhaltsbeschreibung und verheften sie mit allen übrigen Texten dieser Art zum eigentlichen Basaltext. Der Lehrstoff, der an einem einzelnen Ziel 'hängt' und in Ihrer Materialsammlung vorrätig gehalten wird, läßt sich für gewöhnlich aber nicht in einer einzigen Formulierung mitteilen. Man braucht vielmehr eine *Folge von Merksätzen*, in denen die zugehörigen Fakten, Beziehungen und Regeln präzise und vollständig ausgesprochen werden.

Bei der Festlegung von Merksätzen sollten Sie höchste Sorgfalt und Disziplin walten lassen. Das erleichtert Ihnen nicht nur die spätere Skriptarbeit ganz erheblich, es schafft auch eine klare und eindeutige Grundlage für die Abnahme der didaktischen Konzeption am Ende der Designphase⁵.

Hier sind einige Regeln, die sich bei der Formulierung und Sequenzierung von Merksätzen als nützlich erweisen:

Regel für Merksätze

- Drücken Sie in einem Merksatz (nur) einen Gedanken aus.
- Bilden Sie stets einen vollständigen Satz (anstelle von stichwortartigen Notizen oder Kritzeleien).
- Geben Sie eine allgemeine Aussage, keine Beispiele.
- Ein Wissenselement sollte in dem Kontext auftreten, der für seine Anwendung typisch und wahrscheinlich ist.
- Machen Sie in einem Merksatz nur dann von einem anderen Gebrauch, wenn dieser in der Anordnung vorausgeht.

⁵ Vgl. Schritt [D1] in Abschn. 2.2.2, bei dem es wesentlich auch um die Identifikation und Spezifikation der Inhaltselemente geht.

- Stellen Sie einen Merksatz in die Nachbarschaft eines anderen, wenn beide einen Aspekt gemeinsam haben.
- Ordnen Sie, wo es sinnvoll ist, nach wachsender Anforderung (Schwierigkeit, Komplexität, Abstraktheit, Detaillierungsgrad etc.).

Die ersten beiden Regeln verdienen besondere Beachtung. Versucht man gleich mehrere Gedanken auf einmal in einem Merksatz unterzubringen, so ruft dies leicht Konfusionen hervor und beeinträchtigt die Verständlichkeit. Umgekehrt sollte man aber auch nicht am falschen Platz mit Worten geizen. Eine taube Nuß, eine halbgeare Idee entdeckt man am besten durch den Versuch, ihren Gehalt in einem vollständigen und eindeutigen Satz wiederzugeben.

Beispiel

Übungshalber soll nun einmal ein lokaler Basaltext entwickelt werden. Ich wähle als Beispiel das Ziel (A) aus der Tabelle 3.1, das den arithmetischen Mittelwert zum Inhalt hat. Betrachten Sie dazu zunächst die folgende Aussage:

Da sich das arithmetische Mittel von n Stichprobenwerten als durch n dividierte Summe dieser Werte errechnet, ist es nicht sinnvoll für Merkmale mit ordinaler Skala (etwa Windstärken) oder nominaler Skala (etwa Obstsorten) verwendbar.

Obwohl sachlich richtig, ist diese Aussage ein Beispiel dafür, wie ein Merksatz in einem Basaltext *nicht* aussehen sollte: Die Berechnungsvorschrift erscheint – etwas beiläufig – in einem Nebensatz, der seinerseits eine wichtige Anwendungsregel begründet. Diese ist negativ und bruchstückhaft formuliert. Es wäre besser gewesen, direkt die Voraussetzung einer metrischen Skala zu benennen. Zudem tauchen im zweiten Teil Beispiele auf, die in einem Merksatz nichts zu suchen haben.

In der Tabelle 3.2 finden Sie ein kommentiertes Muster für einen Basaltextrauschnitt (der natürlich nur eine von vielen Möglichkeiten darstellt, Merksätze zum arithmetischen Mittelwert zu formulieren und zu arrangieren).

3.3 Hilfsmittel zur Skripterstellung

Wenn Sie die Lernziele geklärt, eine Gliederung entworfen und einen Basaltext geschrieben haben, liegt ein fundamentales Stück Arbeit schon hinter Ihnen. Der nächste, im allgemeinen größere Schaffensabschnitt gilt der Erstellung eines *CBT-Skripts* (gelegentlich auch „Feinskript“ oder – nicht immer passend – „Drehbuch“ genannt). Im folgenden erfahren Sie, worum es beim Abfassen eines Skripts geht und welche Hilfsmittel bzw. -techniken dabei eine Rolle spielen.

Tabelle 3.2. Ausschnitt eines Basaltextrauschnitts zu Ziel (A) aus Tabelle 3.1 Die Merksätze 1 und 2 bilden dabei den kleinstmöglichen Basaltext. Wird jedoch die Anwendung mindestens so ernst genommen wie die Reproduktion der Formel und die Berechnung, so benötigt man die weiteren Punkte 3, 4 und 5.

Nr	Merksatz	Kommentar
1	Das arithmetische Mittel von n Stichprobenwerten x_1, x_2, \dots, x_n lautet: $(x_1 + x_2 + \dots + x_n)/n$.	Teilziele (Aa) und (Ab) Stichprobe, (beobachteter) Stichprobenwert eines Merkmals zuvor behandelt
2	Das arithmetische Mittel setzt für seine Anwendung Merkmale mit metrischer Skala voraus.	Teilziel (Ac) nominale, ordinale und metrische Skalen zuvor behandelt
3	Das arithmetische Mittel wird stark von extremen Stichprobenwerten beeinflusst.	Teilziel (Ac) Vorbereitung für die beiden folgenden Aussagen
4	Das arithmetische Mittel eignet sich vor allem für eingipflig verteilte Merkmale.	Teilziel (Ac) Häufigkeitsverteilungen von Merkmalen zuvor behandelt
5	Das arithmetische Mittel eignet sich vor allem für symmetrisch verteilte Merkmale.	Teilziel (Ac) Zusammenhang mit Nr. 5 beachten
6	Das arithmetische Mittel läßt sich als Schwerpunkt eines Hebelarms deuten, an dem in den Abständen x_1, x_2, \dots, x_n vom Drehpunkt eine Einheitskraft angreift.	Mögliche Vertiefung des Verständnisses
7	Das arithmetische Mittel von x_1, x_2, \dots, x_n ist derjenige Wert von x, bei dem die Summe aller $(x_i - x)^2$ am kleinsten wird.	Für Lernziel (A) nicht unbedingt erforderlich
8	Das arithmetische Mittel ist größer oder gleich dem geometrischen Mittel.	Geometrischer Mittelwert zuvor behandelt; für Lernziel (A) nicht erforderlich

3.3.1 Ein CBT-Skript erstellen

Ein Skript ist ein Dokument, das sämtliche Bildschirmseiten einer CBT-Anwendung detailliert beschreibt: den Inhalt und Aufbau von Informationspassagen, die Anzeige von Grafiken, die Ausgabe von Ton, die Interaktionsmöglichkeiten, das Feedback innerhalb einer Aufgabe, und in vielen Fällen auch die Verknüpfung der „Seiten“ untereinander. Das klingt anspruchsvoll – und ist es auch. Basal-

text und Zielvorgaben in ein gutes CBT-Skript umzusetzen, verlangt vom Autor – neben fachlicher Kompetenz – pädagogische Einfühlungsgabe, dramaturgisches Geschick und Gestaltungsvermögen.

Skriptschreiben lernen

Kann man so etwas lernen? Gewiß nicht so sehr durch Belehrung – eher schon dadurch, daß man das nötige Gespür für die Sache allmählich und im praktischen Umgang mit ihr entwickelt. Der angehende Autor muß also in das sprichwörtliche kalte Wasser springen. Immerhin läßt es sich ein wenig vorwärmen, denn Skripterstellung hat auch eine technische und methodische Seite, auf die sich ein Skriptschreiber bei seiner Arbeit stützen kann. Im folgenden wenden wir uns den diesbezüglichen Hilfsmitteln zu (Abschn. 3.4 ist dafür den mehr handwerklichen Faustregeln vorbehalten).

Grundlegende
Tätigkeiten

Zunächst stellt sich die Frage, welche Arten von Hilfsmitteln sich grundsätzlich für die Skripterstellung anbieten. Schauen wir einem Autor bei seiner Arbeit über die Schulter, so lassen sich drei Tätigkeiten ausmachen:

- das Erfassen des Inhaltsmaterials,
- das Entwerfen von Darbietungsformen,
- das Strukturieren von Abläufen und größeren Zusammenhängen.

Erfassen und Entwerfen sind oft von vornherein verbunden; z.B. wird Text zusammen mit Grafiken, Eingabezeilen etc. schon bei seiner Niederschrift in eine Layoutskizze eingepaßt und mit Ausführungsanweisungen versehen. Häufig verwendet man dazu vordruckte Skriptformulare. Hat ein Autor eine bestimmte Menge von ihnen bearbeitet, werden die Seiten ausgebreitet und in ihrem Ablauf bzw. Kontext organisiert. Klassische Hilfsmittel dazu sind „Storyboard“ und „Flowchart“.

3.3.2 Formblätter

Der Einsatz von Formblättern datiert noch aus den frühen Tagen des computerunterstützten Unterrichts und beruht auf folgender (auch heute noch weithin akzeptierten) Verfahrensidee: Inhalt und Form eines Frames (oder einer vergleichbaren Einheit) werden zunächst individuell und detailgenau festgelegt. Das Ergebnis wird als

ausgefülltes Formblatt an einen Programmierer weitergereicht; der entwickelt daraus ein ablauffähiges Modul, das den Frame als Bildschirmseite darstellt.

Erwartungsgemäß gibt es auf diesem Gebiet keinen Standard. Jedes Unternehmen neigt dazu, eigene hausinterne Muster zu verwenden, die den Besonderheiten seiner Entwicklungsumgebung oder seiner Produkte angepaßt sind. Der kleinste gemeinsame Nenner ist üblicherweise eine Gliederung in wenigstens drei Bereiche: *Identifikation* (für Einträge wie: Autor, Version, Datum, Projekt, Einheit, Frame), *Präsentation/Layout* (von Texten, Bildern, Eingaben, etc.) sowie *Anweisungen* (etwa zur Darstellungsart von Text, zur Überblendung von Fenstern, zur Analyse von Lernerantworten oder zur Ablaufsteuerung). Ein typisches Formblatt zeigt Abb. 3.7.

Vielfalt statt Standard

Projekt:		Einheit:	Frame:	Seite:
Version:		Grafik:	Frame-Typ:	
Autor:		Video:	Effekte:	
Datum:		Rev.:	Audio:	Anweisungen

Abb. 3.7. Einfaches Skriptformular mit drei Bereichen für die Identifikation von Projekt und Autor, für die Präsentation auf dem Bildschirm sowie für begleitende Anweisungen, die Aufbau und Verhalten eines Frames im einzelnen zu beschreiben versuchen.

Dienstleister, zu deren Hauptgeschäft die Skripterstellung für CBT/Multimedia oder das Schreiben von Video-Drehbüchern gehört, haben ihre Technik meist ziemlich ausgefeilt und schwören auf das Papiermedium. In der Praxis stößt das Verfahren allerdings mitunter rasch an seine Grenzen, was jeder weiß, der schon einmal versucht hat, eine etwas kompliziertere Präsentationsseite in ihrem stufenweisen Auf- und Abbau, ihren Überblendungen und Überlagerungen auf *einem* Formblatt festzuhalten. Da kann es leicht passieren, daß der Platz für die Anweisungen – trotz raffinierter Zeichen- und Kürzelsprache – nicht mehr ausreicht und man Hilfszettel und Zusatzblätter anheftet. Ähnliches geschieht bei anspruchsvolleren Interaktionen in Aufgaben-Frames, deren interne Verzweigungen durch Diagrammskizzen beschrieben werden. Kurzum, wir scheinen in des Teufels Küche geraten zu sein.

Welche Auswege bieten sich an? – Man kann sich auf die einfacheren Arten von Bildschirmseiten beschränken, was vielleicht naheliegend (und gelegentlich auch vernünftig) ist, oft jedoch auf Kosten der Qualität geht.

... Software-Lösungen aber auch!

Optimisten glauben gerne an eine Software-Lösung. In gemäßigter Form sieht diese vor, sich vom Papier zu trennen, die Formblätter als Dokumentvorlage anzulegen und in einem Texteditor mit Inhalt zu füllen. (Natürlich sind auch andere Varianten denkbar, z.B. mittels Diagramm- oder Präsentationssoftware.) Allerdings bleibt bei dieser Methode der Spezifikationsaufwand derselbe. Zudem erleichtert es nicht gerade die Skriptarbeit, wenn z.B. eine Grafikskeizze nun nicht mehr einfach und direkt mit Stift auf Papier, sondern mittels Software gezeichnet werden muß. Das gilt erst recht für die radikalere Variante der Software-Lösung, derzufolge unerschrockene Schreiber die Skriptstufe überspringen und sich gleich an ein Autorensystem setzen sollten.

Tatsächlich unterscheiden sich die heutigen Werkzeuge z.T. erheblich von den älteren Systemen und Sprachen zur Entwicklung von CBT (wovon ausführlicher in Kap. 6 die Rede ist). Zum Beispiel lassen sich bestimmte Objekte direkt auf den Bildschirm zeichnen oder (nach Auswahl aus einem Vorrat) darauf ablegen. Ihre Reaktionen auf Ereignisse der Software-Umgebung – z.B. einen Mausklick in einem bestimmten Feld – lassen sich dann über meist kurze Befehlsfolgen steuern. Sicherlich können die in der Werbung vielbeschworenen Einsteiger auf diese Weise mal schnell ein erstaunlich „professionell“ aussehendes Programmstückchen hervorbringen. In der Praxis kann man aber weder mit solchen *Ad-hoc*-Erzeugnissen etwas anfangen noch ist es sinnvoll, davon auszugehen, daß ein Entwickler – zumindest nicht für längere Zeit – ein Einsteiger ist (oder auf einem quasi nicht-technischen Niveau verharrt, weil er sich eigentlich als Autor oder Didaktiker versteht).

Auf einem Skriptformular sollte die Komplexität der Darstellung soweit wie möglich reduziert sein. Damit sind nun keineswegs zwangsläufig nur noch simple Bildschirmseiten angesagt. Ein Schlüssel zu einer Lösung, die diesen Nachteil vermeidet, sind geeignete *Schablonen*. Mit ihnen kann man den bei vielen Frames – vor allem bei interaktiven Aufgaben – anfallenden Wust von Einzelheiten verbergen, ohne dabei auf eine sorgfältig ausgearbeitete Feinstruktur zu verzichten. Wer z.B. eine Lücktext- oder Zuordnungsaufgabe entwirft, möchte sich auf die Problemstellung konzentrieren; der innere Aufbau des Frames, ja sogar viele der sichtbaren Details der Aufgaben-Präsentation sind dabei von nachrangigem Interesse. Freilich, was man auf der Skriptseite spart, muß man auf der Software- oder Entwurfsseite investieren: Eine Schablone für einen Bildschirmtyp nützt wenig, wenn sie nicht durch ein im Hintergrund stehendes Modul bzw. Designgerüst⁶ aufgefangen wird. Von hier aus ist es nur noch ein kleiner Schritt zu einer Software-Lösung, mit der sich der Inhalt einer Bildschirmseite layoutfrei erfassen und abspeichern läßt.

Schablonen reduzieren die Komplexität.

Natürlich kann man mit Schablonen nur einen Teil der Skriptmaterie abdecken. Individuell gestaltete Präsentation widersetzt sich ihrem Wesen nach einem vorfabriziertem Schema (obwohl man auch hier durch Layout-Konventionen die Skriptarbeit erleichtert). Es läßt sich schon viel erreichen, wenn nur das Mischungsverhältnis stimmt.

3.3.3 „Storyboards“ und „Flowcharts“

Fotografien aus den frühen Tagen des Zeichentrickfilms zeigen Walt Disney, wie er zusammen mit seinen Story-Leuten vor einer großen, mit Skizzenblättern gepflasterten Wand eine Folge von Szenen diskutiert. Das *Storyboard*, aus der Filmbranche nicht mehr wegzudenken, hat heute auch in der Multimedia- und CBT-Produktion einen festen Platz. Es zeigt auf seinen Blättern noch den Inhalt an und ermöglicht so einen unmittelbaren und anschaulichen Überblick über eine größere Anzahl von Schlüsselszenen bzw. Frames. Dabei spielt es im Prinzip keine Rolle, ob die Blätter linear organisiert werden oder nicht.

Nutzen des Storyboard für CBT-Produktionen

Auf einem Bildschirm läßt sich die Vogelperspektive eines Storyboards nur notdürftig wiedergeben; entweder reicht der Platz

⁶ Entsprechend einsetzbare lokale Strukturen werden in Kap. 4 für eine Reihe von Frame-Klassen entwickelt. Auch bei Autorensystemen gibt es eine gewisse Tradition von Fertigbausteinen (vgl. Kap. 6).

nicht aus oder die Karten erscheinen unkenntlich klein. Wer also Wert auf direktes und flexibles Hantieren mit Storyboard-Seiten legt, sollte sich vorerst nicht von Pinwänden, großen Tischen, Fußböden und Papieren abbringen lassen. Programme, die alle nur erdenklichen Sorten von Schemagrafik realisieren, gibt es einige. Es macht Sinn, mit ihnen saubere und verkleinerbare Zeichnungen von fertig diskutierten Storyboards (oder Flußdiagrammen) anzulegen und der Projekt-Dokumentation hinzuzufügen.

Ablaufpläne

Enthält ein Storyboard Frames, die mehrere Nachfolger besitzen, wird man dies durch einen *Ablaufplan* (Flußdiagramm, „Flowchart“) darstellen; dabei werden die Frames (bzw. die zugehörigen Bildschirmseiten) häufig zu Knoten verkleinert, von denen Pfeile zu anderen Knoten führen. Ein literarisches Beispiel illustriert Abb. 3.8.

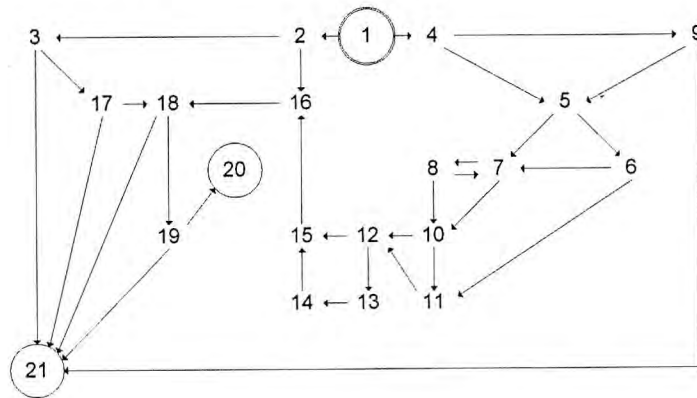


Abb. 3.8. Ablaufplan einer „interaktiven“ (kombinatorischen) Nonsens-Geschichte von Raymond Queneau aus dem Jahre 1967. „Un conte à votre façon“ handelt von drei „munteren Erbsen“, deren belangloses Schicksal der Leser durch zweiwertige Entscheidungen in den Zellen der Geschichte beeinflusst.

Ablaufpläne zeigen das Ganze im Zusammenhang, machen Verzweigungen sichtbar und helfen auf diese Weise bei der Strukturierung der Skriptmasse. Um einen Ablaufplan vollständig zu definieren, muß man gegebenenfalls jene Knoten, von denen mehrere Pfeile ausgehen, öffnen und ihren internen (lokalen) Fluß darstellen. Ein großer Teil der heute produzierten CBT-Anwendungen beruht auf derartigen *expliziten* und bis ins Kleinste festverdrahteten Strukturen. Man hat sich inzwischen an sie gewöhnt und nimmt den immer wieder neu anfallenden individuellen und zum Teil erheblichen Aufwand in Kauf.

Aber auch hier gibt es – ähnlich wie auf der lokalen Ebene beim Entwurf einzelner Bildschirmseiten und Frames – die Möglichkeit, bewährte Muster einzufrieren und später wiederzuverwenden. Zum Beispiel sind viele Entwickler, vornehmlich bei Standardprodukten oder Serien, dazu übergegangen, ein und dieselbe Benutzungsoberfläche mehrfach einzusetzen. Dies ist nicht nur ökonomisch vorteilhaft, auch Qualität und Betriebssicherheit profitieren von dem (erzwungenermaßen) höheren Reifegrad solcher Rahmenbausteine. – Am meisten wird die Skriptarbeit durch *implizit* erzeugte Ablaufstrukturen entlastet, die das „Flowcharting“ teilweise oder ganz überflüssig machen. Ein einfaches Beispiel dafür ist das Prinzip der Lernkartei, das die Abfolge von Aufgabenframes erst in der Laufzeit steuert. Ein Autor braucht sich bei dieser Methode nur um den Inhalt, nicht jedoch um die – im übrigen auch gar nicht vorwegnehmbare – Verknüpfung der einzelnen Aufgaben zu kümmern. (In Kap. 5 erfahren Sie mehr über globale Strukturen dieser Art.)

Bewährte Muster
einfrieren und
wiederverwenden

Entlastung durch im-
plizit erzeugte Abläufe

3.4 Werkstattgeflüster

Der im Vorspann dieses Kapitels angekündigte Begriff „Faustregel“ klingt etwas grob und ungefähr. Werkstattgeflüster verheißt da eine leisere und weniger apodiktische Tonlage, und es begnügt sich ebenso mit dem Plausiblen, praktisch Bewährten⁷.

Sind Sie bereits ein ausgebuffter CBT-Skriptschreiber oder Autor preisgekrönter Multimedia-Titel? In diesem Fall können Sie den Abschnitt ruhig übergehen. Wenn nicht, so finden Sie ja vielleicht unter den folgenden losen und etwas ungeordneten Betrachtungen die eine oder andere praktische Hilfe oder Anregung. Ihr Hauptzweck ist: den „beliebtesten“ Fehlern und Schwachstellen bei der Skriptarbeit entgegenzuwirken.

Achtung Überfrachtung!

Kennen Sie die Lernprogramme, deren Bildschirmseiten mit einer Flut von Texten, Bildern, Farben und Effekten aufwarten? Sie sind typische Beispiele dafür, daß „weniger“ manchmal eben doch „mehr“ bedeutet. Überfüllte Bildschirme belasten das Kurzzeitgedächtnis und erschweren es dem Betrachter, das wirklich Wichtige

⁷ Greift nicht auch das „Instructional Design“ auf praktisches Erfahrungswissen der Pädagogik zurück, das dann terminologisch verfeinert und lernpsychologisch gewürzt in Form einer „Theorie“ präsentiert zu werden pflegt?

zu erkennen und aufzunehmen. Der PC ist keine sonderlich gute Lesemaschine.

Mit richtig eingesetzten Farben können Sie bemerkenswerte Wirkungen erzielen. Allerdings: Zu viele und zu grelle Töne schreien sich gegenseitig nieder; in Lernumgebungen können sie zudem beträchtlich vom eigentlichen Inhalt ablenken.

Vielleicht versuchen Sie es einmal mit einer kleinen Bildschirm-Diät. Leere Flächen sind ein gutes Mittel zur Strukturierung, sie bringen die übrigen Dinge stärker zur Geltung – und sie kosten nichts.

Visualisierung

Das alltägliche Leben wird zunehmend beherrscht von Bildern, zumal bewegten. Sie erheischen Aufmerksamkeit, provozieren Gefühle, drängen sich als visuelle Belege auf. Daß der Mensch – wie Dürer meinte – ein Augentier sei, hat sich auch in didaktischen Funktionen der Visualisierung niedergeschlagen (z.B. in der Veranschaulichung von Abstraktem, der vereinfachten Darstellung komplexer Zusammenhänge, der Anregung von Vergleichen, der Ergänzung durch Beispiele, der Unterstützung des Gedächtnisses u.a.m.).

In Lernprogrammen sollte Visualisierung sorgfältig und kritisch eingesetzt werden. Ein Bild ist kein Selbstzweck, und nicht immer sagt es „mehr als tausend Worte“, vor allem dann nicht, wenn es verwirrt, logisches (diskursives) Denken behindert und den Betrachter „sprachlos“ macht.

Hier einige Hinweise zum Einsatz von Bildern in CBT-Anwendungen:

- Abbildungen, in denen die im Text vermittelte Information nicht einfach wiederholt wird, verbessern tendenziell die Behaltensleistung. Brauchbar sind hier weiterführende, verstärkende oder gegenläufige Stimuli (semantische Differenz zwischen Text und Bild).
- Realitätsnähe ist nicht *per se* ein von der Sache oder dem Medium her gebotenes Qualitätsmerkmal. Ein Analogiebild oder eine schematisierte Grafik können manchmal die Sache besser auf den Punkt bringen.
- Animationen (auch Videofilme) sollten überwiegend nur dann eingesetzt werden, wenn der zeitliche Ablauf (bzw. der szenische Charakter) des Gezeigten wesentlich ist.

- Vermeiden Sie bei einem schrittweisen Bildschirmaufbau, daß eine Abbildung erst *nach* der zugehörigen Sprachinformation erscheint. Günstiger ist: vorher oder gleichzeitig.
- Gar kein Bild zu zeigen kann besser sein als auf einem unpassenden oder überflüssigen zu beharren – was übrigens schmückende Grafik keineswegs ausschließt: Mit ihr läßt sich die Aufmerksamkeit steuern und der Lernkontext anziehend gestalten. Sparsam verwenden!

Gesprochener Text

Computer eignen sich eher zum Vorlesen als zum Lesen. Reiner Sprechtext, der den Bildschirmaufbau begleitet, ist ein wirkungsvolles (und im Vergleich zu Video weniger aufwendiges) Mittel zur multimedialen Gestaltung von Lernsoftware.

Auch wenn der Adressat nun Hörer und Leser zugleich ist, macht es im allgemeinen kaum Sinn und ist es oft sogar irritierend, den auf dem Bildschirm bereits ausgegebenen Text zusätzlich und gleichzeitig zu Gehör zu bringen. Gesprochener Text sollte hörtauglich und verständlich sein – kein Dialekt, kein Papierdeutsch, keine Schachtelsätze – und sich in der Sprachebene der Adressaten bewegen.

Motivieren – aber wie?

So mancher Autor, der die Nutzer seines CBT-Programms motivieren, d.h. zur Beschäftigung mit dem Lehrstoff anregen möchte, versucht dies mit der „Zucker-fürs-Äffchen“- bzw. Mitgift-Methode. Den Lernern wird in Aussicht gestellt, sie könnten eine Menge Spiel und Spaß haben und – ganz nebenbei, ohne daß es weh tut – auch noch lernen. Doch stellt sich meistens schnell heraus, daß CBT in einem solchen Wettbewerb um Unterhaltungspunkte nicht mithalten, geschweige denn gewinnen kann.

Alternativ könnten Sie einmal versuchen, *die Sache selbst* sprechen zu lassen und direktes *Interesse* an ihr zu wecken. Interesse ist ein starker Motor, dessen Hauptvorzug es ist, das Lerngeschehen in Gang zu halten. Tunlichst zu vermeiden sind Bremsseffekte durch negatives oder gar entmutigendes Feedback. Auch positiv kann man einiges tun:

- Geben Sie eine Vorausschau auf die Ziele. Das sorgt für Transparenz und zeigt dem Lerner, daß seine Bildungsabsichten ernst genommen werden.

- Erklären Sie, warum es sich lohnt, dieses oder jenes Lernziel anzustreben. Lassen Sie die Ziele interessant erscheinen. Wer möchte seine kostbare Zeit schon für Belangloses verschwenden!
- Vermitteln Sie Anreize zur produktiven Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand (die Dinge von einer ungewohnten Seite betrachten; Ergebnisse von Vorgängen offen halten; da, wo es paßt, auch einmal Widersprüche provozieren; usw.)
- Einige Lerner schätzen es, wenn ihnen Gelegenheit zur Eigentätigkeit gegeben wird (z.B. durch offene Aufgaben und Fragen, in Simulationen, Rollenspielen und – allerdings nicht Sache des Autors – durch bereitgestellte Lernwerkzeuge⁸).
- Eher äußerliche, d.h. nicht auf Interesse aufbauende Anreize können (und sollten in den meisten Fällen) mit fortschreitender Vertiefung des Lernstoffs zurückgenommen werden.

Mit gutem Beispiel vorangehen

Bekanntermaßen sind Beispiele beim Lernen unentbehrlich. Das didaktische „Wie“ ihres Gebrauchs hat einige bedenkenswerte Facetten, an die ich hier mit folgenden Fragen und Bemerkungen erinnern möchte:

- Verlangt die Situation die *nachträgliche* Darstellung eines Beispiels? Oder ist es besser, den fraglichen Sachverhalt zunächst zu exemplifizieren und erst dann zu einer allgemeinen Aussage oder Regel vorzustoßen?
- Hat das gewählte Beispiel paradigmatischen Charakter? Verkörpert es eine typische, eine erkenntnisleitende Situation? – Untypische Beispiele lenken ab, triviale Beispiele behindern Verständnis und Begriffsbildung.
- Beispiel oder Gegenbeispiel? Letzteres ist geeignet, eine allgemeine Aussage nachträglich einzuschränken oder eine Situation, ein Verfahren, einen Begriff weiterzuentwickeln.
- Transfer bedeutet in vielen Fällen: Anwendung des Gelernten auf ein Beispiel. Ist der gewählte Fall wirklichkeitsnah? Entspricht das Beispiel der Praxis?

Warum Gegenbeispiele wichtig sind

Gegenbeispiele – ihr Potential in Lernprozessen Erwachsener wird vielfach noch unterschätzt oder erst gar nicht richtig gesehen. Vertraut sind Situationen wie diese: Ein kleines Kind, das den Ausdruck „Wauwau“ an Dackeln und Terriern gelernt hat und ihn zur Erheiterung der Erwachsenen auch auf eine gerade vorbeilaufende

⁸ Hierzu gehören Fachglossare, TR-Module, Notizkarteien, Lernkalender, Möglichkeiten zur Zusammenstellung persönlicher Aufgaben-Pools, u.a.m.

Katze anwendet, ist auf ein Gegenbeispiel gestoßen, für das ihm nun ein neuer Begriff – vielleicht „Miau“ – angeboten wird. Im Prinzip nicht anders entwickelt sich die Begriffswelt der Wissenschaft. Bleiben wir bei unserem Beispiel-Thema „Mittelwerte“. Dort sollte etwa der Anwendungsbereich des arithmetischen Mittels *auch durch Gegenbeispiele* markiert werden. Ein krasser Fall: das mittlere Einkommen einer Population aus 500 Tagelöhnern und einem Multimillionär (der diese Armen beschäftigt). Ein subtilerer Fall: die gängige Berechnung von Durchschnittswerten bei den Zeugnisnoten (die streng genommen keine metrische, sondern eine Rangskala bilden).

Vorsicht Triviales!

Kennen Sie die Lernprogramme, deren Aufgabenteil man mit Bravour absolvieren kann, ohne etwas vom Thema zu verstehen und ohne den Informationsteil auch nur durchgeblättert zu haben? Die Gefahr der Überfrachtung bei der Präsentation hat ein Pendant bei der Interaktion: die kognitive Unterforderung, die triviale Aufgabe.

Die negativen Auswirkungen können beträchtlich sein. Nicht nur, daß solches CBT den (vermutlich doch auf dem Papier geplanten und geforderten) Zielsetzungen nicht gerecht wird – vor allem demotiviert es den Nutzer, der sich „auf den Arm genommen“ fühlt.

Gefahr der Unterforderung

Hier also diese selbstverständlich klingende Regel, gegen die häufiger verstoßen wird als man gemeinhin glaubt:

Formulieren Sie nur sinnvolle Fragen und stellen Sie Aufgaben, die mit einer echten Denkanforderung an den Teilnehmer verbunden sind!

Ich nenne noch einige einschlägige Fehlerquellen:

- Multiple-Choice-Aufgaben mit zu auffälligen Richtig-Antworten,
- überhaupt alle Probleme mit offensichtlichen Lösungen,
- zu stark dosierte Hilfen, welche die Lösungen praktisch verraten,
- Aktivitäten, die nur spielerisches Beiwerk sind und mit denen Lerner ihre Zeit vertun,
- die (mindestens unterschwellig wirkende) Meinung, sachliche und fachliche Tiefe sei Büchern, Zeitschriften usw. vorbehalten, während CBT leicht, seicht und – im Doppelsinn des Wortes – „soft“ zu bleiben habe.

Feedback

Die Rückmeldungen, die ein CBT-Programm an seine Nutzer gibt, tragen maßgeblich zu seiner Qualität und Akzeptanz bei. Eine leistungsfähige Analyse der Antworten (bzw. Aktionen) auf seiten des Programms einmal vorausgesetzt⁹, obliegt dem Autor vor allem die inhaltliche und sprachliche Ausgestaltung der Kommentierung.

Folgende Punkte gilt es dabei zu beachten:

Regeln für gutes Feedback

- Die Rückmeldung sollte kurz sein und keinen Zweifel daran lassen, wie die Lernerantwort vom Programm eingestuft wird (als richtig, unvollständig, teilweise richtig/falsch, falsch, o.ä.).
- Nach Möglichkeit ist der Bezug zur individuellen Lernerantwort wirksam und sichtbar zu machen; der Lerner findet sich so im Feedback wieder.
- Ausführlichere Informationen nur als Zusatz anbieten, nicht aufzwingen.
- Sorgen Sie für etwas Abwechslung bei den Wendungen.
- Negatives Feedback informativ und *sachbezogen* (statt *personenbezogen*) formulieren. Der Lerner sollte erfahren, warum seine Antwort nicht richtig ist und wo genau sein Fehler liegt.
- Wo es sinnvoll erscheint, den Weg zu einer richtigen Lösung andeuten.
- In den Giftschrank gehört alles affektiv aufgeladene: Kritik, Ironie, Sarkasmus, Superlative, Begeisterung, Ulk, Derbes und Verletzendes.

Eventuell bieten sich Varianten beim Feedback an: z.B. der direkte Abgleich von Antwort und Musterlösung(en) durch den Lerner (statt Bewertung und Kommentierung durch das Programm) oder: der Einsatz von Bildelementen zur Ergebnisanzeige (eine Ampel, ein Galgenmännchen, ein Gesicht mit veränderlichem Ausdruck, o.ä.). Vorsicht bei akustischer Ausgabe oder bei Animationen! Der Eigenreiz solcher Darbietungen lenkt leicht vom Inhalt der Aufgabe ab oder regt zu konträrem Lernverhalten¹⁰ an. – In Zukunft wird gesprochenes Feedback möglicherweise eine größere Rolle spielen.

⁹ Genauer und systematisch wird dieser Problembereich in Kap. 4 behandelt.

¹⁰ Schon zu Zeiten des C64 gab es eine Trainerreihe für Kinder, in der ein Löwe schrecklich interessant brüllen konnte, wenn die Eingabe falsch war, bei richtiger Antwort dagegen nur etwas unauffällig mit dem Schwanz wedelte.

Bei Personen mit geringen Vorkenntnissen – so das Ergebnis experimenteller Untersuchungen (vgl. 5.1.2) – wirken sich verbale Fehlerbeschreibungen im Feedback negativ auf den Lernerfolg aus.

Die passende Form

Variierende Aufgabenformen sind ein gutes Rezept gegen Monotonie und machen ein Programm lebendig. In diesem Reigen haben auch primitivere Interaktionstypen wie die Alternativabfrage oder das Klicken auf ein Objekt ihre relative Daseinsberechtigung. Dabei ist die Wahl der jeweils angemessenen Aufgabenform ein Problem, das sich dem Autor ständig und aufs neue stellt: Paßt die Form zum Inhalt, zur Situation und der ihr innewohnenden Fragestellung? – Um das einschätzen zu können, braucht man solides Fachwissen (auf dem Gebiet, um das es geht), Gespür für die Sache (entwickelt sich im Laufe der Zeit) und Kenntnisse über das Potential der einzelnen Frames. Zu den prominentesten Typen mache ich weiter unten noch einige Bemerkungen (ihre Systematik ist Kap. 4 vorbehalten).

Ein häufiger Fehler ist der Einsatz der Multiple-Choice-Form in Fällen, die eigentlich einen anderen Interaktionstyp verlangen.

Angenommen, wir wollten die bekannten Ungleichungen zwischen dem arithmetischen, geometrischen und harmonischen Mittelwert abfragen. Man könnte auf die Idee verfallen, die sechs möglichen Anordnungen der Größen AM, GM und HM im Multiple-Choice-Verfahren darzubieten, so daß der Lerner nur noch die zutreffende Ungleichungskette ($HM \leq GM \leq AM$) heraussuchen muß. Diese Methode ist bei Autoren – leider – sehr beliebt. Zwar ist sie nicht einfach „falsch“, aber sie ist schlecht, weil damit die Handlung, um die es eigentlich geht (Reihung der Mittelwerte ihrer Größe nach), unnötigerweise unterdrückt und auf einen Klick reduziert wird. Dabei wäre es naheliegend und zudem leicht realisierbar, den Lerner aufzufordern, die Mittelwerte in ein Ungleichungsgerüst einzuordnen (s. Abb. 3.9).

Beispiel

Schieben Sie die Mittelwerte
an die richtige Stelle in der Ungleichung:

$$\boxed{} \leq \boxed{GM} \leq \boxed{}$$

AM Arithmetisches Mittel

 Geometrisches Mittel

HM Harmonisches Mittel

Abb. 3.9. Zuordnungsaufgabe für die Ungleichung $HM \leq GM \leq AM$

Die Wahl der Multiple-Choice-Form ist in unserem Beispiel aber auch „technisch“ betrachtet schlecht. Denn hätten wir nur *ein* Objekt mehr in die Anordnung einzubeziehen, so ergäben sich bereits 24 Auswahlen, die sich nur auszugswise in das Multiple-Choice-Schema quetschen lassen. Eine Zuordnungsaufgabe würde hingegen auch damit spielend fertig.

Ja oder Nein

Ja/Nein-Alternativen setzen eine klare Situation ohne Sowohl-als-auch-Charakter voraus. Sie bieten keine Differenzierungsmöglichkeiten, sind tendenziell immer „zu leicht“ und haben eine Zufalls-trefferquote bei 50 %. Das alles spricht für sparsamen Gebrauch. Eine gute Figur macht die Alternativabfrage in Entscheidungssituationen oder in einer Sequenz voneinander abhängiger Entscheidungen.

Wer die Wahl hat ...

Die Multiple-Choice-Aufgabe ist – es sei einmal dahingestellt, ob zurecht – das schwarze Schaf im computerunterstützten Lernen. Gewiß eignet sie sich weniger für die Wissensvermittlung als für ein Quiz, einen Test oder eine Entscheidungsabfrage. Daß es aber im Laufe der Zeit so leicht geworden ist, ihr (zumindest in pädagogischen Lippenbekenntnissen) den Garaus zu machen – dazu hat auch ihre reale Verwahrlosung, ihre viel zu oft ungekonnte und lieblose Umsetzung beigetragen. Zur Ehrenrettung der MC-Aufgabe¹¹ sei hier zumindest daran erinnert, daß es außer schlechten auch bessere Muster ihrer Gattung gibt. Überzeugen Sie sich selbst davon, in welchem Ausmaß die nachfolgenden elementaren Design-Regeln tatsächlich in der Praxis berücksichtigt werden:

Design-Regeln für
Multiple-Choice-
Aufgaben

■ **Aufgabe und Auswahlantworten möglichst knapp und prägnant formulieren**

Eine MC-Aufgabe sollte der Lerner schnell überblicken können, wozu insbesondere Kürze und Faßlichkeit der zur Auswahl angebotenen Auswahlantworten viel beitragen. Bei einem Typ „1 aus 4“ sind immerhin drei falsche Aussagen auf ihren Wahrheitsgehalt zu prüfen, und diese sollten nicht erst mühevoll aufzunehmen sein. Auch die Anzahl der Wahlmöglichkeiten sollte eine freundliche Obergrenze (etwa 5–7) nicht überschreiten.

¹¹ An dieser Stelle kann die Unterscheidung zwischen den beiden MC-Typen *Einfach-Auswahl* (einer einzigen richtigen Antwort) und *Mehrfach-Auswahl* (evtl. mehrerer zutreffender Antworten) aus *x* vorgegebenen Auswahlantworten ausgeklammert bleiben. Gleichwohl spielt sie für die modale Ausgestaltung der Interaktion eine wichtige Rolle. Vor allem Entwickler verweise ich diesbezüglich auf den Abschn. 4.2.

■ **Durch Kontext bündeln und sprachlich parallelisieren**

Es macht sich gut, die Auswahlantworten durch den Kontext der Aufgabe zu bündeln und auch sprachlich in einen Gleichlauf zu bringen. Auf diese Weise erscheinen sie als (wahre oder falsche) Antworten auf *eine* Frage. Nehmen Sie nicht – ich bin versucht zu sagen: niemals – Zuflucht zu der armseligsten aller Varianten, die mit der harmlosen Frage „Welche Aussage ist richtig?“ beginnt und mit einer heterogenen Liste von womöglich noch umfanglichen Behauptungen endet!

■ **Attraktive Distraktoren einsetzen**

Die falschen Antworten einer MC-Aufgabe nennt man Distraktoren. Wenn die Aufgabe nicht belanglos sein soll, braucht man Distraktoren mit dem Anschein von Richtigkeit (gemessen am vermuteten Wissensstand des Lerners). Oft verraten sich diese Aussagen tendenziell durch bestimmte Merkmale (z.B. generalisierende Wörter wie „niemals“, „immer“, etc. oder die je nach Autor überwiegend kürzere oder längere Formulierung). Eine gute, wenngleich aufwendige Methode zur Gewinnung von Distraktoren besteht darin, die Fragen zunächst Probanden der Zielgruppe zur freien Beantwortung vorzulegen. Gehäuft auftretende falsche Antworten sind dann potentielle Distraktoren für die MC-Variante der Frage.

■ **Gebrauch von differenzierten Rückmeldungen machen**

Diese Empfehlung mag plausibel oder sogar pädagogisch geboten sein. Die Praxis zeigt jedoch, daß nicht wenige Autoren – aus welchen Gründen auch immer – darauf verzichten, jede einzelne Auswahlantwort inhaltsspezifisch zu kommentieren. Das ohnehin nicht besonders gelittene Multiple-Choice-Verfahren büßt damit gleichsam seinen einzigen Charme ein.

Vielleicht fragen Sie sich auch, weshalb MC-Aufgaben bei soviel Kritik und Erstellungsaufwand dennoch in Lernprogrammen so oft zu finden sind?

Zuordnungen

Steppi (1989) hat zutreffend beobachtet, daß „erstaunlich häufig“ Lernziele durch geeignete Zuordnungsaufgaben geprüft werden können. Diese haben überzeugende Vorteile: Sie vermeiden das (manchmal leidige) Problem der Distraktoren, ohne im Bedarfsfall auf diese Spezies verzichten zu müssen; die Gefahr bloßer Zufalls-treffer wird drastisch verringert, und – vielleicht der beste Grund, sich mit Zuordnungen zu befassen – der Lerner erhält Gelegenheit,

eine Lösung durch Konstruktion herzustellen, anstatt sie aus einer vorliegenden Menge bloß herauszufischen.

Lieben Sie Brams?

Wenn Sie mit dieser Frage (für die ich schon jetzt um Nachsicht bitte) nichts rechtes anzufangen wissen, sollten Sie vielleicht einen Bogen um sog. Texteingaben machen. Als Autor einer Lückentext- oder Freitext-Aufgabe sind Sie nämlich dafür verantwortlich, daß die Vokabeln, Begriffe, Bezeichnungen und Irrtümer aller Art, mit denen Lerner Ihre wohlvorbereiteten Lücken und Eingabezeilen füllen werden, anhand eines *im voraus* anzulegenden Repertoires von Antwortmustern geprüft werden können. Dabei liegt der Fall „Brahms“ noch einfach! Wird das „h“ versehentlich unterschlagen (wie in der Überschrift) oder beim Tippen verdreht („Brhams“), so mag das mit ein wenig Fantasie bei der Antwortanalyse noch glimpflich abgehen. Erlaubt jedoch eine Aufgabe mehrere Lösungstexte, so wird die Angelegenheit schwieriger, unter Umständen sogar ausweglos. Auch der Ruf nach der „Künstlichen Intelligenz“ hilft da kaum weiter; schließlich braucht auch die den menschlichen Experten, der die typischen Fehler von Lernern auf einem bestimmten Gebiet und einer bestimmter Lernstufe kennt und antizipiert.

Geradezu unüberwindlich werden die Probleme, wenn Nutzer Ihren Aufgaben-Frame nach Herzenslust auf die Probe stellen. Hier sollten wir uns gelassen Bork u. Pomicter (1990) anschließen, die dazu raten, einfache und auf die Zielgruppe zugeschnittene Verfahren einzusetzen, anstatt die Zeit mit der Jagd nach falsch verstandener Perfektion zu vergeuden.

Eine ernsthaftere Weiterbeschäftigung mit diesem Thema bietet Abschn. 4.3.

RFF – „Rich Frame Format“

Hinter diesem Kürzel verbirgt sich nicht etwa ein neuer „Standard“, sondern der Vorschlag, passenden Gebrauch von *angereicherten* Aufgaben-Frames¹² zu machen. Was hat man sich darunter vorzustellen?

Eine Aufgabe steht in den seltensten Fällen isoliert da. Es ist daher eine gute (keineswegs neue) Idee, sie auch bei ihrer Darbietung im Lernprogramm mit spezifischem Kontext zu verbinden.

Durch folgende Fragen können Sie sich dabei leiten lassen:

- Gibt es eine ähnliche leichtere/schwierigere Aufgabe (als Test, als Übung)?
- Gibt es eine sinnvolle Verallgemeinerung oder Weiterführung, etwa in Form einer empirischen Gesetzmäßigkeit, einer Regel, eines Theorems?
- Gibt es ein konkretes Beispiel, das den Hintergrund oder die Anwendung der Aufgabe verständlicher macht?
- Lassen sich historische Bezüge herstellen oder vergleichbare Ergänzungen anschließen?
- Läßt sich die Aufgabe mit verwandten Aufgaben bzw. Informationsseiten zu einer (kleinen) Fallstudie ergänzen?
- Ist der Aufgabe ein Feinlernziel zugeordnet und/oder läßt sich ihre Bedeutung für den Lerner überzeugend darlegen?

Die Anreicherung eines Aufgaben-Frames mit solchen Elementen, die im allgemeinen selbst eigenständige Bildschirmseiten sind, kann nach dem Muster von Abb. 3.10 geschehen. Die zusätzlichen Frames bilden dabei eine Art Hülle um die betreffende Aufgabe und müssen für den Lerner bei Bedarf bzw. auf Wunsch vom Kern aus erreichbar sein.



Abb. 3.10. „Rich Frame Format“: möglicher Aufbau eines angereicherten Aufgaben-Frames. Die nicht-lineare Struktur erinnert an das Anker-Konzept in Hypertext-Umgebungen.

Die RFF-Methode empfiehlt sich vor allem dann, wenn in einer CBT-Anwendung verstärkt lernergesteuerte Interaktion angeboten werden soll.

¹² In der Terminologie von Kap. 4 handelt es sich um einen *komplexen* (im Unterschied zu einem *elementaren*) Frame.

In Kap. 7 von Gery (1987) wird die Rolle des Autors bzw. CBT-Autors nach dem Motto geteilt: „writers write, designers design, and editors edit“. Steppi (1989) sieht im CBT-Autor vor allem den „Entwickler von CBT-Drehbüchern“, wofür „in der Regel weder Nur-Pädagogen noch Nur-Fachleute“, sondern „erfahrene Fachdozenten oder Fachtrainer“ in Betracht kommen. In Euler (1992) wird dem Autor empfohlen, „den Lernenden an der Lernsoftware-Entwicklung zu beteiligen“. Eine klassische Anleitung zur Definition operationaler Lernziele ist Mager (1962); vgl. auch Klauer (1974). Wer als Hintergrund eine leicht lesbare Einführung in die Pädagogische Psychologie sucht, ist mit Gage u. Berliner (1986) gut beraten; im dortigen Kapitel über Unterrichtsziele wird auch die Inhalt-Verhalten-Matrix erläutert. Merrill (1983) nutzt diese in erweiterter Form für seine „Component Display Theory“ (CDT).

Dem Thema Lehrstoffanordnung sind zahlreiche Forschungsarbeiten gewidmet, die i.a. graphentheoretische und statistische Verfahren (Netzplantechnik, Cluster-Analyse) einsetzen; vgl. dazu Kleiter u. Petermann (1977). Das in Abschn. 3.2.4 geschilderte Rangordnungsverfahren läuft auf eine topologische Sortierung hinaus, die genau dann möglich ist, wenn der gerichtete Graph der Feinlernziele keine Kreise enthält. Die Berechnung von Rangzahlen durch eine Kohärenzmatrix wurde in dieser Form von Gavini (1973) verwendet und hat sich in der Praxis vielfach bewährt; bei der Überprüfung der Vorbedingungsrelation wurde an eine in Sunouchi (1981) dargestellte Idee angeknüpft.

An weiteren Beiträgen zu diesem Fragenkreis seien hier genannt: Bart u. Krus (1973), Weltner (1976), Heinrich (1977), Leutner u. Nußbaum (1986). – Umfassend und übersichtlich werden von der Classification Society of North America, einer Non-Profit-Einrichtung, unter <http://www.pitt.edu/~csna/> einschlägige Materialien (Bibliographien, Adressen, Cluster-Analyse-Software, etc.) zur Verfügung gestellt. Musterbeispiele von Formblättern für die Skripterstellung finden sich in vielen Werken zur CBT-Entwicklung, z.B. Orwig (1984), Steppi (1989), Alessi u. Trollip (1991), Gabele u. Zürn (1993) (berücksichtigt viele Details) und Schanda (1995). – Eine interessante (auch auf CD-ROM dokumentierte) Sammlung von Fallstudien zum Schreibprozeß für Multimedia-Titel liefert Garrand (1997).

Ausführliche Kollektionen von Regeln für das Design und die Entwicklung von CBT werden am Ende jedes Kapitels in Alessi u. Trollip (1985, 1991) bereitgehalten. Steinberg (1984) präsentiert vergleichbare Prinzipien mit dem Hinweis, daß gegen

diese (schon dem gesunden Menschenverstand einleuchtenden) Grundsätze überraschend häufig verstoßen wird.

Die folgende Zusammenstellung von Quellen soll die in Abschn. 3.4 angesprochenen Einzelaspekte spezifisch ergänzen:

- *Textdarbietung*: Jonassen (1982, 1985), Heines (1984, Kap. 5), Duin (1988), Gillingham (1988), Janotta (1990, Kap. 19), MacDonald (1991), Euler (1992, Abschn. 4.1.2), Friedrich u.a. (Hrsg., 1997, Abschn. 3.3)
- *Visualisierung*: Fleming (1967), Dwyer (1978), Issing u. Haack (1985), Rieber (1990), Drewniak (1992), Euler (1992, Abschn. 4.1.3), Weidenmann (1994, 1995), Friedrich u.a. (Hrsg., 1997, Abschn. 3.3)
- *Motivation*: Steinberg (1984, Kap. 5), Rheinberg (1985), Euler (1992, Abschn. 4.4), Niegemann (1995, Abschn. 4.3.1), Friedrich u.a. (Hrsg., 1997, Abschn. 2.4)
- *Beispiele und Begriffslernen*: Evans, Glaser u. Homme (1960), Lysaught u. Williams (1967, Kap. 6), Merrill u. Tennyson (1977), Mayer (1979, Kap. 2)
- *Feedback*: Scheiblechner (1977), Steinberg (1984, Kap. 4), Fischer u. Mandl (1988), Surber u. Leeder (1988), van der Linden (1994), Schulmeister (1996, S. 100 ff)
- *Aufgabenformen*: Lienert (1969, Kap. 4), Bink (1977), Alessi u. Trollip (1985, Kap. 7), Steppi (1989, Abschn. 4.3)

Literaturverzeichnis

- Aho, A.V., Ullman, J.D.: Informatik. Datenstrukturen und Konzepte der Abstraktion. Bonn; Albany: Internat. Thomson Publishing 1996
- Albers, J.: Interaction of Color. New Haven, CT: Yale University Press 1963. Dt. Übers. Köln: Verlag M. DuMont Schauberg 1970
- Alberti, M.A. et al.: GALOIS: An Instructional System in Algebra for Computer Science Students. In: Banchoff 1988, pp. 127-133
- Alessi, S.M., Schwaegler, D.G.: DrillShell. Iowa City, IA: CONDUIT 1984
- Alessi, S.M., Trollip, S.R.: Computer-Based Instruction, Methods and Development. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall 1985, 2nd edn: Allynand Bacon 1991
- Alsdorf, C., Bannwart, E.: Virtuelle Realität: Erfahrbare Information im Cyberspace. In: Issing u. Klimsa 1995, S. 437-450
- Alsleben, K. et el. (Hrsg.): Sprache und Schrift im Zeitalter der Kybernetik. Quickborn: Schnelle 1963
- Amir, A., Landau, G.M.: Fast parallel and serial multidimensional approximate array matching. Theoretical Computer Science 81, 97-115 (1991)
- Anderson, R.C., Kulhavy, R.W., Andre, T.: Conditions under which feedback facilitates learning from programmed lessons. Journal of Educational Psychology 63, 186-188 (1972)
- Angell, R.C., Freund, G.E., Willett, P.: Automatic Spelling Correction Using a Trigram Similarity Measure. Information Processing & Management 19(4), 255-261 (1983)
- Apple Computer, Inc.: Macintosh Human Interface Guidelines. Reading, MA: Addison-Wesley 1992
- Arnold, E.: Lern-Kartei. ST-Computer EXTRA, Sonderheft Nr. 2. Darmstadt: Heim Fachverlag 1987, S. 135-137
- Aspillaga, M.: Screen Design: Location of information and its effects on learning. Journal of Computer-Based Instruction 18(3), 89-92 (1991)
- Atkinson, R.C., Wilson, H.A. (eds.): Computer Assisted Instruction. A Book of Readings. New York London: Academic Press 1969
- Atkinson, R.C.: Adaptive Instructional Systems: Some Attempts to Optimize the Learning Process. In: Klahr, D. (ed.): Cognition and Instruction. Hillsdale, NJ: 1976, pp. 81-108
- Baker, F.B.: Computer-Managed Instruction: Theory and Practice. Englewood Cliffs, NJ 1978

- Banchoff, T.F. et al. (eds.): Educational Computing in Mathematics. Proceedings of the International Congress in Educational Computing in Mathematics, Rome, Italy, 4-6 June 1987. Amsterdam: North-Holland 1988
- Barker, P.: Author languages for CAL. Houndsmills: Macmillan 1987
- Bart, W.M., Krus, D.J.: An Ordering-Theoretic Method to Determine Hierarchies among Items. Educational and Psychological Measurement 33, 291-391 (1973)
- Barwise, J., Etchemendy, J.: The Language of First-Order Logic: Including [...] Taski's World 4.0, Book and Disk. Csl Lecture Notes No. 34. Stanford University Center for the Study, Dec. 1992
- Baumgartner, P., Payr, S.: Lernen mit Software. Innsbruck: Österreichischer Studienverlag 1994
- Begg, I.M., Hogg, I.: Authoring Systems for ICAI. In: Kearsley 1987, pp. 323-346
- Behnke, C.: Computergestützte Lern- und Arbeitsumgebung. Frankfurt a.M.: Peter Lang 1995
- Berk, E., Devlin, J. (eds.): Hypertext/Hypermedia Handbook. New York: McGraw-Hill 1991
- Bessière, C., Giry, M., Leonhardt, J.-L.: Advanced Authoring Tools. DELTA Multimedia Journal 1(Oct.), 3-11 (1989)
- Bink, W.D.E.: Die Rolle der Distraktoren in lernzielorientierten Tests – Fehlerquellen und Kriterien zu ihrer Gestaltung. In: Boeckmann u. Lehnert 1977, S. 201-205
- Bloom, B.S.: Taxonomy of Educational Objectives. Handbook I: Cognitive Domain. New York: McKay 1956
- Bock, H.H.: Automatische Klassifikation. Theoretische und praktische Methoden zur Gruppierung und Strukturierung von Daten (Cluster-Analyse). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1974
- Bodendorf, F., Hofmann, J. (Hrsg.): Computer in der betrieblichen Weiterbildung. München Wien: R. Oldenbourg 1993
- Bodendorf, F.: Computer in der fachlichen und universitären Ausbildung. München Wien: R. Oldenbourg 1990
- Boeckmann, K., Lehnert, U. (Hrsg.): Bilanz und Perspektiven der Bildungstechnologie. Beiträge des 14. Symposiums der GPI in Hamburg 1976: Berlin 1977
- Bogaschewski, R.: Hypertext-/Hypermedia-Systeme – Ein Überblick. Informatik-Spektrum 15, 127-143 (1992)
- Bork, A., Pomictier, N.: Practical Techniques Useful in Authoring Technology-Based Learning Material. Journal of Computer-Based Instruction 17(2), 53-60 (1990)
- Bossel, H.: Modellbildung und Simulation. Konzepte, Verfahren und Modelle zum Verhalten dynamischer Systeme. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg 1992
- Bremmen, R., Döll, L., Dokupil, J.: Vergleich PC-gestützter Autorensysteme. Essen: Arbeitsberichte des Fachgebiets Betriebsinformatik der Univ. GHS 1987

- Brendel, H. (Hrsg.): CBT – Der PC in Ausbildung und Schulung. Vaterstetten: IWT-Verlag 1990
- Brody, J.: On Optimal Regulation of a Teaching Process. In: Die 4. Prager Konferenz über Kybernet. Pädagogik. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy 1991, S. 61-65
- Bunderson, C.V.: Design Strategy for Learner-Controlled Courseware. In: Brunnstein, K., Haefner, K., Händler, W. (Hrsg.): Rechner-Gestützter Unterricht. Fachtagung, Hamburg 12.-14. August 1974. Berlin Heidelberg New York: Springer 1974, S. 308-322
- Burdea, G., Coiffet, Ph.: Virtual Reality Technology. New York: Wiley 1994
- Busch, J.: CBT-Projektmanagement. In: Seidel 1993, S. 127-136
- Camstra, B.: *Leren en onderwijzen met de computer*. Leiden Antwerpen: H.E. Stenfert Kroese 1980
- Camstra, B.: Fallstudie Niederländische Eisenbahnen (persönliche Mitteilung von Drs. Camstra) Courseware Europe b.v. 1984
- Camstra, B.: Computer-Based Education in Banking: A Conceptual Introduction. *Education & Computing* 1, 55-73 (1985)
- Camstra, B.: Five Generations of Courseware Authoring Tools. In: Gerling 1986, pp.105-114
- Camstra, B.: Courseware in the Netherlands: Portrait of a Fairly Advanced Country. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 22(3), 104-108 (1990)
- Carbonell, J.R.: AI in CAI: An Artificial Intelligence Approach to Computer-Assisted Instruction. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems* 11, 190-202 (1970)
- Carroll, J.M. (ed.): *Designing Interaction: Psychology at the Human-Computer Interface*. Cambridge: Cambridge University Press 1991
- Cayrol, M., Farreny, H., Prade, H.: Fuzzy Pattern Matching. *Kybernetes* 11, 103-116 (1982)
- Chapman, B.L.: Enhancing Interactivity and Productivity Through Object-Oriented Authoring: An Instructional Designer's Perspective. *Journal of Interactive Instruction Development* 7(2), 3-11 (1994)
- Chapman, B.L.: Accelerating the Design Process: A Tool for Instructional Designers. Paper presented at the Society for Applied Learning Technology's Multimedia '95 Conference in Arlington, VA, August 24, 1995
- Claes, G.: Der Autor ein Handwerker - wie lange noch? Beginnt für Lehrmaterialproduktion die industrielle Phase? *DELTANEWS* 0(Sept.), 4-6 (1989)
- Correll, W.: *Programmiertes Lernen und schöpferisches Denken*. München: Ernst Reinhardt 1965
- Cronbach, L.J.: Wie kann Unterricht an individuelle Unterschiede angepaßt werden? In: Schwarzer, R., Steinhagen, K. (Hrsg): *Adaptiver Unterricht*. München: Kösel 1975, S. 42-58
- Crowder, N.A.: Intrinsic and Extrinsic Programming. In: Coulson, J.E. (ed.): *Programmed Learning and Computer-Based Instruction*. New York: John Wiley and Sons 1962, pp. 58-66
- Dean, Ch., Whitlock, Q.: *A Handbook of Computer-Based Training*. London: Kogan Page Ltd. 1983, 1988

- Dean, Ch.: An overview of authoring systems for CBT and Interactive Multimedia that are available in the UK. Sheffield: Dean Associates 1994
- Dick, W., Carey, L.: The Systematic Design of Instruction. 3rd ed. Glenview, Illinois: Scott, Foresman and Co. 1990
- Dillenbourg, P., Self, J.: A Framework for Learner Modelling. *Interactive Learning Environments* 2(2), 111-137 (1992)
- Dörfler, W.: Computer-Mikrowelten. In: Graf, K.-D. (Hrsg.): *Computer in der Schule*. Stuttgart: Teuber 1990, S. 103-119
- Drewniak, U.: Lernen mit Bildern in Texten. Untersuchung zur Optimierung des Lernerfolgs bei Benutzung computerpräsentierter Texte und Bilder. Münster: Waxmann 1992
- Dubois, D., Prade, H., Testemale, C.: Weighted Fuzzy Pattern Matching. *Fuzzy Sets and Systems* 28, 313-331 (1988)
- Duin, A.H.: Computer-Assisted Instructional Displays: Effects on Students' Computing Behaviors, Prewriting, and Attitudes. *Journal of Computer-Based Instruction* 15(2), 48-56 (1988)
- Dwyer, F.M.: *Strategies for Improving Visual Learning*. State College, Pennsylvania: Learning Services 1978
- Eckel, K.: *Didaktiksprache. Grundlagen einer strengen Unterrichtswissenschaft*. Köln Wien: Böhlau 1989
- Edwards, A.S.N., Holland, S. (eds.): *Multimedia Interface Design in Education*. New York: Springer-Verlag 1992
- Ellis, J.A., Knirk, F.G., Taylor, B.E., McDonald, B.: The Course Evaluation System. *Instructional Science* 21, 313-334 (1993)
- Elsom-Cook, M.T., O'Malley, C.E.: ECAL: Bridging the Gap between CAL and Intelligent Tutoring Systems. *Computers and Education* 1-3(15), 69-81 (1990)
- Erath, R.: *Teachware – Charakteristik, Gestaltung und Wirtschaftlichkeit einer neuen Lernmethode*. Herrenberg: IBM Deutschland 1986
- Euler, D.: *Didaktik des computerunterstützten Lernens: praktische Gestaltung und theoretische Grundlagen*. Nürnberg: BW Bildung und Wissen Verlag und Software 1992
- Evans, J., Glaser, R., Homme, L.: *The Ruleg System for the Construction of Programmed Verbal Learning Sequences*. Pittsburgh: Department of Psychology, University of Pittsburgh 1960
- Eyferth, K. et al.: *Computer im Unterricht. Formen, Erfolge und Grenzen einer Lerntechnologie in der Schule*. Stuttgart: Klett 1974
- Fairweather, P.G., O'Neill, A.F.: The impact of advanced authoring systems on CAI productivity. *Journal of Computer-Based Instruction* 11(3), 91(1984)
- Fankhänel, K.: Autorensysteme für Personal Computer. Anforderungskriterien und Systemvergleich. In: Küffner u. Seidel 1989, S. 62-93
- Fischer, P.M., Mandl, H.: Improvement of the Acquisition of Knowledge by Informing Feedback. In: Mandl u. Lesgold (eds.) 1988, pp. 187-241
- Fischer, K., Löthe, H.: PLATO IV – ein umfassendes CUU-System. In: Boeckmann, K., Lehnert, U. (Hrsg.): *Fortschritte und Ergebnisse der Unterrichtstechnologie Bd. 3*. Paderbon, Hannover: Schöningh/Schroedel 1975, S. 228-239

- Fleming, M.: Classification and Analysis of instructional Illustrations. *Audiovisual Communication Review* 15, 246-258 (1967)
- Florian, U.: Schablonen für Textvirtuosen. Suchen und Ersetzen mit regulären Ausdrücken. *c't* (Heft 14), 184-190 (1997)
- Fluckiger, F.: *Multimedia im Netz*. München: Prentice Hall 1996
- Frank, H.: Zur Makrostrukturtheorie von Lehralgorithmen. *Grundlagenstudien aus Kybernetik u. Geisteswissenschaft* 5(3,4), 101-114 (1964)
- Frank, H.: Lehrautomaten für Einzel- und Gruppenschulung. In: Frank, H. (Hrsg.): *Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht*. Stuttgart: Klett 1965, S. 17-35
- Frank, H.: Ansätze zum algorithmischen Lehralgorithmieren. In: Frank, H. (Hrsg.): *Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht*. Stuttgart: Klett 1965, S. 70-112
- Frank, H.: *Kybernetische Grundlagen der Pädagogik*. 2. völlig neubearbeitete und wesentlich erweiterte Auflage, 2 Bde. Baden-Baden: Agis-Verlag 1969
- Frank, H.: Die Entwicklung der Bildungskybernetik in den letzten beiden Jahrzehnten. In: Die 4. Prager Konferenz über Kybernetische Pädagogik. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy 1991, S. 26-36
- Frank, H., Graf, K.-D.: ALZUDI – Beispiel einer formalen Didaktik. *Zeitschrift für erziehungswissenschaftliche Forschung* 1, 28-34 (1967)
- Freibichler, H. (Hrsg.): *Computerunterstützter Unterricht. Erfahrungen und Perspektiven*. Hannover: Schroedel 1974
- Freibichler, H.: Werkzeuge zur Entwicklung von Multimedia. In: Issing u. Klimsa 1995, S. 221-240
- Fricke, R.: Zur Effektivität computer- und videounterstützter Lernprogramme. In: Jäger, R.F. et al. (Hrsg.): *Computerunterstütztes Lernen. Beiheft 2 zur Zeitschrift Empirische Pädagogik* 1991, S. 143-166
- Fricke, R.: Evaluation von Multimedia. In: Issing u. Klimsa 1995, S. 401-413
- Friedrich, H. F., Eigler, G., Mandl, H., Schnotz, W., Schott, F., Seel, N. M. (Hrsg.): *Multimediale Lernumgebungen in der betrieblichen Weiterbildung. Gestaltung, Lernstrategien und Qualitätssicherung*. Neuwied, Kriftel, Berlin: Luchterhand 1997.
- Friend, C.-L., Cole, C.-L.: Learner Control in Computer-Based Instruction: A Current Literature Review. *Educational Technology* 30(11), 47-49 (1990)
- Fröbisch, D.K., Lindner, H., Steffen, Th.: *MultiMediaDesign. Das Handbuch zur Gestaltung interaktiver Medien*. München: Laterna magica 1997
- Gabele, E., Zürn, B.: *Entwicklung interaktiver Lernprogramme. Bd. 1: Grundlagen und Leitfaden*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1993
- Gage, N.L., Berliner, D.C.: *Pädagogische Psychologie*. Herausgeg. u. aus dem Amerikanischen übers. von G. Bach. 4., völlig neu bearb. Aufl. Weinheim Basel: Beltz 1986
- Gagné, R.M., Briggs, L.J., Wagner, W.: *Principles of instructional design*. 3rd ed. New York: Holt, Rinehart and Winston 1988
- Garrand, T.: *Writing for Multimedia*. Oxford: Focal Point 1997
- Gavini, G.P.: *Manuel de formation aux techniques de l'enseignement programmé*. Puteaux: Éditions Hommes et Techniques 1965, Réédition 1969

- Gavini, G.P.: Prinzipien zur Verwendung der Programmierten Instruktion in der betrieblichen Erwachsenenbildung. In: Rollet u. Weltner 1973, S. 212-219
- Gerling, M.M. (ed.): Computer-Based Education in Banking and Finance. Amsterdam: Elsevier Science 1986
- Gery, G.: Making CBT Happen. Prescriptions for successful implementations of computer-based training in your organization. Boston, MA: Weingarten Publications 1987, Reprinted 1988.
- Giardina, M. (ed.): Interactive Multimedia Learning Environments. Human Factors and Technical Considerations on Design Issues. New York: Springer 1992
- Gillingham, M.G.: Text in Computer-Based Instruction: What the Research Says. Journal of Computer-Based Instruction 15(1), 1-6 (1988)
- Giordano, E., Edelstein, R.: La creación de programas didácticos. Lenguajes y sistemas de autor. Barcelona: Editorial Gustavo Gili 1987
- Gloor, P.: Elements of Hypermedia Design. Techniques for Navigation and Visualization in Cyberspace. Boston, Basel, Berlin: Birkhäuser 1997
- Glowalla, U., Schopp, E. (Hrsg.): Hypertext und Multimedia. Neue Wege in der computerunterstützten Aus- und Weiterbildung. New York: Springer 1992
- Goodyear, P., Nijoo, M., et al.: Learning Processes, Learner Attributes and Simulations. Education and Computing 6, 263-304 (1991)
- Gräber, W. (Hrsg.): Das Instrument MEDA. Ein Verfahren zur Beschreibung, Analyse und Bewertung von Lernprogrammen. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) 1990
- Groen, G.J., Atkinson, R.C.: Models for optimizing the learning process. Psychological Bulletin 66(4), 309-320 (1966)
- Gronek, G.: Ähnlichkeiten gesucht. Fehlertoleranter Suchalgorithmus „Shift-AND“. c't (Heft 5), 294-301 (1995)
- Gustafson, K., Reeves, T.C.: IDIOM: A platform for a course development expert system. Educational Technology 31, 19-35 (1990)
- Hameyer, U., Walter, J.: Software für die Lernbehinderten- und Förderpädagogik. Bestandsaufnahme, Analysen, Empfehlungen. Hrsg. vom Bundesminister für Bildung u. Wiss. Bad Honnef: Bock 1988
- Hamming, R. W.: Error detecting and error correcting codes. Bell System Technical Journal 26(2), 147-160 (1950)
- Hannafin, M.J., Peck, K.L.: The Design, Development, and Evaluation of Instructional Software. New York: Macmillan Publishing Co. 1988
- Hansel, J., Lomnitz, G.: Projektleiter-Praxis. Heidelberg Berlin: Springer 1987
- Hardisty, D., Windeatt, S.: CALL. Oxford: Oxford University Press 1990
- Hawkrige, D.: The State of Computer-Based Training After 25 Years. In: Bernold, T., Finkelstein, J. (eds.): Computer Assisted Approaches to Training. Amsterdam: North-Holland 1988, pp. 25-43
- Heidack, C.: Planspiel-Praxis. Schwerpunkte der Methodik und Didaktik der Planspiel-Praxis unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltenstrainings. Bd. 3 der Schriftenreihe. Speyer: GABAL e.V. 1980
- Heines, J.M.: Screen Design Strategies for Computer-Assisted Instruction. Bedford, MA: Digital Press Digital Equipment Corporation 1984

- Heinrich, P.-B.: Simulationsstudien zur Strukturvalidierung hierarchischer Testsysteme. In: Boeckmann u. Lehnert 1977, S. 210-213
- Held, P., Kugemann, W.F.: Telematics for Education and Training. Proceedings of the Telematics for Education and Training Conference Düsseldorf/Neuss, 24-26 November 1994. Amsterdam: IOS Press, Tokyo: Ohmsha 1995
- Helmes, B., Wegener, C.: Die Erstellung eines Lernprogrammes mit dem Autorensystem TOPIC. In: Küffner u. Seidel (Hrsg.) 1989, S. 94-109
- Herczeg, M.: Software-Ergonomie. Grundlagen der Mensch-Computer-Kommunikation. Bonn, Paris, Reading Mass.: Addison-Wesley 1994
- Hischer, H. (Hrsg.): Computer und Geometrie. Neue Chancen für den Geometrieunterricht? – Bericht über die 14. Arbeitstagung des Arbeitskreises „Mathematikunterricht und Informatik“ in der Ges. f. Didaktik d. Mathematik e.V. vom 20. Bis 23. Sept. 1996 in Wolfenbüttel. Hildesheim: Verlag Franzbecker 1997
- Holland, G.: Intelligent Tutorial Systems. In: Biehler, R., Scholz, R.W., Sträßer, R., Winkelmann, B. (eds.): Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline, pp.213-233, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers 1994
- Hunka, S.: Design guidelines for CAI authoring systems. Educational Technology 29(11), 12-17 (1989)
- Issing, L.J., Haack, J.: Bildverarbeitung und Bildrepräsentation im dialogischen Lernen. In: Mandl u. Fischer 1985, S. 106-117
- Issing, L.J., Tober, K.: Autorensysteme für die Entwicklung computerunterstützter Lernprogramme. Berlin: Freie Universität, Arbeitsbereich Medienforschung 1988
- Issing, L.J., Klimsa, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia. Weinheim: Psychologie Verlags Union 1995
- Itten, J.: Die Kunst der Farbe. Subjektives Erleben und objektives Erkennen als Weg zur Kunst. Ravenburg: Otto Maier Verlag 1961
- Janotta, H.: CBT - Computer-Based Training in der Praxis. Grundwissen, Einführungsmethodik, Projektplanung und -abwicklung, Bewertungskriterien. Landsberg/Lech: Verlag Moderne Industrie 1990
- Jarz, E.M.: Entwicklung multimedialer Systeme. Planung von Lern- und Masseninformationssystemen. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 1997
- Jonassen, D.H. (ed.): The Technology of Text. Vol. 1 & 2: Principles for Structuring, Designing and Displaying Text. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications 1982, 1985
- Jonassen, D.H. (ed.): Instructional Designs for Microcomputer Courseware. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates 1988
- Jonassen, D.H., Mandl, H. (eds.): Designing Hypermedia for Learning. Berlin: Springer 1990
- Jungbluth, V.: Perfekt geplant. Projektmanagementsystem im Vergleich. c't (Heft 4), 144-158 (1998)
- Karush, W., Dear, R.E.: Optimal stimulus presentation strategy for a stimulus sampling model of learning. Journal of Mathematical Psychology 3, 19-47 (1966)

- Kearsley, G.: Costs, benefits, and productivity in training systems. Reading, MA: Addison-Wesley 1982
- Kearsley, G.: Computer-Based Training: A Guide to Selection and Implementation. Reading, MA: Addison Wesley 1983
- Kearsley, G. (ed.): Artificial Intelligence and Instruction. Applications and Methods. Reading, MA: Addison-Wesley 1987
- Kearsley, G.: Authoring Systems for Intelligent Tutoring Systems on Personal Computers. In: Jonassen 1988, pp. 381-396
- Kerres, M.: Varianten computergestützten Instruktionsdesigns: Autorensysteme, Lehrprogrammgeneratoren, Ratgeber- und Konsultationssysteme. Unterrichtswissenschaft 24(1), 68-92 (1996)
- Klauer, K.J.: Methodik der Lehrzieldefinition und Lehrstoffanalyse. Düsseldorf: Schwann 1974
- Kleinschroth, R.: Sprachen lernen mit dem Computer. Elektronische Lernpartner und wie man sie nutzt. Reinbek: Rowohlt Taschenbuch 1993
- Kleiter, E.F., Petermann, F.: Abbildung von Lernwegen. München: R. Oldenbourg 1977
- Köhnen, W.: Metrische Räume. Ein Lehr- und Übungsbuch. Sankt Augustin: Academia-Verlag Richarz 1988
- Kohrt, L.: Probleme und Perspektiven der Evaluation computerunterstützter Instruktion. Arbeiten aus dem Seminar für Pädagogik der TU Braunschweig, Bericht Nr. 1/95. Braunschweig: Seminar für Pädagogik der Technischen Universität 1995
- Küffner, H.: Gesichtspunkte zur Einteilung und Auswahl von Autorensystemen. In: Küffner u. Seidel (Hrsg.) 1989, S. 46-61
- Küffner, H.: Bibliographie zum Thema „Autorensysteme/-sprachen und CUU/CBT/CAL“. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 22(3), 84-91 (1990)
- Küffner, H., Seidel, Ch. (Hrsg.): Computerlernen und Autorensysteme. Göttingen, Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie 1989
- Kuhlen, R.: Hypertext. Ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissenschaft. Berlin Heidelberg: Springer 1991
- Kunz, G.C. Schott, F.: Intelligente tutorielle Systeme. Neue Ansätze der computerunterstützten Steuerung von Lehr-Lern-Prozessen. Göttingen, Toronto Zürich: Verlag für Psychologie, Dr. C.J. Hogrefe 1987
- Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (LSW) (Hrsg.): Fremdsprachen – Textrekonstruktion. Soest: Soester Verlagskontor 1990
- Langenscheidt-Redaktion (Hrsg.): Computergestützter Fremdsprachenunterricht. Ein Handbuch. Berlin München: Langenscheidt 2. Aufl. 1989
- Lánský, M.: Konservatives Lernmodell und seine Partitur. In: Die 4. Prager Konferenz über Kybernetische Pädagogik. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy 1991, S. 154-159
- Larkin, J.H., Chabay, R.W. (eds.): Computer-Assisted Instruction and Intelligent Tutoring Systems. Shared Goals and Complementary Approaches. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates 1992
- Lawler, R.W., Yazdani, M. (eds.): Artificial Intelligence and Education. Vol. 1. Learning Environments and Tutoring Systems. Norwood, NJ: Ablex Publishing 1987

- Layton, J.B., Kane, J.H.: Integrating MathEdge with Multimedia for Instruction in Engineering. *MapleTech* 3(1), 20-24 (1996)
- Lehner, K.: Wissensbasierte Lehrsysteme. München Wien: R. Oldenbourg 1990
- Leiblum, M.D.: Computer-Managed Instruction: An Explanation and Overview. *AEDS Journal* 15(3), 126-142 (1982)
- Leitner, S.: So lernt man lernen. Freiburg i. Br. Basel Wien: Herder 1972, 13. Aufl. 1985
- Leutner, D.: Adaptive Lehrsysteme. Instruktionspsychologische Grundlagen und experimentelle Analysen. Weinheim: Psychologie VerlagsUnion 1992
- Leutner, D.: Das Testlängendilemma in der lernprozeß-begleitenden Wissensdiagnostik. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 6, 233-238 (1992a)
- Leutner, D.: Das gleitende Testfenster als Lösung des Testlängendilemmas: Eine Robustheitsstudie. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 7, 33-45 (1993)
- Leutner, D.: Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. In: Issing u. Klimsa 1995, S. 139-149
- Leutner, D., Nußbaum, A.: Lernstoffstruktur als Netzwerke. *Unterrichtswissenschaft* 1, 80-93 (1986)
- Levenshtein, V. I.: Binary codes capable of correcting deletions, insertions, and reversals. *Soviet Physics Doklady* 10(8), 707-710 (1966)
- Li, Z., Merrill, M.D.: Transaction Shells: A New Approach to Courseware Authoring. *Journal of Research on Computing in Education* 23(1), 72-86 (1990)
- Lienert, G.A.: Testaufbau und Testanalyse. Weinheim; Berlin; Basel: Beltz 1961, 3. erg. Aufl. 1969
- Lind, D.: Probabilistische Testmodelle in der empirischen Pädagogik. Mannheim; Leipzig; Wien; Zürich: BI-Wissenschaftsverlag 1994
- Litchfield, B.C., Driscoll, M.P., Dempsey, J.V.: Presentation sequence and example difficulty: their effect on concept and rule learning in computer-based instruction. *Journal of Computer-Based Instruction* 17(1), 35-40 (1990)
- Ludwig, E.H.: Die Technik zur Herstellung von Lehrprogrammen für die programmierte Unterweisung. Ratingen: A. Henn 1965
- Lumsdaine, A.A., Glaser, R. (eds.): Teaching machines and programmed learning. Washington, DC: Department of Audio-Visual Instruction: National Education Association of the US 1960
- Lusti, M.: Intelligente tutorielle Systeme. Einführung in wissensbasierte Lernsysteme. München Wien: R. Oldenbourg 1992
- Lysaught, J.P., Williams, C.M.: A Guide to Programmed Instruction. John Wiley and Sons: New York London 1963. – Deutsche Ausgabe: Einführung in die Unterrichts-Programmierung. Anleitung zum Verfassen und Prüfen von Programmen. München Wien: R. Oldenbourg 1967
- MacDonald, L.: Smart use of color in displays. *Byte* (December 1991), 84IS-35 - 84IS-46
- Mager, R.F.: Preparing Objectives for Programmed Instruction. San Francisco, CA: Fearon 1962

- Manber, U., Wu, S.: Approximate Pattern Matching. Byte (November 1992), 281-292
- Mandl, H., Fischer, P.M. (Hrsg.): Lernen im Dialog mit dem Computer. München Wien Baltimore: Urban & Schwarzenberg 1985
- Mandl, H., Lesgold, A. (eds.): Learning Issues for Intelligent Tutoring Systems. New York: Springer 1988
- Mayer, R.E.: Denken und Problemlösen. Eine Einführung in menschliches Denken und Lernen. Berlin Heidelberg New York: Springer 1979
- Meier, A.: Qualitätsbeurteilung von Lernsoftware durch Kriterienkataloge. In: Schenkel u. Holz 1995, S. 149-191
- Merino, T., Schreiber, A.: Entwicklung von Computer-Based Training für die bankberufliche Aus- und Weiterbildung. In: Seidel 1993, S. 137-148
- Merrill, M.D.: Learner Control: Beyond Aptitude-Treatment Interactions. AV Communication Review 23, 217-226 (1975)
- Merrill, M.D.: Learner Control in Computer Based Learning. Computers and Education 4, 77-95 (1980)
- Merrill, M.D.: Component Display Theory. In: Reigeluth 1983, pp. 279-333
- Merrill, M.D.: Where is the Authoring in Authoring Systems? Journal of Computer-Based Instruction 12(4), 90-96 (1985)
- Merrill, M.D., Li, Z.: An Instructional Design Expert System. In: Journal of Computer-Based Instruction 16(3), 95-101 (1989)
- Merrill, M.D., Li, Z., Jones, M.K.: The second generation instructional design research program. Educational Technology 30(3), 26-31 (1990)
- Merrill, M.D., Tennyson, R.D.: Teaching Concepts – an Instructional Design Guide. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications 1977
- Michael, J.: Joker im Spiel. Erweiterung der Levenshtein-Funktion auf Wildcards. c't (Heft 3), 230-239 (1994)
- Müller, D.H., Collet, M.: Prototypische Entwicklung von CAD-Lernprogrammen – Evaluation der Präsentation. In: Schenkel u. Holz 1995, S. 139-147
- Myers, E.W., Miller, W.: Approximate Matching of Regular Expressions. Bulletin of Mathematical Biology 51(1), 5-37 (1989)
- Naumann, S., Langer, H.: Parsing. Eine Einführung in die maschinelle Analyse natürlicher Sprache. Stuttgart: B. G. Teubner 1994
- Nesbit, J. C.: Approximate String Matching in Response Analysis. Journal of Computer-Based Instruction 12(3), 71-75 (1985)
- Neth, H., Müller, Th.: Simalabim. Simulationsspiele für bessere Welten. c't (Heft 6), 86-92 (1996)
- Niegemann, H.M.: Computergestützte Instruktion in Schule, Aus- und Weiterbildung. Frankfurt a.M.: Peter Lang 1995
- Nielsen, J.: Hypertext and Hypermedia. San Diego, CA: Academic Press 1990

- Niemec, R.P., Walberg, H.J.: From Teaching Machines to Microcomputers: Some Milestones in the History of Computer-Based Instruction. *Journal of Research on Computing in Education* 21(3), 263-276 (1989)
- Neumann, R., Bredemeier, K.: *Projektmanagement von A-Z. Das Handbuch für Praktiker.* Frankfurt a.M. New York: Campus 1996
- Nordberg, S.C.: Authoring Tools: A Perspective on the Future of Computer Based Education Authoring Systems. *Interactive Learning International* 3, 20-28 (1986)
- Oberquelle, H.: Formen der Mensch-Computer-Interaktion. In: Eberleh, E., Oberquelle, H., Oppermann, R.: *Einführung in die Software-Ergonomie.* Berlin, New York: Walter de Gruyter 1994, S. 95-143
- Oliveira, A. (ed.): *Hypermedia Courseware: Structures of Communication and Intelligent Help.* New York: Springer 1992
- Orwig, G. W.: *Wie man Computer-Lernprogramme entwickelt.* Landsberg am Lech: Moderne Verlagsgesellschaft 1984
- O'Shea, T.: *Self-Improving Teaching Systems.* Basel: Birkhäuser 1979
- O'Shea, T., Self, J.: *Lernen und Lehren mit Computern: künstliche Intelligenz im Unterricht.* Basel Boston Stuttgart: Birkhäuser 1986. Engl. Orig.: *Learning and Teaching with Computers. Artificial Intelligence in Education.* Brighton: Harvester press 1984
- Palmer, B.G., Oldehoeft, A.E.: The design of an instructional system based on problem-generators. *Int. J. Man-Mach. Stud.* 7, 249-271 (1975)
- Park, O., Tennyson, R.D.: Computer-based Instructional Systems for Adaptive Education: A Review. *Contemporary Education Review* 2(2), 121-135 (1983)
- Park, O., Perez, R.S., Seidel, R.J.: Intelligent CAI: Old Wine in New Bottles, or a New Vintage? In: Kearsley 1987, pp. 11-45
- Pask, G.: Adaptive teaching with adaptive machines. In: Lumsdaine u. Glaser 1960, pp. 349-366
- Pask, G.: Die Automatisierung des Unterrichts und die Natur des Lernens. In: Rollet u. Weltner 1973, S. 86-101
- Pawlik, J.: *Theorie der Farbe. Eine Einführung in begriffliche Gebiete der ästhetischen Farbenlehre.* Köln: Verlag M. DuMont Schauberg 1969
- Petersen, J., Reinert, G.B. (Hrsg.): *Lehren und Lernen im Umfeld neuer Technologien.* Frankfurt a.M.: Peter Lang 1995
- Pimentel, K., Teixeira, K.: *Virtual Reality. Through the New Looking Glass.* New York: McGraw-Hill 1993
- Pressey, S.L.: A simple apparatus which gives tests and scores and teaches (1926). Reprint in: Lumsdaine u. Glaser 1960, pp. 35-41
- Puppe, F.: Intelligente Tutorsysteme. *Informatik-Spektrum* 15, 195-207 (1992)
- Ranker, R., Doucet, R.: SOCRATES: A computer-based lesson development advisor. *Educational Technology* 31, 46-50 (1990)
- Rapp, R.: Text-Detektor. Fehlertolerantes Retrieval ganz einfach. c't (Heft 4), 386-392 (1997)
- Reeves, T.C. : Pseudoscience in Computer-Based Instruction. The Case of Learner Control Research. *Journal of Computer-Based Instruction* 20(2), 39-46 (1993)

- Reigeluth, C.M. (ed.): Instructional-Design Theories and Models. An Overview of their Current Status. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates 1983
- Reigeluth, C.M., Stein, F.S.: The Elaboration Theory of Instruction. In: Reigeluth 1983, 335-381
- Rheinberg, F.: Motivationsanalysen zur Interaktion mit Computern. In: Mandl u. Fischer 1985, S. 83-105
- Rieber, L.P.: Animation in Computer-Based Instruction. Educational Technology Research & Development 38(1), 77-86 (1990)
- Riedmüller, B.: Interaktive Übungsprogramme zur Behandlung von Algorithmen. Entwurf, Entwicklung und Einsatz. Augsburg: Diss. Math.-nat. Fakultät der Universität 1990
- Richards, T., Fukazawa, J.: A checklist for evaluation of courseware authoring systems. Educational Technology 29(19), 24-29 (1989)
- Ripota, P.: Klassifikation von Lernprogrammen. In: Brunnstein, K., Haefner, K., Händler, W. (Hrsg.): Rechner-Gestützter Unterricht. Fachtagung, Hamburg 12.-14. August 1974. Berlin Heidelberg New York: Springer 1974, S. 200-209
- Röhling, C.R.: Grundanforderungen und physiologische Gesichtspunkte bei der Gestaltung von Lehrprogrammen. In: Küffner u. Seidel 1989, S. 19-31
- Rollett, B., Weltner, K. (Hrsg.): Fortschritte und Ergebnisse der Bildungstechnologie 2. Referate des 10. Symposiums der GPI 1972. München: Ehrenwirth 1973
- Rothen, W., Tennyson, R.D.: Application of Bayes Theory in Designing Computer-Based Adaptive Instructional Strategies. Educational Psychologist 12, 317-323 (1978)
- Rüschhoff, B.: Strategien zur Lernerindividualisierung in computergestützten Sprachlernprogrammen. In: Küffner u. Seidel 1989, S. 121-136
- Russell, D.M., Moran, T.P., Jordan, D.S.: The Instructional Design Environment. Intelligent Systems Laboratory, Xerox PARC 1987
- Ryback, J.: Computerbasiertes Training als Instrument der Personalentwicklung. Frankfurt a.M.: Peter Lang 1995
- Saad, A., Schäfer, G., Soder, T.: Welten vom Reißbrett. Werkzeuge für Virtual Reality. c't (Heft 11), 206-219 (1997)
- Salisbury, D.F.: Effective drill and practice strategies. In: Jonassen (ed.) 1988, pp. 103-124
- Salisbury, D.F.: Cognitive psychology and its implications for designing drill and practice programs for computers. Journal of Computer-Based Instruction 17(1), 23-30 (1990)
- Sankoff, D., Kruskal, J.B. (eds.): Time warps, string edits, and macromolecules: The theory and practice of sequence comparison. Reading, Mass.: Addison-Wesley Publishing 1983
- Schanda, F., et al. Autorensysteme im Leistungsvergleich. Ein Handbuch für Anwender und Entscheider. Innomedia 1989
- Schanda, F.: Computer-Lernprogramme: wie damit gelernt wird, wie sie entwickelt werden, was sie im Unternehmen leisten. Weinheim Basel: Beltz 1995

- Schanda, F.: Möglichkeiten und Grenzen interaktiver Medien in der betrieblichen Bildung. In: Seidel 1993, S. 103-117
- Scheiblechner, H.: The Relative Merits of (Positive and Negative) Reinforcement and Information Feedback. In: Spada, H., Kempf, W.F. (eds.): Structural Models of Thinking and Learning. Bern: Huber 1977, pp. 319-342
- Schenk, H.: Beurteilungskriterien für den Einsatz von Lernprogrammen in Unterricht und Weiterbildung. In: Seidel 1993, S. 118-126
- Schenkel, P., Holz, H. (Hrsg.): Evaluation multimedialer Lernprogramme und Lernkonzepte. Berichte aus der Berufsbildungspraxis. Nürnberg: BW Bildung und Wissen Verlag und Software 1995
- Schiefele, H.: Programmierete Unterweisung. Ergebnisse und Probleme aus Theorie und Praxis. München: Ehrenwirth 1964
- Schifman, R.S., Heinrich, Y., Heinrich, G.: Multimedia Design interaktiv! Von der Idee zum Produkt. Berlin Heidelberg New York: Springer 1997
- Schreiber, A.: Lernprogramm Beleihungswertermittlung. Ein Pilotprojekt zum computerunterstützten Lernen in der deutschen Sparkassenorganisation. Betriebswirtschaftliche Blätter 39(4), 169-174 (1990a)
- Schreiber, A.: Bausteine für Lernprogramme: Beschreibung und Implementierung. In: Friemel, H.-J., Müller-Schönberger, G., Schütt, A. (Hrsg.): Forum '90 – Wissenschaft und Technik. Neue Anwendungen mit Hilfe aktueller Computer-Technologien. Proceedings Trier, Oktober 1990. Informatik-Fachberichte Nr. 259: Berlin Heidelberg New York: Springer 1990b, S. 333-348
- Schreiber, A.: Entwicklung didaktischer Software auf Autorensystembasis. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 22(3), 92-104 (1990c)
- Schreiber, A.: Rezension von „K. Eckel: Didaktiksprache. Grundlagen einer strengen Unterrichtswissenschaft“. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 22, 114-116 (1990d)
- Schreiber, A.: Konzept einer Didaktik-Umgebung für adaptive Lernprogramme. In: Die 4. Prager Konferenz über Kybernetische Pädagogik. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy 1991a, S. 285-290
- Schreiber, A.: Praktische Lernprogramm-Entwicklung mit dem Autorensystem TOPIC (tschech.). In: Die 4. Prager Konferenz über Kybernetische Pädagogik. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy 1991b, S. 291-298
- Schreiber, A.: Eine Didaktik-Umgebung für adaptives Lernen (DUAL). Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft/Humankybernetik 33, 25-31 (1992)
- Schreiber, A.: Queneau, Mathematik und Potentielle Literatur. Mathematica didactica 17, 72-92 (1994)
- Schreiber, A., Feldgen, F.: Computer-Based Training (CBT) als Instrument bankbetrieblicher Bildungsarbeit. Betriebswirtschaftliche Blätter 39(4), 164-168 (1990)
- Schuerman, R.L., Peck, K.L.: Pull-Down Menus, Menu Design, and Usage Patterns in Computer-Assisted Instruction. Journal of Computer-Based Instruction 18(3), 93-98 (1991)

- Schulmeister, R.: Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie – Didaktik – Design. Bonn: Addison-Wesley 1996
- Schumacher, G., Leutner, D.: Lernerkontrolle und programmgesteuerte Adaptation der Antwortzeitbegrenzung beim computerunterstützten Lehren. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 3, 187-198 (1990)
- Schumann, H.: Schulgeometrisches Konstruieren mit dem Computer. Stuttgart: Metzler und Teubner 1991
- Schumann, M., Witte, K.-H.: Funktionsumfang, Einsatzgebiete, Entwicklungsunterstützung und Entwicklungsaufwand von Teachware – Ergebnisse einer empirischen Studie. Arbeitspapier Nr. 12. Göttingen: Georg-August-Universität 1995
- Seidel, C. (Hrsg.): Computer Based Training. Erfahrungen mit interaktivem Computerlernen. Göttingen, Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie 1993
- Severing, E.: Arbeitsplatznahe Weiterbildung. Betriebspädagogische Konzepte und betriebliche Umsetzungsstrategien. Neuwied: Luchterhand 1994
- Sherwood, B.A., Sherwood, J. N.: The cT Language. Champaign, Illinois: Carnegie Mellon University 1988
- Sherwood, J. N.: The cT Reference Manual. Champaign, Illinois: Carnegie Mellon University 1988
- Shneiderman, B.: Direct Manipulation: A Step Beyond Programming Languages. Computer IEEE 16(8), 101-109 (1983)
- Shneiderman, B.: Designing the user interface. Strategies of effective human-computer-interaction. Reading, MA: Addison-Wesley 1987
- Skinner, B.F.: Teaching Machines. Science 128, 969-977 (1958). Reprint in: Lumesdaine u. Glaser 1960, pp. 99-113
- Skinner, B.F.: The Technology of Teaching. New York: Appleton-Century Crofts 1968
- Sleeman, D., Brown, J.S. (eds.): Intelligent Tutoring Systems. London: Academic Press 1982
- Smallwood, R.D.: A decision structure for teaching machines. Cambridge, Mass.: MIT Press 1962
- Spouge, J.L.: Fast optimal alignment. Computer Applications in the Biosciences 7(1), 1-7 (1991)
- Stry, Ch.: Interaktive Systeme. Software-Entwicklung und Software-Ergonomie. 2., verb. U. erw. Aufl. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg-Verlag 1996
- Steinberg, E.R.: Teaching computers to teach. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates 1984
- Steinberg, E.R.: Cognition and Learner Control: A Literature Review, 1977-1988. Journal of Computer-Based Instruction 16(4), 117-121 (1989)
- Steinberg, E.R.: Computer-Assisted Instruction. A synthesis of theory, practice and technology. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates 1990
- Steinmetz, R.: Multimedia-Technologie: Einführung und Grundlagen. Berlin Heidelberg: Springer 1993
- Steppi, H.: CBT – Computer Based Training. Planung, Design und Entwicklung interaktiver Lernprogramme. Stuttgart: Klett 1989

- Strzebkowski, R.: Realisierung von Interaktivität und multimedialen Präsentationstechniken. In: Issing u. Klimsa 1995, S. 269-303
- Sunouchi, H. (et al.): Analysis Methods and Supporting Systems for CAI Courseware Development. In: Lewis, R., Tagg, D. (eds.): Computers in Education. North-Holland 1981, p. 809
- Suppes, P., Morningstar, M.: Computer-Assisted Instruction at Stanford 1966-68: Data Models and Evaluation of the Arithmetic Programs. New York; London: Academic Press 1972
- Suppes, P.: Three Current Tutoring Systems and Future Needs. In: Frasson, C., Gautier, G. (eds.): Intelligent Tutoring Systems. Norwood, NJ: Ablex Publishing 1990, pp. 251-265
- Surber, J.R., Leeder, J.A.: The Effect of Graphic Feedback on Student Motivation. Journal of Computer-Based Instruction 15(1), 14-17 (1988)
- Tack, W.H.: Stochastische Lernmodelle. Stuttgart; Berlin; Köln; Mainz: Verlag W. Kohlhammer 1976
- Tenczar, P.J., Golden, W.M.: Spelling, word, and concept recognition. Computer-based Education Research Laboratory Report X-55. Urbana: University of Illinois 1972
- Tennyson, R.D., Park, S.I.: Process learning time as an adaptive design variable in concept learning using computer-based instruction. Journal of Educational Psychology 76, 452-465 (1984)
- Tennyson, R.D., Christensen, D.L., Park, S.: The Minnesota Adaptive Instructional System: An Intelligent CAI System. Journal of Computer-Based Instruction 11, 2-13 (1984)
- Thomson, P.W.: Mathematical Microworlds and Intelligent Computer-Assisted Instruction. In: Kearsley 1987, pp. 83-109
- Ukkonen, E.: Algorithms for Approximate String Matching. Information and Control 64, 100-118 (1985)
- Vagh, J, Schreiber, A.: TOPIC-Autorensystem für Personal Computer und Handbuch, 2 Bde. Würselen/Aachen: TOPIC 1987/1990
- van der Linden, E.: Does Feedback Enhance Computer-Assisted Language Learning? Computers and Education 22(1,2), 61-65 (1994)
- Vassileva, J.: A Classification and Synthesis of Student Modelling Techniques in Intelligent Computer-Assisted Instruction. In: Norrie, D.H., Six, H.-W. (eds.): Computer Assisted Learning, Proceedings of the 3rd International Conference ICCAL '90, Hagen, June 1990, pp.202-213. Berlin Heidelberg: Springer 1990
- Vassileva, J.: Dynamic CAL-Courseware Generation within an ITS-Shell Architecture. In: Tomek, I. (ed.): Computer Assisted Learning, Proceedings of the 4th International Conference, ICCAL '92 Wolfville, Nova Scotia, Canada, June 1992, pp. 581-591. Berlin Heidelberg: Springer 1992
- Veljkov, M.D.: Managing Multimedia. Authoring systems are the glue that holds multimedia applications together. Byte (August 1990), 227-232
- Verlagsgruppe Handelsblatt GmbH (Hrsg.): COMPRICE Medienproduktion 97 – Leistungen und Preise
- Wagner, R.A., Fischer, M.J.: The String-to-String-Correction Problem. Journal of the ACM 21(1), 168-173 (1974)

- Wallach, B.: Development Strategies for ICAI on Small Computers. In: Kearsley (ed.) 1987, pp. 305-322
- Walter, J.: Lernen mit Computern. Möglichkeiten – Grenzen – Erfahrungen. Düsseldorf: Schwann 1984
- Walter, J.: Multi-Lück Windows Version 2.0. Handanweisung. Kiel: Körner-Verlag o.J.
- Wedekind, J.: Computer-Aided Model Building. In: Mandl u. Lesgold (eds.) 1988, pp. 287-294
- Weidenmann, B. (Hrsg.): Wissenserwerb mit Bildern: instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen. Bern: Huber 1994
- Weidenmann, B.: Abbilder in Multimedia-Anwendungen. In: Issing u. Klimsa 1995, S. 107-121
- Weinberg, I., Hornke, L.F., Leutner, D.: Adaptives Testen und Lernen – Effekte von Rückmeldungen unterschiedlichen Informationsgehaltes. In: Pawlik, K. (Hrsg.): 39. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie (Abstract-Bd. II). Hamburg: Psychologisches Institut I der Universität 1994, S. 780
- Weltner, K.: Förderung von Selbstinstruktionstechniken im Hochschulunterricht durch integrierende Leitprogramme. Unterrichtswissenschaft 1(2,3), 111-119 (1973)
- Weltner, K.: Förderung des autonomen Lernens. Konzept, Realisierung und Evaluation von Studienunterstützungen. Unterrichtswissenschaft 4(2), 114-127 (1976a)
- Weltner, K.: Lernen im Zusammenhang. Über ein Verfahren zur Bestimmung der optimalen Reihenfolge für Lehrstoffanordnungen. Zeitschrift für erziehungswissenschaftliche Forschung 10(1), 14-29 (1976b)
- Wenger, E.: Artificial intelligence and tutoring systems. Computational and cognitive approaches to the communication of knowledge. Los Altos, CA: Morgan Kaufmann 1987
- Wexelblat, A.: Virtual Reality. Applications and Explorations. Massachusetts: Academic Press 1993
- Wilde, G., Meyer, C.: Nicht wörtlich genommen. „Schreibweisentolerante“ Suchroutinen in dBASE implementiert. c't (Heft 10), 126-131 (1988)
- Wolfram, S.: Das Mathematica Buch, 3. Auflage. Bonn, Reading MA: Addison Wesley Longman Verlag GmbH 1997
- Ziegfeld, R. et al.: Preparing for a Successful Large-Scale Courseware Development Project. In: Barrett, E. (ed.): Text, ConText, and Hypertext. Cambridge London: M.I.T. Press 1988, pp. 211-226
- Zimmer, G. (Hrsg.): Interaktive Medien für die Aus- und Weiterbildung. Marktübersicht – Analysen – Anwendung. Nürnberg: BW Bildung und Wissen Verlag und Software 1990