

Bilder und Texte in multimedialen Lernprogrammen

**Eine empirische Studie zum Einfluß von
gesprochenen Texten und
Navigation über Bilder
auf Lernprozeß und Lernergebnis**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
(Dr. phil.)
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Klaus Stiller
Regensburg
1999

Vorwort

Wenn eine Dissertation endlich fertig ist und veröffentlicht wird, dann steht immer nur ein Name auf dem Buch. Jeder Dissertant weiß aber, daß letztendlich eine ganze Reihe von Menschen zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Im Vorwort findet sich der Platz für die Würdigung dieser informellen Mitarbeiter.

Herrn Prof. Dr. Helmut Lukesch gebührt der Basisdank dafür, daß er mich immer unterstützt und sein Vertrauen in mich gesetzt hat. Erst sein Angebot, bei ihm unter seinen Fittichen zu arbeiten, lies mich erblühen. Ich konnte meine Kreativität entfalten und meine Ideen frei umsetzen. Des weiteren stand er mit Rat bei der schriftlichen und gestalterischen Umsetzung der Dissertation zur Seite.

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Christiane Winkler. Erst mit ihrer Stimme konnten die gesprochenen Texte in den Lernprogrammen verwirklicht und in die Studie aufgenommen werden. Dabei erwies sie sich als wahrer Glücksgriff. Durch ihr Einfühlungsvermögen, ihr Sprachgefühl und ihre kritische Haltung gegenüber den Sprachaufnahmen trug sie maßgeblich zur gelungenen Gestaltung der Lernprogramme bei.

Mein weiterer Dank ist an Herrn Stefan Söllner gerichtet. Sein scharfer Verstand und seine Geduld, mir zuzuhören, haben mich in meinem Vorhaben immer nur ermutigt und beim Denken geholfen. Darüber hinaus hat er mich immer ordentlich mit Kaffee und regelmäßigen Pausen versorgt.

Frau Mader möchte ich danken, weil sie die Dissertation von Rechtschreib-, Grammatik- und Kommafehlern befreite.

Mein vorletzter Dank geht an meine Versuchspersonen, welche sich mit Elan, Ausdauer und Akribie dem Lernen widmeten und mich mit den lebensnotwendigen Daten versorgten.

Zuletzt danke ich meiner Frau Sabine, die kritisch meine Aufzeichnungen durchlas, mich auf ihre Verständnisprobleme hinwies, die daraus resultierenden sprachlichen Änderungen begutachtete und mich für gelungene Umformulierungen positiv verstärkte.

Regensburg, im Juli 1999

Klaus Stiller

Inhaltsverzeichnis

1 Bilder und Texte in multimedialen Lernprogrammen..... 11

1.1 Multimediales computerunterstütztes Lernen13

1.1.1 Was ist Multimedia?	13
1.1.2 Formen multimedialen computerunterstützten Lernens	15
1.1.3 Zur Wirkung computerunterstützten Lernens	21
1.1.3.1 Zur Effektivität herkömmlicher Computerlernprogramme	21
1.1.3.2 Zur Effektivität neuerer Methoden beim Lernen mit Computern	27
1.1.3.3 Schlußbetrachtung	29
1.1.4 Rahmenkonzept für die Forschung mit Medien	30
1.1.4.1 Merkmale des medialen Angebots	32
1.1.4.2 Lernermerkmale	35
1.1.4.3 Lerneraktivitäten	35
1.1.4.4 Lehrziele	36
1.1.4.5 Lernfeld	37
1.1.4.6 Zusammenfassung	38
1.1.5 Einbettung dieser Arbeit in die Forschung	38

1.2 Lernen mit Texten und Bildern39

1.2.1 Grundsätzliches zu Bildern	41
1.2.1.1 Arten von Bildern	41
1.2.1.2 Die Gestaltung von Bildern zum Wissenserwerb	42
1.2.2 Bedingungsfaktoren der Bildverarbeitung	44
1.2.2.1 Lernermerkmale	44
1.2.2.2 Eigenschaften des Lernmaterials	46
1.2.2.3 Lehrziele	48
1.2.2.4 Lerneraktivitäten und Verarbeitungsleistungen	49
1.2.3 Verstehensrelevante Bilder fördern das Lernen mit Texten	50
1.2.3.1 Metaanalyse von Levie und Lentz (1982)	51
1.2.3.2 Metaanalyse von Levin, Anglin und Carney (1987)	51
1.2.3.3 Methodische und theoretische Mängel der Wirkungsforschung	52
1.2.3.4 Lernen mit Bildern und auditiven Texten	54
1.2.4 Erklärungen für die Lernförderung	56
1.2.4.1 Informationsverarbeitung und Gedächtnisrepräsentationen	56
1.2.4.2 Mentale Modelle	60
1.2.4.3 Funktionen von Bildern	62

1.2.5 Aktivitäten von Lernern beim Wissenserwerb mit Text und Bild	64
1.2.5.1 Ein Modell der Bildverarbeitung	65
1.2.5.2 Prozessuale Selbstregulation beim Lernen mit Bildern	68
1.2.5.3 Ergebnisse zur prozessualen Selbstregulation	72
1.2.5.4 Lernstrategien und Bildverarbeitung	77
1.2.5.5 Ergebnisse zu Lernstrategien bei der Bildverarbeitung	79
1.2.6 Unterstützung der Bildverarbeitung	81
1.2.6.1 Bildliche Hilfsmittel	83
1.2.6.2 Sprachliche Hilfsmittel	85
1.2.6.3 Aktivität und überprüfbare Produkte	90
1.2.6.4 Präsentative Hilfsmittel	92
1.2.6.5 Zusammenfassung und Ausblick	94

1.3 Interaktivität und Bildverarbeitung96

1.3.1 Interaktivität, Lernersteuerung, Adaptivität und Adaptierbarkeit	96
1.3.1.1 Interaktionsebenen eines Lernprogramms	98
1.3.1.2 Lernersteuerung und Systemsteuerung	100
1.3.1.3 Adaptivität und Adaptierbarkeit	101
1.3.1.4 Theoretische Begründungen für Lernerkontrolle und Interaktivität	102
1.3.1.5 Lernerkontrolle über Sequenz, Inhalt und Zeit	104
1.3.2 Interaktionsangebote zur Förderung der Bildverarbeitung	107
1.3.2.1 Welche Interaktionsmöglichkeiten mit Bildern sind denkbar?	107
1.3.2.2 Navigieren über Bilder mit Organisationsfunktion	111
1.3.2.3 Ergebnisse zur Navigation über Bilder	115

1.4 Lernen mit auditiven und visuellen Texten117

1.4.1 Charakterisierung von sprachlichen Informationsarten	117
1.4.2 Ergebnisse zum multimodalen Lernen mit Texten	123
1.4.2.1 Einfaches Lehr/Lernmaterial außerhalb von Lernprogrammen	123
1.4.2.2 Auditive und visuelle Texte außerhalb von Lernprogrammen	124
1.4.2.3 Auditive und visuelle Texte innerhalb von Lernprogrammen	128
1.4.2.4 Zusammenfassung	131
1.4.3 Verarbeitung visueller und auditiver Texte	132
1.4.3.1 Verarbeitung visueller und auditiver Texte im Langzeitgedächtnis	133
1.4.3.2 Begründungen für eine auditive oder visuelle Präsentation	134
1.4.3.3 Begründungen für Vorteile einer bimodalen Präsentation	136
1.4.4 Zum Einsatz auditiver und visueller Texte	138

2 Fragestellung und Hypothesen	140
3 Methode	148
3.1 Stichprobe	148
3.2 Versuchsdurchführung	149
3.3 Erhebungsverfahren	151
3.3.1 Der Vorfragebogen	151
3.3.2 Protokollierung durch den Computer.....	155
3.3.3 Der Fragebogen nach der Lernsituation	157
3.4 Beschreibung der Lernprogramme	165
3.4.1 Inhalt	167
3.4.2 Allgemeine Programmbeschreibung.....	168
3.4.3 Die verzeichnisinteraktiven Programmversionen	174
3.4.4 Gesprochener Text in den Programmversionen	175
3.5 Auswertungsmethode	176
4 Ergebnisse	178
4.1 Bewertung der medialen Komponenten	178
4.2 Unterschiede in motivationaler Anregung und Akzeptanz.....	182
4.3 Unterschiede bei der Programmnutzung.....	183
4.4 Unterschiede in den Lernstrategien	186
4.5 Lernleistung.....	188
4.5.1 Unterschiede in der Lernleistung	188
4.5.2 Zusammenhänge zwischen Lernleistung und Programmnutzung.....	188
4.5.3 Zusammenhänge zwischen Lernleistung und Lernstrategien	190

4.6 Lernleistung, Strategien, Nutzung und Lernermerkmale.....	192
4.6.1 Zusammenhänge zwischen Lernleistung und Lernermerkmalen	193
4.6.2 Zusammenhänge zwischen Programmnutzung und Lernermerkmalen	194
4.6.3 Zusammenhänge zwischen Lernstrategien und Lernermerkmalen	195
4.6.4 Zusammenhänge zwischen den Lernstrategien.....	197
5 Diskussion	198
5.1 Unterschiede zwischen den Lernprogrammversionen	198
5.1.1 Motivationale Anregung und Akzeptanz	198
5.1.2 Programmnutzung	198
5.1.3 Bildbezogene Lernstrategien.....	200
5.1.4 Computerbezogene Lernstrategien.....	202
5.1.5 Lernleistung	203
5.2 Zusammenhänge zwischen Leistung, Strategien und Lernermerkmalen	205
5.2.1 Bildbezogene Strategien	205
5.2.2 Computerbezogene Strategien	207
5.2.3 Computer- und bildbezogene Lernstrategien in den Lernprogrammen	207
5.2.4 Lernstrategien und Lernermerkmale	208
5.3 Zusammenhänge zwischen Leistung, Nutzung und Lernermerkmalen	209
5.4 Ausblick	210
6 Zusammenfassung	212
7 Literaturverzeichnis.....	213

Anhang A Vorfragebogen	231
Anhang B Nachfragebogen	248
Anhang C Skalen- und Itemanalysen Vorfragebogen.....	274
Anhang D Skalen- und Itemanalysen Nachfragebogen.....	285
Anhang E Programmbeschreibung "Bild/Audio".....	301
Anhang F Einige "Definitionen" von Multimedia.....	311
Anhang G Instruktion	314

1 Bilder und Texte in multimedialen Lernprogrammen

Multimedia ist in aller Munde, Multimedia ist das Schlagwort unserer Zeit. 1995 wurde Multimedia zum Wort des Jahres gekürt. Dahinter verbirgt sich eine neue Technologie mit vielen Gesichtern: Video-on-Demand, Teleworking, Videokonferenzen, Homeshopping, multimediale Lernprogramme, die "Datenautobahn" usw. Das ist sicherlich nur ein kleiner Ausschnitt der ersonnenen Nutzungs- und Anwendungsmöglichkeiten. Multimedia ist eine medienintegrative Technik, welche über verschiedene Darstellungsmöglichkeiten (gesprochener und geschriebener Text, Standbild, Bewegtbild etc.) verschiedene Sinneskanäle ansprechen kann und darüber hinaus durch Interaktivität und Adaptivität eine individuelle Nutzung verspricht. Vorangetrieben durch eine rasante Entwicklung der Computertechnik erscheinen die Möglichkeiten unbegrenzt. Allgemein wird angenommen, daß sich Produktions-, Arbeits- (z.B. durch kooperatives Arbeiten, Teleworking) und Kommunikationsstrukturen (z.B. durch Videokonferenzen und multimediale e-mail) verändern werden.

Insgesamt schreibt man der Multimedia-Branche große Entwicklungsmöglichkeiten zu, vor allem aber im wirtschaftlichen Bereich. Der Boom ist hier z.B. an den Umsatzzahlen der beteiligten Firmen zu sehen oder an zunehmenden Publikationszahlen multimedialer Anwendungen (Issing & Klimsa, 1997). Ein Blick in die Angebote diverser Softwarekataloge zeugt von einer wachsenden Flut an Programmen und Produktionsfirmen. Auch Banken werben vermehrt für Investitionen in Firmen, Konzerne und Entwicklungssparten, welche mit Multimedia zu tun haben, und die Vorhersagen für den Arbeitsmarkt versprechen ein wachsendes Angebot an Arbeitsplätzen. Mittlerweile sind entsprechende Ausbildungs- und Studiengänge eingerichtet worden. In Wissenschaft, Forschung und Lehre stehen die zahlreich stattfindenden Symposien, Messen und Konferenzen (z.B. Multimediatag der Universität Regensburg) sowie zahlreiche Projekte für das Interesse an Multimedia und die Nutzung gebotener Chancen.

Dieser Multimediaboom hängt vor allem mit der rasanten technischen Entwicklung der Software und Hardware von Computern zusammen. Immer leistungsfähigere Computer ermöglichen es, mit Unmengen von Daten auf einfachste Weise zu jonglieren. Unterschiedlichste Datenformate (für Bild, Text, Video etc.) können mit der entsprechenden Software zu Paketen geschnürt werden. Fortgeschrittene Kommunikationstechniken ermöglichen den schnellen weltweiten Datentransfer.

Die Präsenz von Multimedia macht auch vor dem Bildungssektor nicht halt. Der Einsatz des Computers für schulische Bildung und berufliche Aus- und Weiterbildung wird wieder ver-

mehrt diskutiert. Setzte man sich früher schon mit den verschiedenen Einsatzmöglichkeiten des Computers für Bildungszwecke auseinander, so erfährt diese alte Sparte neuen Auftrieb durch Multimedia. Darüber hinaus eröffnen sich erweiterte Perspektiven, welche z.B. durch die Begriffe Fernlernen (Telelearning), verteiltes Lernen (Distributed Learning), Lernen in Netzen (netbased learning), computerunterstütztes kollaboratives Lernen oder virtuelle Realität (virtual reality) repräsentiert sind. Im Gegensatz zur herkömmlichen Computerlernsoftware sind neuere Systeme flexibler, weil sie die direkte Einflußnahme eines Anwenders auf das Programm propagieren. Viele Anwendungen versprechen auch eine "gute Unterhaltung". Naïve Annahmen gehen von einer Verbesserung des Lernens durch das Ansprechen vieler Sinneskanäle und eine motivierende Wirkung durch abwechslungsreiche Gestaltung der Programme aus (Weidenmann, 1997b). Nichtsdestotrotz kann Multimedia - richtig eingesetzt - neue und effektivere Möglichkeiten eröffnen (Issing et al., 1997). Grundlegend hinter dem Multimediaeinsatz für das Lernen steht der Versuch, die verschiedenen Vorteile der einzelnen Medien und ihrer Informationspräsentation zu vereinen.

Besondere Aufmerksamkeit im wirtschaftlichen Angebot erfahren die Schulen, die den Zugang zu Millionen von potentiellen Multimediantutzern und ein "Monopol" auf Lehre haben. Dabei werden nicht nur Angebote zu verschiedenen Themen offeriert, es werden auch Auto-rentools für jedermann verkauft. Bevorzugte Gebiete multimedialer Programme sind traditionellerweise Physik, Mathematik und Sprachen. Aber immer wieder hört man Klagen, daß die Lern- und Informationssoftware wenig anspruchsvoll oder einfach nur "schlecht" ist.

Ein Grund dafür ist, daß die Forschung der wirtschaftlichen Entwicklung nur langsam nachkommt. Wie man multimediale Programme gestaltet, welche Lerner am meisten von solchen Programmen profitieren, wie damit gelernt wird, welche Themen auf welche Weise angemessen dargestellt werden können und was überhaupt gelernt wird, das sind für Praktiker oftmals nur Plausibilitätserwägungen. Wissenschaftler können zur Beantwortung der offenen Fragen beitragen und vereinzelt auch Handlungsanweisungen geben. Die Fragen sind oftmals nur nicht auf die erhofft einfache Art zu beantworten. Schon allein die technischen Möglichkeiten der Ablaufsteuerung von Programmen, eine Vielzahl offerierter Benutzeroptionen, verschiedenste Verbindungen medialer Symbolsysteme (Sprache, Bilder, Zahlen), verschiedene Darstellungsformen (gesprochener und geschriebener Text, Standbilder, Bewegtbilder usw.) und die angesprochenen Sinneskanäle (auditiv, visuell, haptisch) machen die Wirkungen von Kombinationen phantastischer Art nahezu unvorhersagbar. Insgesamt gibt es nur wenige

Untersuchungen und so gut wie keine didaktischen Konzepte für den Einsatz und die Gestaltung von Multimedia-Applikationen für Bildungszwecke.

Da in der Pädagogischen Psychologie vor allem kognitive und motivationale Wirkungen neben instruktionalen Einsatzmöglichkeiten und Mediennutzung interessieren (Issing, 1998), ist pädagogisch-psychologischen Forschern daran gelegen, Lernsoftware so zu gestalten, daß Anwender mit ihnen effizient lernen können. Forscher wollen nicht einfach unreflektiert erzeugen, sondern kontrollieren und vorhersagen. Dies geschieht allerdings in einem der Forschung angemessenen Tempo. Für den wirtschaftlichen Markt ist ein schnelleres (oder sehr viel schnelleres) Tempo durchaus angebracht. Die dortige Entwicklung ist auch nicht von psychologischen Erkenntnissen abhängig, sondern von technischen Entwicklungen.

1.1 Multimediales computerunterstütztes Lernen

Im folgenden wird vorgestellt, was man unter Multimedia verstehen kann, wie sich multimediales computerunterstütztes Lernen in die Tradition einfügt, was bei der Erforschung des Lernens mit dem Medium Computer alles zu berücksichtigen ist und welchen Beitrag diese Forschungsarbeit leisten soll.

1.1.1 Was ist Multimedia?

Der Begriff Multimedia wird teilweise sehr unterschiedlich und unscharf verwendet. Im folgenden werden einige Definitionsgrundlagen vorgestellt.

1. Oftmals wird die Kombination verschiedener Darstellungsformen schon als multimedial bezeichnet. Ein Vortrag (gesprochene Sprache) in Kombination mit dem Overheadprojektor zur Darstellung von Bildern wird dann als multimedial titulierte.
2. Andere Autoren beziehen sich auf die technischen Komponenten und sprechen von Multimedia, wenn verschiedene technische Geräte kombiniert werden (z.B. ein Computer in Verbindung mit einer Bildplatte).
3. Einige begnügen sich mit dem bloßen Aufzählen von technischen Geräten oder Informationsträgern (CD-ROM, Bildplatte usw.).
4. Eine vierte Konzeption vereinigt die beiden ersteren Positionen. Verschiedene technische Geräte werden integriert und die damit einhergehenden unterschiedlichen Darstellungsformen werden auf einer Plattform präsentiert (z.B. "Multimedia - unter diesem Begriff versteht man die Integration von Text, Graphik, Pixelbildern, Video und Audio" [Hornung, 1994, S. 2, zitiert nach Weidenmann, 1997b, S. 65]).

All diese Definitionen greifen nur Teilaspekte des Multimediabegriffes auf. Für eine differenzierte psychologische Betrachtung ist keine von ihnen geeignet, weil psychologisch relevante Merkmale in den verwendeten Begrifflichkeiten verschwimmen und nicht klar benannt werden. Daneben fehlt diesen Definitionen ein wesentliches Merkmal, das nach Ansicht verschiedener Fachmänner (Euler, 1992; Haack, 1997; Hasebrook, 1995; Klimsa, 1997) untrennbar mit Multimedia verbunden ist: die Einfluß- und Steuerungsmöglichkeiten der Lernenden, kurz Interaktivität genannt.

Neuere Definitionen sind in ihren Festlegungen oftmals vollständiger, genauer und unterscheiden sich nicht mehr so gravierend. Viele neuere Definitionen von Multimedia weisen in der Tat eine große Übereinstimmung darin auf, was unter Multimedia zu verstehen sei (siehe einige ausgewählte Definitionen in Anhang F) und kennzeichnen die wichtigen Identifizierungsmerkmale: Der Computer als zentrale technische Einheit muß verschiedene Informationsarten integrieren und eine interaktive Nutzung des Informationsangebotes zulassen. Stellvertretend für alle neueren Definitionen sei die Festlegung von Hasebrook (1995) erwähnt, der in seiner Definition die Aspekte Hardware, Software, Informationsarten und Interaktivität berücksichtigt. "Man versteht unter Multimedia üblicherweise ein kombiniertes Hard- und Softwaresystem, das neben Text und Standbild einige elementare Interaktionsmöglichkeiten und zumindest ein dynamisches Medium wie Ton, Animation oder Video bietet" (Hasebrook, 1995, S. 180). Für eine Identifikation eines medialen Angebotes als multimedial und eine Abgrenzung gegenüber nicht multimedialen Angeboten taugen diese Definitionen, eine exaktere psychologische Kennzeichnung der relevanten Merkmale erfolgt aber wieder nicht.

Klimsa (1997) stellt eine differenzierte Betrachtung von Multimedia vor und sieht Multimedia als ein Konzept zwischen Technik und Anwendung. Hierbei unterscheidet er zwei Aspekte der technischen Dimension, Multimedialität und Multimodalität, und eine anwendungsbezogene Dimension unter dem Aspekt Multifunktionalität. Multimedialität kennzeichnet die Integration verschiedener Medien, welche zeitunabhängig (z.B. Text und Bild) oder zeitabhängig (z.B. Video, Audio) sind. Multimodalität wird in technischer Hinsicht betrachtet und grenzt sich somit vom psychologischen Begriff der Multimodalität ab. Klimsa (1997) gliedert Multimodalität in die drei Komponenten Interaktivität, Parallelität und Multitasking auf. Interaktivität kennzeichnet die Einflußmöglichkeiten der Benutzer auf die Programme, Parallelität referiert auf die gleichzeitige Medienpräsentation, Multitasking auf die gleichzeitige Ausführung mehrerer Prozesse. Erst die Anwendung einer Multimedia-Applikation in einem Nut-

zungskontext und die Betrachtung ihrer zugeschriebenen Funktionalität macht sie einer systematischen Analyse zugänglich.

Insgesamt wird der Begriff Multimedia als untauglich für die Wissenschaft angesehen (Weidenmann, 1997b; Fricke, 1997). Er ist zur Beschreibung, Konstruktion und Evaluation von Instruktionssystemen ungeeignet (Fricke, 1997). Deshalb verzichten einige Forscher auf diesen Begriff (Hannafin & Peck, 1988; Jonassen, 1988). Weidenmann (1997b) fordert eine differenziertere Begrifflichkeit und bietet ein Raster zur Beschreibung medialer Angebote an. Dieses Raster ordnet mediale Angebote nach ihrer Medialität, Codierung und Modalität. Als vierte und fünfte Kategorie bieten sich eine Bewertung nach der Interaktivität und eine Charakterisierung der Informationsdarbietung als zeitabhängig oder zeitunabhängig bzw. als eine Kombination daraus an. Zusammenfassend ist Multimedia durch fünf Aspekte gekennzeichnet:

1. Multimedialität (Technikaspekt): Integration verschiedener materieller Geräte (Hardware) und deren Informationstechnik (Software) unter Computersteuerung.
2. Multicodierung (Symbolaspekt): Integration basaler Zeichensysteme.
3. Multimodalität (Kanalaspekt): Ansprechen verschiedener Sinneskanäle.
4. Mediendynamik (Zeitaspekt): Verwendung zeitabhängiger und zeitunabhängiger Informationspräsentationen.
5. Interaktivität (Steuerungsaspekt): Ermöglichen von Lernereinfluß und -steuerung.

Vor allem die Punkte 2 - 5 sind hierbei psychologisch relevant. Für eine Definition von Multimedia-Produkten ist Multimodalität für manche Autoren nicht zwingend (Hasebrook, 1995).

1.1.2 Formen multimedialen computerunterstützten Lernens

Euler (1994) versteht unter Multimedia das informationstechnische Potential, mehrere Symbolsysteme zu integrieren und mit der Informationspräsentation zu interagieren. Für ihn wird multimediales Lernen didaktisch in unterschiedlichen Formen wirksam. Er unterscheidet zwei gegensätzliche Ausprägungsformen von Lernsoftware und bezeichnet sie als Instruktions- und Problemlösungsparadigma. "Multimediales Lernen im Rahmen des Instruktionsparadigmas verfolgt im Kern das Ziel, ausgewählte Lehr-Lerninhalte in einer für den Lernenden anschaulichen und aktivierenden Form zu vermitteln" (Euler, 1994, S. 293). Lehr-Lerninhalte werden mehr direktiv systemgesteuert präsentiert, Lernersteuerung wird nur in beschränktem Maße angeboten. Trotzdem unterscheidet sich multimediale instruktionelle Lernsoftware von herkömmlicher Lernsoftware durch ihre Vielfalt an Darstellungsmöglichkeiten und die Art und Intensität der Interaktivität. Mit einem Zuwachs an Interaktivität und damit Lernersteuerung

fließt das Instruktionsparadigma in das Problemlösungsparadigma über. "Anders als beim Instruktionsparadigma steht beim Problemlösungsparadigma nicht die Informationsdarbietung durch das Programm, sondern die interaktive Informationserschließung durch den Lernenden im Vordergrund" (Euler, 1994, S. 293).

Auch Haack (1997) grenzt multimediales Lernen vom extremen (behavioristisch orientierten) Instruktionsparadigma ohne Einflußmöglichkeiten der Lernenden aus. Ein gewisses Maß an Interaktivität und damit Lernersteuerung ist fest mit Multimedia verbunden, dagegen ist ein Mangel an Interaktivität im Sinne von mehr Systemsteuerung nicht mehr streng zum multimedialen Lernen zu rechnen. Haack (1997) ordnet daher multimediales Lernen mehr dem Problemlösungsparadigma zu.

In der Literatur findet man die unterschiedlichsten Bezeichnungen für den Einsatz computergestützter Lernsysteme, die meistens mehr oder weniger synonym verwendet werden: Computerunterstütztes Lernen (CUL) (Euler, 1992), Computer Assisted Instruction (CAI), Computerunterstützter Unterricht (CUU) (Fricke, 1997), Computer Based Training (CBT) (Seidel, 1993), Computerunterstützte Unterweisung (CUU), Computerunterstützte Instruktion (Vilsmeier, 1992) u.a. Unter diesen Bezeichnungen werden verschiedene Formen des Computereinsatzes für Bildungszwecke zusammengefaßt.

Was verbirgt sich nun hinter diesen Wortcontainern? Eine Orientierungshilfe bieten diverse Kategorisierungsversuche, welche sich meist zur Einteilung auf die Eigenheiten der Programme selbst stützen. Eine gebräuchliche Einteilung kommt aus den USA. Dabei wird unterschieden zwischen dem Computer als Lehrer (tutor), Werkzeug (tool), "zu Beliehenden" (tutee) und Lerngegenstand (topic) (Wedekind, 1990). Einem Computer etwas beizubringen heißt dabei, ihn zu programmieren. Eine feinere Einteilung führt Wedekind (1990) für die ersten zwei Gebiete "Computer als Lehrer und Werkzeug" auf: (1) Übungsprogramme, tutorielle Programme, "intelligente" tutorielle Systeme, Simulation und Modellbildung, Testprogramme, (2) Meßwerterfassung und -verarbeitung, Steuerung und Regelung, Nutzung von Anwendungssoftware als Werkzeug.

Neben den eigentlichen Lehrprogrammen - den Übungsprogrammen, den Simulationen, den tutoriellen und intelligenten tutoriellen Systemen - werden in der Literatur noch andere Kategorien unterschieden, welche eine bestimmte Art der Nutzung des Computers zum Lernen beschreiben. Eine davon ist die computerverwaltete Instruktion. Der Computer hilft bei der Planung des eigenen Lernens. Er liefert Metainformationen, z.B. über geeignete Medien, wo

Informationen zu finden sind, über Lernwege und dergleichen. Er kann verschiedene Lernprogramme verwalten und den Lernern den geeignetsten Weg durch die Programme weisen. Neuerdings werden unter dem Stichwort "kognitive Werkzeuge" oder "kognitive Medien" weitere Lernsysteme wie Hypermedia, Hypertext, Lernspiele u.a. diskutiert. Diese Medien verlangen sehr viel Aktivität von den Lernenden und meist auch Lehrfähigkeiten.

In der Literatur lassen sich verschiedene Einteilungen von Computer-Lernprogrammen finden (Schanda, 1995; Mandl & Hron, 1989), die sich meistens nur wenig voneinander unterscheiden, unter denen es trotzdem noch keine allgemein akzeptierte Klassifikation gibt. In den folgenden Abschnitten werden die wichtigsten Kategorien beschrieben. Zwischen einzelnen Programmformen stellen sich fließende Übergänge ein.

Übungsprogramme

Andere geläufige Namen für Übungsprogramme sind "Practice & Drill"- bzw. "Drill & Practice"- und Trainings-Programme. Ihr Schwerpunkt liegt in der Festigung (Euler, 1992) und Vermittlung (Mandl & Hron, 1989) von einfachen Kenntnissen und Fertigkeiten. Übungsprogramme sind in der Regel sehr einfach aufgebaut und bestehen im Kern aus einer Schleife aus gestellter Aufgabe, Beantwortung der Aufgabe durch einen Lernenden, Bewerten der Aufgabe, Rückmeldung zur Aufgabe, Übergang zur nächsten Aufgabe. Abbildung 1.1 visualisiert den typischen Aufbau eines Übungsprogramms.

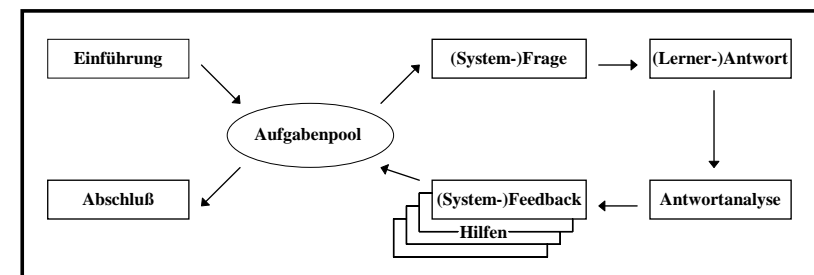


Abbildung 1.1: Schema eines Übungsprogramms (Euler, 1992, S. 22): Zu Beginn wird der Lerner in das Programm eingeführt. Danach wählt das Programm aus einer Aufgabensammlung eine Aufgabe aus und präsentiert sie dem Lerner. Dieser beantwortet die Aufgabe. Das Lernsystem bewertet die Lösung und gibt Rückmeldung über deren Richtigkeit. Gegebenenfalls werden Zusatzinformationen oder Hilfen angeboten. Anschließend beginnt der Zyklus von neuem, bis das Programm beendet wird.

Übungsprogramme sind in der Regel in ein Curriculum eingebettet. Daher wird erwartet, daß die Lernenden schon ein Vorverständnis über den Inhaltsbereich erworben haben und die im Lernprogramm geübten Kenntnisse und Fertigkeiten in den curricularen Rahmen einbetten können.

Herkömmliche tutorielle Systeme

Tutorielle Systeme vermitteln komplexes (Sach-)Wissen. Auch für sie läßt sich eine Grundstruktur identifizieren. Das Programm bietet dem Lerner Informationen über einen Sachverhalt an und stellt anschließend Verständnisfragen. Die Antworten werden bewertet, über deren Richtigkeit wird Feedback gegeben. Gegebenenfalls werden Inhalte wiederholt oder neue Informationen zum besseren Verständnis präsentiert. Tutorielle Systeme streuen zwischen technisch einfacheren bis hin zu hochkomplexen Varianten.

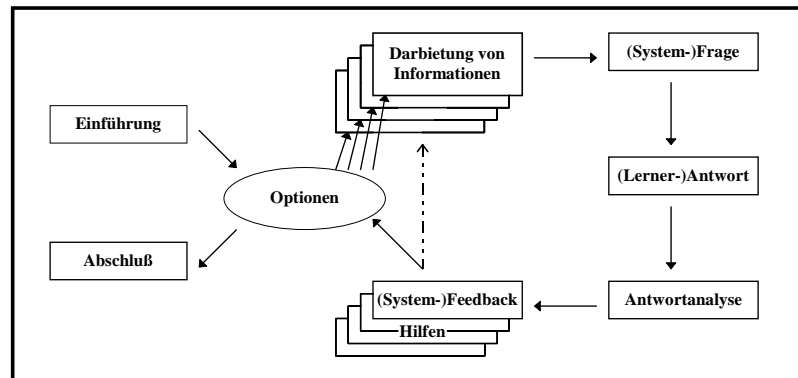


Abbildung 1.2: Grundschema tutorieller Programme (Euler, 1992, S. 18): Nach dem Start wird der Lerner in das Programm eingeführt. Das Programm bietet Informationen dar, stellt anschließend Fragen und gibt Rückmeldung über den Lernerfolg. Entsprechend den Antworten wird Hilfe gewährt oder zum nächsten Thema übergeleitet.

Intelligente tutorielle Systeme

Intelligente tutorielle Systeme können als Weiterentwicklung der herkömmlichen tutoriellen Systeme betrachtet werden. Sie beruhen auf der Technik der Künstlichen Intelligenz. Mit ihrer Hilfe sollen diese Lehrsysteme flexibler und adaptiver werden. Durch die Implementierung von Expertenwissen analog zur Wissensstruktur eines Experten im Expertenmodul, die Ab-

bildung des Lernerwissens und der Wissensfortschritte im Lernermodul sowie die Installation von Lehrwissen im Tutormodul soll ein perfekter Lehrer geschaffen werden. Hinzu kommt eine optimal gestaltete Mensch-Computer-Schnittstelle, die u.U. eine natürliche Sprachausgabe und -eingabe ermöglichen sollte.

Simulationsprogramme

Als übergeordnetes Ziel von Simulationen wird die Vermittlung komplexen Wissens, z.B. über Systemzusammenhänge, herausgestellt. Dabei werden Lerner vom Programm in eine konkrete Situation gesetzt, die vom Lerner Aktivität verlangt und frei manipuliert und erkundet werden kann. Der Lerner ist dabei auf sich selbst gestellt. Lediglich einfache Hilfen und Hinweise können im Programm vorgesehen sein. Besonders bieten sich Simulationen für Vorgänge an, welche komplex sind, rasch ablaufen oder sich über längere Zeiträume erstrecken. Oftmals werden Simulationen in größere curriculare Zusammenhänge eingebunden.

Euler (1992) unterscheidet drei Arten von Simulationsprogrammen: *Entscheidungssimulation*, *Verhaltenssimulation* und *Anwendungssimulation*. "Bei der Entscheidungssimulation wird das Modell eines realen oder fiktiven Systems abgebildet, in das der Lerner durch Veränderung der vorgegebenen Parameter eingreifen kann. Durch die Intervention des Lerners wird das Modell jeweils in einen neuen Zustand versetzt, der dann wiederum zum Ausgangspunkt erneuter Eingriffe werden kann" (Euler, 1992, S. 22). Das simulierte System kann ein Flugzeug-Cockpit, eine soziologische Gesellschaft, ein wirtschaftliches Unternehmen etc. sein. Im schulischen Bereich existieren verschiedene Simulationen für Physik und Biologie: Planetenbewegung, Wärmeleitung, Schwingungen oder Populationsgenetik und Ökologische Räume.

Die Verhaltenssimulation beinhaltet sozial-kommunikatives Verhalten (Euler, 1992). Ein Lerner wird in eine soziale Problemsituation (z.B. Bewerbungsgespräch) gestellt, in der sich verschiedene Handlungsalternativen ergeben. Für eine von ihnen muß er sich entscheiden. Dadurch ändert sich die Situation. Durch einen Dialog mit dem Computer wird der Lerner zur Reflexion des gewählten Verhaltens und seiner Konsequenzen aufgefordert. Verhaltenssimulationen versuchen Lerner auf Situationen vorzubereiten und Verhalten zu beeinflussen.

Anwendungssimulationen sollen einem Lerner die Handhabung technologischer Systeme (z.B. Anwendungssoftware, Formulare ausfüllen) beibringen. Im Prinzip führt ein Lerner dieselben Handlungen aus, die er auch im Umgang mit den realen Systemen vollführen kann. Bei Fehlern schaltet sich allerdings das Programm ein und korrigiert den Lerner. Euler (1992) unterscheidet zwischen einer aufgabenorientierten und einer darstellungsorientierten Variante.

Die aufgabenorientierte Simulation stellt dem Lerner eine Aufgabe, der führt verschiedene Lösungsversuche durch und erhält vom Programm Rückmeldung über den Erfolg seiner Handlung. Die darstellende Simulation verläuft in drei Schritten: Zuerst führt das Programm die für ein Problem notwendigen Lösungsschritte vor, dann wird der Lerner aufgefordert, diese nachzumachen. Darüber gibt das System Rückmeldung.

Lernspiele

Man entdeckt in der Literatur zwei grundlegende Möglichkeiten für Lernspiele. (1) Lernspiele vermitteln eher übergreifende Strukturen wie Geschicklichkeit, Ausdauer, Konzentration und Denken in größeren Zusammenhängen (Schenk, 1993). Das Spiel Tetris wird in diesem Zusammenhang oft als Beispiel genannt. (2) Lernspiele versuchen den Erwerb und die Anwendung von Wissen und Fertigkeiten innerhalb einer Spielehandlung zu gewähren und durch eine Spielsteuerung zu regeln (Schanda, 1995). Die Spielehandlung (Kontext) kann dabei mehr oder weniger von der Praxis entfernt sein. Die Spielsteuerung sorgt für die Repräsentation des Wissenserwerbs durch ein Punktesystem, Auf- und Abstieg, die Annäherung an ein örtliches Ziel o.ä. Dabei spielen auch Zufallskomponenten eine Rolle.

Hypertext und Hypermedia

Hypertext und Hypermedia beinhalten meist Informationen über ein komplexes Inhaltsgebiet. Daher ist es oft unmöglich, sämtliche Informationen zu sichten. Die Informationen sind in Einheiten portioniert und untereinander verbunden. Als Metapher dafür wird meist eine Netzwerkdarstellung gewählt. Die Informationspräsentation in den Einheiten kann verschiedene Darstellungsmöglichkeiten (z.B. Text und Bild, Text und Bewegtbild) vereinen oder aus einer Informationsart bestehen (z.B. nur Text, nur Bild, nur Bewegtbild). Zwischen den Informationseinheiten kann man sich frei bewegen, oder - wie es in der Fachsprache heißt - navigieren. Es sind daher viele verschiedene Wege durch eine Informationsmenge möglich. Aus diesem Grund werden Hypertext und Hypermedia auch als nicht-lineare Medien bezeichnet. Zwischen Hypertext und Hypermedia wird oftmals ein Unterschied gemacht. Dabei findet sich in Hypertext nur Text und Bild, während in Hypermedia auch dynamische Medien vorkommen. In Hypertext und Hypermedia sind keine Aufgaben enthalten und es gibt keinen Lehrer, der einem Nutzer Informationen vorsetzt. Der Benutzer muß selbst Lehrfunktionen übernehmen. Damit sich ein Anwender in den Informationseinheiten zurechtfindet, werden verschiedene Hilfen angeboten, welche von bekannten Möglichkeiten wie Inhaltsverzeichnisse, Indexe oder

Glossare bis zu neuartigen Erscheinungen wie aussagekräftige Verknüpfungen, Protokollieren der Informationswege und Suchfunktionen reichen. Hypertext und Hypermedia sollen selbstgesteuertes Lernen ermöglichen.

Programmieren

Der Computer bietet Programmiersprachen als neue Symbolsysteme. Über diese Sprachen lehrt ein Programmierer dem Computer bestimmte Fertigkeiten. In der Auseinandersetzung mit diesen Programmiersprachen interessierte man sich für die kognitiven Auswirkungen. Umfassend wurde dem Programmieren unterstellt, daß es kognitive Fähigkeiten erweitere, und das nicht nur in Teilbereichen. Durch die Beschäftigung mit einem begrenzten Aufgabenbereich sollen allgemeine Fähigkeiten und Fertigkeiten, z.B. Problemlösefähigkeiten, aufgebaut und trainiert werden (Weidenmann, 1993). Bekannt aus dieser Richtung sind die empirischen Arbeiten von Seymour Papert mit der Programmiersprache Logo für Kinder.

1.1.3 Zur Wirkung computerunterstützten Lernens

Ist computerunterstütztes Lernen effektiv? Kann man mit dem Computer lernen und wie gut? Zur Beantwortung dieser Fragen werden zwei Herangehensweisen unterschieden: Metaanalysen (statistische Methode) und die Diskussion ausgewählter Untersuchungen. Es liegen mehrere umfangreiche Metaanalysen vor (Kulik, Kulik & Cohen, 1980; Kulik, Bangert & Williams, 1983; Kulik, Kulik & Shwalb, 1986; Frey, 1989; Fricke, 1991; Kulik, 1994; Chen & Rada, 1996), von denen einige im weiteren vorgestellt werden. Die Ergebnisse einzelner Untersuchungen sollen nicht besprochen werden. Insgesamt sind die Ergebnisse zur Effektivität der verschiedenen Einsatzformen sehr gemischt.

1.1.3.1 Zur Effektivität herkömmlicher Computerlernprogramme

Metaanalyse von Kulik, Kulik und Cohen (1980)

Kulik et al. (1980) analysierten 59 Untersuchungen über den Einsatz von CUL im College aus den Jahren 1969 bis 1978. 54 von 59 Untersuchungen verglichen Prüfungsleistungen von SchülerInnen im konventionellen Klassenunterricht mit Prüfungsleistungen im CUL. Kulik et al. (1980) ermittelten eine geringe signifikante Überlegenheit von CUL gegenüber dem Klassenunterricht. 11 Untersuchungen beinhalteten einen Vergleich der Schülereinstellungen gegenüber dem Lernen mit dem Computer und Klassenunterricht. CUL zeichnete sich wiederum durch eine geringfügig positivere Einstellung gegenüber Lernmethode und Inhalten aus. Der

Zeitbedarf für die Vermittlung der Inhalte mit CUL (ca. 2.25 Stunden pro Woche) stellte sich als wesentlich niedriger als im Klassenunterricht (ca. 3.5 Stunden pro Woche) heraus.

Metaanalyse von Kulik, Bangert und Williams (1983)

Kulik et al. (1983) analysierten 51 Untersuchungen über den Einsatz von CUL in Sekundarschulen. Im Leistungsbereich erzielte die Unterweisung mit CUL gegenüber konventionellen Lehrmethoden einen klaren Vorteil bei Prüfungen sowohl direkt im Anschluß an die Instruktion als auch einige Monate danach. SchülerInnen entwickelten eine positive Einstellung gegenüber dem Lernmedium Computer als auch den Lerninhalten. Der Zeitbedarf bei Instruktion mit CUL erwies sich als wesentlich geringer gegenüber konventionellen Lehrmethoden.

Metaanalyse von Kulik, Kulik und Shwalb (1986)

Kulik et al. (1986) typisierten Lernprogramme in drei Formen: (1) computer assisted instruction (CAI, übliche Lernprogramme), (2) computer managed instruction (CMI, Computer als Berater des Schülers zur Programmwahl und zur Diagnose in den Einzelprogrammen) und (3) computer enriched instruction (CEI, Computer ist in der Lernumgebung vorhanden). Sie untersuchten deren Effektivität in Elementar- und Sekundarschulen, im College und in der Erwachsenenbildung. Tabelle 1.1 faßt die Ergebnisse zusammen. CAI ist in allen Ausbildungsformen wirksam, CMI erst ab der Sekundarstufe und CEI ab dem College und besonders in der Erwachsenenbildung.

Tabelle 1.1: Effektivität verschiedener Lernprogrammtypen (computer assisted instruction CAI, computer managed instruction CMI, computer enriched instruction CEI) in verschiedenen Ausbildungsstufen (Kulik et al., 1986); angegeben sind standardisierte Effektivitätswerte

Programmtypen	Elementarschulen	Sekundarschulen	College	Erwachsenenbildung
CAI	.47	.36	.26	.29
CMI	.07	.40	.35	.72
CEI	-	.07	.23	1.13

Überblicksartikel von Frey (1989)

Frey (1989) gibt eine Bestandsaufnahme über Effekte der Computernutzung bis Mitte 1988. Folgende Themen handelt er ab: (1) Auswirkungen des Computers nach Schularten, (2) Effekte von Programmtypen, (3) Wirksamkeit in verschiedenen Schulfächern, (4) Einstellungsänderungen bei Computernutzung, (5) soziale Auswirkungen der Computernutzung und (6) Auswirkungen auf schwache Schüler.

Frey (1989) berichtet die größte Wirksamkeit von computergestützten Programmen in Schulen für Lernbehinderte und Sonderschulen (Effektstärke = .66, n = 26), gefolgt vom Einsatz in Primarschulen (ES = .45, n = 28), in der Erwachsenenbildung (ES = .42, n = 24), im Gymnasium bis zum Vordiplom an Universitäten (ES = .42, n = 11), in der Sekundarstufe (ES = .32, n = 42) und im College (ES = .26, n = 101). Computerprogramme scheinen sich besonders gut an die Bedürfnisse von jüngeren Kindern und Jugendlichen mit Lernschwierigkeiten anzupassen.

Frey (1989) unterscheidet bei den Programmtypen zwischen Übungsprogrammen, tutoriellen Programmen, Simulationen und computerorganisiertem Lernen. Unter computerorganisiertem Lernen versteht Frey (1989) Computerprogramme, welche die verschiedenen anderen Programmtypen verwalten und den Lerner anweisen, welche Programme zu bearbeiten sind. Übungsprogramme erzielen in Primarschulen gute Wirkungen. Effekte tutorieller Programme scheinen von der Qualität der Programme abzuhängen. In der Sekundarstufe (7. bis 12. Schuljahr) stellen sich die Programmtypen als gleichwertig dar. Mit zunehmendem Alter der SchülerInnen steigt die Wirkung der computerorganisierten Programme und sie zeigen sich den anderen Programmtypen gegenüber als überlegen. Für Hochschulen erweisen sich Übungsprogramme, tutorielle Programme und Simulationen mit einer starken Organisation seitens des Computers als wirksam. Lernende aus dem College und von der Universität lernen mehr bei Selbststeuerung von Lernkontrollen, Arbeitstempo und Sequenzierung der Einheiten. Eine Anreicherung des Unterrichts durch kurzen, sporadischen Computereinsatz verhilft lediglich zu mehr Beliebtheit des Faches.

Frey (1989) führt für Primarstufe, Sekundarstufe und Universitäten Ergebnisse für die Wirksamkeit des Computerlernens in Abhängigkeit von den Unterrichtsfächern auf. In dem Sammelreferat präsentiert er folgende Ergebnisse von Niemic und Walberg (1985) für die Primarstufe:

Tabelle 1.2: Effektstärken (ES) und ihre Standardabweichungen (SD) von Computerlernprogrammen in verschiedenen Unterrichtsfächern (Niemic & Walberg, 1985, S. 4), N bezeichnet die Anzahl der Untersuchungen

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

In der Sekundarstufe und an der Universität zeigen die Computerlernprogramme in den naturwissenschaftlichen Fächern nur wenig Effekte. In Fächern wie Religion, Latein und Geschichte werden größere Effekte erzielt.

Die Effekte auf die Einstellung zum Unterrichtsfach sind nicht sehr beeindruckend. Computereinsatz kann die Einstellung positiv verändern, trotzdem sollte man eher davon ausgehen, daß es keine Effekte gibt. Die Einstellung zum Computer scheint positiven Veränderungen, besonders bei Jungen, zu unterliegen. Bei Mädchen ist die Befundlage uneinheitlich.

Computer im Klassenzimmer animieren die Schüler dazu, mehr miteinander zu sprechen. Sprechen sie über Unterrichtsthemen, so sind oftmals Behaltensleistung und Transfer auf ähnlich strukturierte Gebiete besser. In offenen Arbeitssituationen bilden sich in Gruppen oft FührerInnen heraus, welche bevorzugt Aufgaben lösen, die Tastatur bedienen und das Tempo vorgeben. In solchen Gruppen tritt vermehrt aggressives Verhalten auf.

Überblicksartikel von Fricke (1991)

Fricke (1991) resümiert durchgehend positive Akzeptanz- und Attraktivitätsbeurteilungen von Lernprogrammen. Über die Effektivität von Computer Based Training gegenüber herkömmlichen Methoden läßt sich wegen der heterogenen Ergebnisse keine zusammenfassende Aussage fallen.

Mit CBT können nicht nur Wissen sondern auch komplexe Fähigkeiten vermittelt werden. Die Effektivität computer- und videounterstützter Lernprogramme hängt von vier Faktoren ab: den Lernervariablen, der Programmqualität, dem Lernthema (eigentlich meint Fricke Lehr-

ziele) und dem Lernfeld. Lernervariablen bestimmen das Ausmaß des Lernzuwachses mit. Der entscheidende Faktor liegt für Fricke (1991) allerdings in der Programmqualität, wie sie sich in der didaktischen Strukturierung und Sequenzierung des Lernstoffes widerspiegelt. "Nur durch Kombination mehrerer Medien und durch Integration in ein didaktisches Gesamtkonzept kann eine optimal lernwirksame CBT-Lehr-Lern-Umgebung erstellt werden" (Fricke, 1991, S. 199).

Metaanalyse von Kulik (1994)

Kulik (1994) faßt einleitend zu seiner Metaanalyse die Ergebnisse aus 12 metaanalytischen Studien zusammen. In diesen Studien werden verschiedene Arten der Computernutzung in unterschiedlichen Populationen analysiert. Insgesamt zeigt CBT (Computer Based Training) positive Effekte:

1. Lerner lernen gewöhnlich mehr in Klassen, in denen sie CBT erhalten. Die gewichtete Effektgröße über alle 12 Metaanalysen ist .35.
2. Lerner brauchen weniger Zeit für ihre Lektionen. Die Reduktion der Instruktionszeit beträgt 24 - 34%.
3. Lerner mögen (Einstellung zur Instruktion, Unterricht) ihre Klassen mehr, wenn sie Hilfe vom Computer (CBT) bekommen (.28 durchschnittliche Effektgröße).
4. Sie entwickeln positivere Einstellungen zum Computer, wenn sie Computerhilfe in der Schule bekommen (.34 durchschnittliche Effektgröße).
5. Computer haben nicht in jedem Gebiet positive Effekte. Die Einstellung zum Fach verbessert sich im Durchschnitt nicht (durchschnittliche Effektgröße ≈ 0).

Diese Effekte sind über verschiedene Programmtypen, Lernerklentele und Situationen (Lernumwelten) gültig.

In seiner Metaanalyse untersuchte Kulik (1994) 97 Studien, welche in elementary schools und high schools durchgeführt wurden. Darin wurden die Ergebnisse von Klassen mit CBT und Klassen ohne CBT gegenübergestellt. Diese 97 Untersuchungen wurden auf drei Ebenen analysiert: (1) auf einer vage definierten Ebene, welche eine Vielzahl an Kategorien der Computernutzung und konkreten Umsetzungen umfaßt (Computer Based Training); (2) auf einer klarer definierten Ebene, welche Kategorien mit ihren konzeptuellen Basen beinhaltet, deren Umsetzungen jedoch vielfältig sein können (Tutoring, Managing, Simulation, Enrichment, Programming, Logo); (3) auf einer exakt definierten Ebene, welche spezifisches Instruktions-

material, detaillierte Manuale und gut entwickelte Trainingsprozeduren für Lehrer beinhalten (das Stanford CCC-Programm).

Auf der Analyseebene III werden sämtliche Arten der Computernutzung (z.B. Tutoring, Simulation, Programmieren) zusammengefaßt und ihre Effektivität errechnet. Die durchschnittliche Effektgröße beträgt .32. Lerner mit Computerunterstützung leisten mehr als Lerner ohne Computerunterstützung. Als Standardabweichung der Verteilung der Effektgrößen der 97 Studien wird .39 angegeben. Daraus folgt, daß ca. 95% der Effektgrößen im Intervall $[\text{.32} - 2 \cdot \text{.39}; \text{.32} + 2 \cdot \text{.39}] = [-0,46; 1,10]$ liegen. Kulik (1994) zieht den Schluß, daß Unsicherheit über die Effekte von CBT in einem spezifischen Setting besteht. Effekte von CBT mögen im allgemeinen positiv sein, aber sie sind nicht gänzlich vorhersagbar.

Auf der Analyseebene II teilt Kulik (1994) die 97 Studien 6 Kategorien der Computernutzung zu: (1) Tutoring beinhaltet tutorielle Programme einschließlich "Drill & Practice"-Programme, (2) im Managing evaluiert der Computer die Lerner, führt sie zu den Instruktionsquellen und zeichnet Lerneraktionen auf, (3) Simulation, (4) Enrichment beinhaltet relativ unstrukturierte Lektionen verschiedenster Art (Spiele, Simulationen, Tutorial etc.) zur Stimulation und Motivation der Lerner im Klassenzimmer, (5) Programming kennzeichnet Programmieren in einer Sprache (z.B. Basic), um mathematische Probleme zu lösen, (6) Logo ist eine Art Kommando-Sprache, über welche Lerner dem Computer Befehle geben und am Bildschirm die Ergebnisse beobachten können. Die durchschnittlichen Effektgrößen in den Kategorien und ihre Standardabweichungen können in der folgenden Tabelle 1.3 abgelesen werden. Die meisten Effekte sind nicht sehr eindrucksvoll. Dabei fallen die Ergebnisse für Logo auf. Die Effektgrößen für diese Kategorie erweisen sich aber als sehr inkonsistent. Die meisten berichteten Effektgrößen sind sehr klein. Einige Effektgrößen sind über alle Maßen groß (bis 1.5). Als wichtigen Unterschied zwischen Logo-Studien mit großen und kleinen positiven Effektgrößen identifizierte Kulik (1994) die Methode der Kriteriumsmessung. In allen Studien, in denen kleine Effektgrößen auftraten, wurde die Kriteriumsmessung in der Gruppe durchgeführt. In den Studien mit großen Effekten wurde die Kriteriumsmessung individuell erhoben. Woran liegt das? An einer ungewöhnlichen Kriteriumserhebung oder an einem (unbewußten) Bias bei der Kriteriumserhebung? Diese Diskrepanz läßt den Nachweis der Effektivität von Logo nicht zu bzw. als fragwürdig erscheinen.

Tabelle 1.3: Durchschnittliche Effektgrößen und ihre Standardabweichungen in den unterschiedenen Kategorien der Computernutzung (Kulik, 1994)

Kategorie der Computernutzung	Anzahl der Studien	durchschnittliche Effektgröße	Standardabweichung
Tutoring	58	.38	.34
Managing	10	.14	.28
Simulation	6	.10	.34
Enrichment	5	.14	.35
Programming	9	.09	.38
Logo	9	.58	.56

Auf der Ebene I wurde das Stanford-CCC Programm aus der Kategorie der Tutorials untersucht, welches über ca. 20 Jahre in 23 Untersuchungen eingesetzt wurde. Als durchschnittliche Effektgröße und Standardabweichung errechneten sich .40 und .23.

1.1.3.2 Zur Effektivität neuerer Methoden beim Lernen mit Computern

Hier begibt man sich auf nahezu unerforschtes Gebiet. Zur Effektivität von multimedialen Anwendungen finden sich nur vereinzelt Arbeiten. Überblicksartikel existieren nicht. Einige Einzelbefunde liegen aus Untersuchungen mit herkömmlichen Methoden vor. Interaktivität, Multimodalität, Multicodierung und zeitabhängige Medien wurden auch schon früher untersucht. In ihrer Kompaktheit, wie sie in multimedialen Applikationen vorliegen, wurden sie weitgehend noch nicht analysiert. Lediglich zu Hypertext liegen vermehrt Studien vor.

Metaanalyse bzgl. Hypertext von Chen und Rada (1996)

Chen und Rada (1996) analysierten 23 Studien zu Hypertext aus den Jahren 1988 bis 1993. Die potentielle Einflußkraft dreier Faktorengruppen stand dabei im Blickpunkt: (1) Kognitive Stile (Locus of Control, Lernstile, Feldab- und Feldunabhängigkeit) und räumliche Fähigkeiten (spatial ability, Vorstellungsvermögen) der Lernenden, (2) die Aufgabenkomplexität und (3) die Struktur der Informationsorganisation und deren Visualisierung. Die Effektgrößen bei Chen und Rada (1996) entsprechen Korrelationskoeffizienten. Als abhängige Variablen verwendeten sie Effektivitäts- und Effizienzmaße. Effektivität bezieht sich dabei auf die Leistung in Tests (z.B. Anzahl korrekter Aufgabenlösungen, Genauigkeit der Lösungen) oder den Aufruf relevanter Informationseinheiten (z.B. Quotient aus der Anzahl der relevanten Einheiten zur Anzahl der besuchten Einheiten), Effizienz auf die zur Lösung einer Aufgabe benötigte Zeit (z.B. Lesezeit, Suchzeit).

Kognitive Stile (dichotomisiert in aktiv vs. passiv) zeigen in dieser Untersuchung eine geringe nichtsignifikante Wirkung auf Effektivitäts- und Effizienzmaße ($r_{\text{effektiv}} = .24$, $p = .40$, $n = 4$; $r_{\text{effizient}} = .04$, $p = .14$, $n = 3$). Daraus soll aber nicht geschlossen werden, daß Lernervariablen keinen Einfluß haben. In den wenigen zugrundeliegenden Untersuchungen ($n_{\text{effektiv}} = 4$; $n_{\text{effizient}} = 3$) finden sich durchaus Effekte. Die angegebenen Effektgrößen streuen dabei beträchtlich. Chen und Rada (1996) führen dies auf zu viele unkontrollierte Einflußfaktoren (z.B. die Größe des Informationsraumes, die Länge der Interaktion mit dem Hypertext, die Komplexität der Aufgabe) zurück, in welchen sich die Untersuchungen unterscheiden. Hingegen findet sich ein durchgehend mittlerer Effekt der räumlichen Vorstellungskraft auf die benötigte Zeit im Umgang mit Hypertext ($r = .45$, $p = .00$, $n = 3$). Ein gutes räumliches Vorstellungsvermögen beschleunigt die Interaktion mit dem Hypertext. Der Einfluß räumlicher Fähigkeiten auf die Effektivität wurde nicht analysiert.

Die Komplexität der Aufgabe weist in dieser Metaanalyse die höchsten Effektgrößen bzgl. Effektivität ($r = .63$, $p = .00$, $n = 7$) und Effizienz ($r = -.58$, $p = .00$, $n = 7$) auf. Benutzer brauchen länger mit Hypertext bei offenen Aufgabenstellungen (z.B. Lernen), geschlossene Aufgabenstellungen (z.B. Informationssuche) werden schneller erledigt. Dagegen ist die Effektivität bei offenen Aufgabenstellungen größer als bei geschlossenen Aufgabenstellungen.

Benutzer von Hypertext tendieren zu besseren Effektivitätswerten als beim Gebrauch nicht-hypertextueller Systeme ($r = .12$, $p = .00$, $n = 15$), zeigen aber niedrigere Effizienzen ($r = -.24$, $p = .02$, $n = 7$). Die Effektgrößen variieren dabei beträchtlich.

Graphische Orientierungshilfen (graphical maps) bringen Hypertextnutzern Vorteile gegenüber Indizierungen oder Inhaltsverzeichnissen in Hypertextsystemen ($r_{\text{effektiv}} = .38$, $p = .00$, $n = 7$; $r_{\text{effizient}} = .28$ bei $p = .00$, $n = 3$). Es gibt Hinweise dafür, daß graphische Hilfen mit kognitiven Charakteristika der Lerner interagieren und deren Minderleistungen bei Effektivitäts- und Effizienzmaßen ausgleichen können, d.h. Nutzer mit solchen Hilfen sind schneller und lernen mehr als ohne diese Hilfen. Besonders im Zusammenhang mit räumlichen Fähigkeiten gleichen graphische Maps die Schnelligkeit aus. Graphische Hilfen treten in jedem Fall in Interaktion mit der Aufgabenkomplexität. Von graphischen Hilfen wird in besonderem Maße erhofft, daß sie Orientierungsproblemen und Problemen der kognitiven Überlastung bei komplexen Aufgaben entgegenwirken und sich deshalb in verbesserten Effektivitäten niederschlagen. Ebenso verkürzen sie die Bearbeitungszeit.

Tabelle 1.4: Zusammenfassung der Ergebnisse der Metaanalyse von Chen und Rada (1996). N bezeichnet die Anzahl der Untersuchungen. Die Effektgröße wurde über die angegebene Anzahl N berechnet. p bezeichnet das Signifikanzniveau. Die Effektgrößen sind als Korrelationen dargestellt.

	Effektivität			Effizienz		
	Korrelation	p	N	Korrelation	p	N
Kognitive Stile (passiv vs. aktiv)	.24	.40	4	.04	.14	3
Räumliche Fähigkeiten (niedrig vs. hoch)	—	—	—	.45	.00	3
Aufgabenkomplexität (closed vs. open task)	.63	.00	7	-.58	.00	7
Informationsstruktur (nicht Hypertext vs. Hypertext)	.12	.00	15	-.24	.02	7
Strukturvisualisierung (textual vs. graphical)	.38	.00	7	.28	.00	3

Zwei von Chen und Rada (1996) angegebene Korrelationen wurden mit einem negativen Vorzeichen versehen, damit sie den Konventionen zur Interpretation von Korrelationen entsprechen

Chen und Rada (1996) heben zwei charakteristische Punkte der empirischen Forschung mit Hypertext hervor. (1) Es existieren vielfältige Designs und (2) die gefundenen Ergebnisse erweisen sich als heterogen. Aufgrund ihrer Arbeit fordern sie eine Taxonomie von hypertextrelevanten Aufgaben und eine Zuordnungsmöglichkeit von konkreten Realisierungen zu allgemeinen Hypertextmodellen.

1.1.3.3 Schlußbetrachtung

Metaanalysen liefern allgemeine Aussagen über die Wirksamkeit einer Methode. Auf statistischen Wegen werden die Ergebnisse einer Vielzahl von Untersuchungen zu einem Kennwert, die Effektgröße, verrechnet. Als Kritikpunkte an Metaanalysen werden hauptsächlich zwei Aspekte genannt: (1) Die Auswahl der Untersuchungen, welche in eine Metaanalyse eingehen sollen, und (2) die Gefahr der Unvergleichbarkeit der Untersuchungen.

In Frage kommende Untersuchungen müssen recherchiert werden. In der Literatur, besonders in Zeitschriften, lassen sich vor allem positive Ergebnisse finden. Studien mit negativen Ergebnissen sind oftmals nicht bzw. nur schwer zu entdecken. Die berichteten Ausprägungen der Ergebnisse differieren dabei. Zusammenhänge in Diplom- und Doktorarbeiten weisen meist nicht so beeindruckende Ergebnisse auf wie in Zeitschriftenpublikationen. Des weiteren besteht die Gefahr, sehr unterschiedliche Studien in einen gemeinsamen Topf zu werfen, was

die Ergebnisse einer Metaanalyse in Frage stellen bzw. auch zu keinen Ergebnissen führen kann.

In der Forschung mit Medien verglich man anfänglich die Wirkung unterschiedlicher Medien. Mit den Medien variierten oftmals gleichzeitig die didaktischen Methoden. Dies spiegelt sich auch in der früheren Verwendung von Metaanalysen wieder. Die neuere Medienwirkungsforschung handelt von der kontrollierten Variation *einer* Methode. Untersucht werden die Prozesse in der Auseinandersetzung eines Lerners, charakterisiert durch ausgewählte Eigenschaften, mit einem medial vermittelten Lernangebot. Die Merkmale der Medien und ihrer Lernangebote variieren dabei. Erforscht werden die kognitiven und affektiv-motivationalen Prozesse und ihre Beeinflussung durch Charakteristiken der Lerner.

Vor allem im Bereich Multimedia fehlen empirische Ergebnisse. Es gibt einige wenige Studien, welche psychologisch relevante Merkmale von Multimedia untersuchen. Metaanalysen lassen sich noch keine anfertigen. Die Anzahl der Publikationen zu Hypertext stieg in den letzten 10 Jahren enorm an, es mangelt aber ebenfalls an empirischen Arbeiten. Zum Bereich des Lernens mit herkömmlichen Computerlernprogrammen existieren verhältnismäßig viele Untersuchungen, nicht nur zu den Wirkungen im Methodenvergleich, auch zu den spezifischen Einflußgrößen (Lernermerkmale, Gestaltungsmerkmale, Prozeßmerkmale) und zu differenziellen Effekten beim Lernen.

1.1.4 Rahmenkonzept für die Forschung mit Medien

Im folgenden soll eine Übersicht über Einflußfaktoren auf die Auseinandersetzung von Medien und deren Rezipienten gegeben werden. Die Terminologie wird speziell auf den Einsatz von Medien zum Lernen ausgerichtet. Der vorgestellte Rahmen ist allgemein auf die Medienforschung übertragbar. Die einzelnen Punkte werden allgemein eingeführt und anschließend auf das Lernen mit dem Computer bezogen.

Betrachtet man die Forschung der vergangenen Jahre, so lassen sich viele Variablen identifizieren, welche für das Lernen mit Medien relevant sind (siehe Abbildung 1.3). Neben dem Medium mit der dazugehörenden medialen Botschaft hängen die Wirkungen im Lernprozeß von Merkmalen der Lerner ab. Eine tragende Rolle spielen die Aktivitäten der Lerner während des Lernprozesses. Kognitive Verarbeitungsprozesse, motivationale Prozesse und das beobachtbare Nutzungsverhalten bestimmen direkt die Lernergebnisse. Prozesse und Verhalten werden wiederum durch Medien- und Lernermerkmale mitgestaltet.

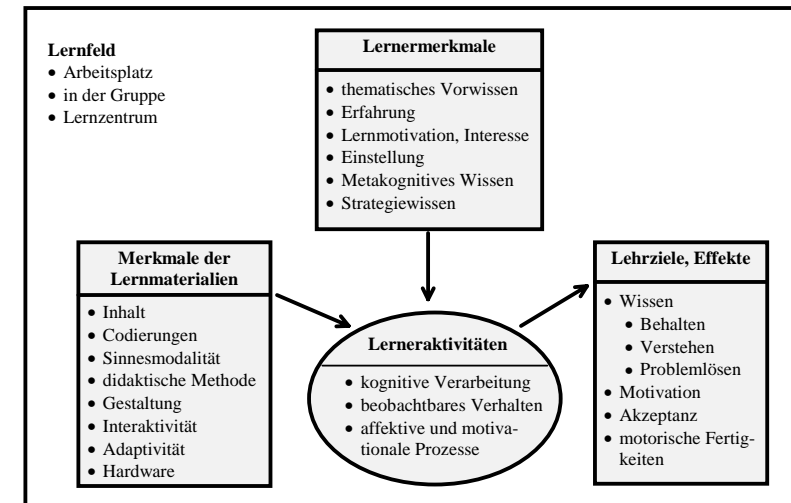


Abbildung 1.3: Innerhalb eines bestimmten Lernfeldes setzt sich ein Lerner mit seinen lernrelevanten (und anderen) Eigenschaften mit Lernmaterialien und deren Merkmalen zur Erreichung verschiedener Lehrziele auseinander. Zwischen diese eher statischen Variablen treten Lerneraktivitäten.

Bezogen auf Lernergebnisse ist es vor allem im Wissensbereich wichtig zu berücksichtigen, auf welche Art und Weise Lernergebnisse erfaßt werden. Stimmen Lernmodus (z.B. Lernen mit Texten) und Abfragemodus (z.B. Bildergänzen) nicht überein, können vorhandene Effekte übersehen werden.

Ein vernachlässigtes Thema stellt die Art und Weise des Einsatzes von Medien dar. Die Auseinandersetzung mit diversen Inhalten findet immer in bestimmten Situationen statt, z.B. allein oder in einer Gruppe. Auch werden Medien oft nicht isoliert eingesetzt, sondern in einen (curricularen) Rahmen eingebettet. Diese und weitere Rahmenbedingungen entscheiden mit über die Wirkung von Medien.

1.1.4.1 Merkmale des medialen Angebots

Weidenmann (1997b) definiert Medien als "Objekte, technische Geräte oder Konfigurationen, mit denen sich Botschaften speichern und kommunizieren lassen. (...) Botschaften sind absichtsvoll codierte und strukturierte Inhalte, die von den Rezipienten (z.B. Lernern) als bedeutungsvolle Informationen wahrgenommen und verarbeitet werden" (Weidenmann, 1997b, S. 66). Medium und Botschaft kennzeichnen das mediale Angebot, mit dem sich ein Lerner auseinandersetzen muß.

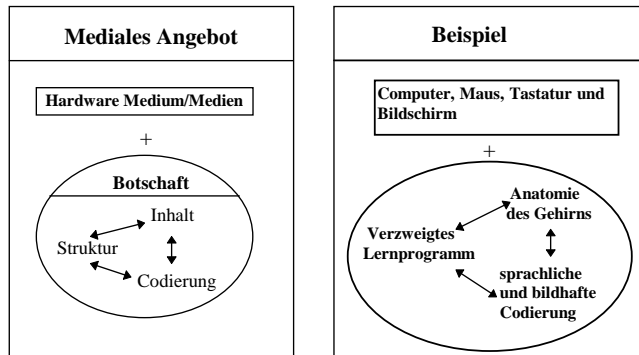


Abbildung 1.4: Mediales Angebot (nach Weidenmann, 1997b)

Informationen werden immer in einem Symbolsystem übermittelt. Medien unterscheiden sich im Hinblick darauf, welche Symbolsysteme sie benutzen. Das Symbolsystem definiert, was ein Lernender in der Arbeit mit einem Medium zu leisten hat und bestimmt damit den Prozeß der Informationsverarbeitung. Die Hardware der Übermittlungsmedien strukturiert diese Symbolsysteme entsprechend ihren Eigenschaften mit. Was an Informationen präsentiert werden kann, hängt von diesen Eigenschaften ab. Die didaktische Komponente bestimmt die Struktur der medialen Inhalte. Ein Lernprogramm wird z.B. nach einer bestimmten Lehr-Lernmethode (wie z.B. programmierte Instruktion) gestaltet. Die codierte und strukturierte Information stellt an Lerner bestimmte Anforderungen, welche die Verarbeitung und das Lernen beeinflussen.

In der Medienpsychologie haben sich folgende Aspekte eines Mediums als sinnvoll zu unterscheiden erwiesen: Hardware, didaktische Strukturierung, Symbolsystem und Botschaft. Es gibt unterschiedliche Klassifikationen von Medien, welche meist einen dieser Punkte hervorheben. Eine Klassifikation auf Hardware-Seite unterscheidet zwischen personalen und nicht-personalen Medien.

Weidenmann (1997b) schlägt zur Beschreibung medialer Lernangebote eine Differenzierung zwischen Medialität, Codierung und Modalität vor. Mediale Lernangebote sind

- multimedial, wenn sie auf verschiedenen Speicher- und Präsentationstechnologien verteilt sind, aber integriert präsentiert werden;
- multicodal, wenn unterschiedliche Symbolsysteme verwendet werden, und
- multimodal, wenn unterschiedliche Sinnesmodalitäten beim Rezipienten angesprochen werden.

	mono-...	multi-...
Medium	monomedial <ul style="list-style-type: none"> • Buch • Videoanlage • PC und Bildschirm 	multimedial <ul style="list-style-type: none"> • PC + CD-ROM-Player • PC + Videorecorder
Codierung	monocodal <ul style="list-style-type: none"> • nur Text • nur Bilder • nur Zahlen 	multicodal <ul style="list-style-type: none"> • Text mit Bildern • Graphiken mit Beschriftung
Sinnesmodalität	monomodal <ul style="list-style-type: none"> • nur visuell (Bilder, Text) • nur auditiv (Rede, Musik) 	multimodal <ul style="list-style-type: none"> • audiovisuell (CBT-Programme mit Ton, Video)

Abbildung 1.5: Beschreibungsschema medialer Angebote (Weidenmann, 1997b, S. 67)

Hauptsächlich werden folgende vier Informationsarten in Lernsoftware verwendet (Kerres, 1993):

- visuelle Texte (schriftliche Texte),
- auditive Texte (gesprochene Texte),
- Bilder (Abbildungen, Diagramme, Grafiken),
- Bewegtbilder (Video, Animationen).

Diese Informationsarten lassen sich nach ihren verwendeten Symbolsystemen, den angesprochenen Sinneskanälen und ihrer zeitlichen Dynamik unterscheiden.

Für Kozma (1991) sind Medien durch ihre Technologie, ihre verwendeten Symbolsysteme und ihre Leistungsfähigkeiten in der Informationsverarbeitung charakterisiert. Der Haupteffekt der Technologie ist, den Einsatz von Symbolsystemen zu ermöglichen oder zu beschränken und die Leistungen des Mediums in der Informationsverarbeitung zu bestimmen. Bezogen auf Symbolsysteme ist z.B. ein Radio auf das sprachliche oder musikalische Symbolsystem festgelegt, während ein Computer zusätzlich auch bildhafte Codierungen verwenden kann. Die Leistungsfähigkeit eines Mediums in der Verarbeitung von Informationen drückt sich auf

zwei Arten aus. (1) Eine höhere Leistungsfähigkeit kann den Ablauf der Informationsdarbietung und die Art und Weise der Präsentation flexibler gestalten. (2) Eine höhere Leistungsfähigkeit kann sich in einer Erweiterung der Nutzungsmöglichkeiten seitens der Lernenden manifestieren. Es benötigt z.B. viel Verarbeitungsleistung vom Medium Computer, Informationen zu suchen oder den Ablauf von Videos zu beeinflussen. Mit den Nutzungsmöglichkeiten kommt dabei als weiteres wichtiges Merkmal von Lernsoftware ihre Interaktivität ins Blickfeld. Nach Kozma (1991) sollen Medien besonders bezüglich dieser Eigenschaften beschrieben werden.

Symbolsysteme, Informationspräsentation und Nutzungsmöglichkeiten haben mehrere wichtige Implikationen für Lernen. Sie beeinflussen die Art, wie Lernende Informationen verarbeiten und repräsentieren. Salomon (1974, 1979) meint, daß Informationen, welche in verschiedenen Symbolsystemen geliefert werden, unterschiedliche mentale Fähigkeiten zur Verarbeitung erfordern und unterschiedlich im Gedächtnis repräsentiert sein können. Die verschiedenen Symbolsysteme können auch für die Repräsentation bestimmter Aufgaben bzw. zur Vermittlung bestimmter Inhalte mal besser oder mal schlechter geeignet sein (Salomon, 1974, 1979). Computer zeichnen sich besonders durch ihre immensen Verarbeitungsfähigkeiten aus, weniger durch ihre Verwendung eines einzigartigen Symbolsystems. Verarbeitungsleistungen eines Mediums können mentale Prozesse von Lernern erleichtern und ihre Aneignung gewähren, indem sie z.B. Inhalte adäquat repräsentieren (ein Musikstück vorspielen), geforderte kognitive Fähigkeiten vormachen (einen Bewegungsablauf zeigen, den man sich sonst vorstellen muß) oder individuelle Bedürfnisse erfüllen (eine bestimmte Information suchen lassen). Dabei zeigen nur die tatsächlich in Anspruch genommenen Symbolsysteme, Präsentations- und Nutzungsmöglichkeiten eines Mediums Wirkung.

Ob die gebotenen Symbolsysteme, Präsentations- und Nutzungsmöglichkeiten eines Mediums einen Unterschied im Lernen machen oder nicht, hängt davon ab, wie sie zu einer bestimmten Lernsituation korrespondieren - der Aufgabe und den beteiligten Lernern - und auf welche Weise die Möglichkeiten des Mediums von einem instruktionalen Design genutzt werden.

Entscheidend für die psychologische Betrachtung von multimedialen Applikationen zum Lernen ist weniger die zugrundeliegende Technik als die Form der Informationspräsentation gegenüber dem Lerner. Gemeint sind hiermit

- die verschiedenen Symbolsysteme (Sprache, Bilder, Zahlen etc.), die verwendet werden,
- die angesprochenen Sinneskanäle (Hören, Sehen, evtl. haptischer Kanal),

- die Adäquatheit der gewählten Darstellung (gesprochener oder auditiver Text, Standbild, Bewegtbild) für die Inhalte,
- die Interaktionsmöglichkeiten (Einfluß- und Steuerungsmöglichkeiten der Lerner),
- die Adaptivität der Programme (Systemselbstanpassungen an die Lernerbedürfnisse)
- und die didaktische Konzeption des Lernprogramms.

1.1.4.2 Lernermerkmale

Von vielen kognitiven, (affektiv-)motivationalen und emotionalen Lernereigenschaften ist bekannt, daß sie den Lernprozeß beeinflussen können. Sie bestimmen mit, wie sich ein Lerner mit einem medialen Angebot auseinandersetzt. Bei den kognitiven Merkmalen findet sich eine breite Palette von potentiellen Faktoren: Inhaltsspezifisches und darstellungsspezifisches Vorwissen, strategisches und metakognitives Wissen haben sich als zu berücksichtigende Einflüsse herausgestellt. Im (affektiv-)motivationalen Bereich untersucht man z.B. Lernmotivation, Interesse an den Inhalten und Einstellungen zum Medium. Ein Beispiel für emotionale Persönlichkeitsmerkmale sind Ängste wie Leistungs- oder Sozialangst (Ablehnung von oder Blamage vor anderen).

1.1.4.3 Lerneraktivitäten

Lerneraktivitäten können beobachtbar oder nicht beobachtbar sein. Beobachtbare Aktivitäten beinhalten das konkrete Nutzungsverhalten, nicht beobachtbare Aktivitäten interne Verarbeitungsprozesse. Beispiele dafür sind Zurück- oder Vorwärtsblättern in einem Buch oder die Kreation eines Vorstellungsbildes. Dabei kann das beobachtbare Verhalten das Ergebnis innerer Verarbeitung oder Ausdruck dieser sein. Z.B. kann die Wahl einer Informationseinheit in einem Hypertextsystem aus einer Defiziteinschätzung im Wissen des Lernenden hervorgehen oder Augenbewegungen zwischen zwei Bildern können der Ausdruck für eine Vergleichsoperation sein.

Ein Medium bietet dem Lerner bestimmte Nutzungsmöglichkeiten. Die wahrgenommenen Nutzungsmöglichkeiten legen zu einem großen Teil fest, was beim Lernprozeß herauskommt (Kozma, 1991). Die Angebote, die von einem Computer ausgehen, werden als Interaktionsangebote bezeichnet. Physikalische und virtuelle Interaktionseinrichtungen gestalten die Nutzungsmöglichkeiten der Lernprogramme mit. Ein großes Angebot an Einfluß- und Steuerungsmöglichkeiten im Programm erfordert die Selbststeuerung der Lernenden. Die LernerInnen müssen dann zur Selbstregulation ihres Lernens fähig sein.

Die Art der Präsentation von Informationen kann bestimmte kognitive Prozesse im Lerner fördern oder diese sogar bilden (Salomon, 1979). Wenn sich ein Lerner z.B. beim mentalen Drehen eines Objektes schwer tut, so kann die virtuelle Drehung eines Objekts am Computerbildschirm diese Prozesse erleichtern oder sogar zum Erlernen dieser Prozesse beitragen.

1.1.4.4 Lehrziele

Im Rahmen von Unterricht versucht man, Lernende so zu beeinflussen, daß sie bestimmte Lehrziele erreichen. In der Psychologie werden drei Lehrzielbereiche unterschieden: der kognitive, affektive und psychomotorische Lehrzielbereich. Kognitive Lehrziele beziehen sich auf intellektuelle Fähigkeiten und Kenntnisse, affektive Lehrziele auf Einstellungen und Werte, psychomotorische Lehrziele auf den Aufbau von motorischen Fertigkeiten. Wie steht es aber um medial vermittelten Unterricht über den Computer? Ist der Computer als Lern- und Instruktionsmedium für alle Lehrziele tauglich oder ist er für manche Lehrziele prinzipiell ungeeignet?

Von den drei Lehrzielkategorien, die in der Instruktionspsychologie unterschieden werden, (1) die inhaltlich-begrifflichen Ziele (Wissen zum Was), (2) die prozeduralen Ziele (Wissen zum Wie) und (3) die theoretischen Ziele (Wissen zum Warum), gibt es keine, die der Computer nicht überzeugend vermitteln könnte (Weidenmann & Krapp, 1989). Diese Kategorien bezeichnen durchgängig kognitive Lehrziele. Psychomotorische Lehrziele lassen sich nur eingeschränkt umsetzen. Affektive Lehrziele (z.B. Einstellungen, Normen und Werte) sind oft nur schwer und mittelbar zu beeinflussen.

Ein wichtiger Aspekt der Erfassung von Lehrzielen ist das Verhältnis zwischen Lern- und Testaufgaben. Eine geeignete Wahl von Aufgaben zur Erfassung von Lernleistungen entscheidet darüber, ob Effekte entdeckt werden oder nicht. Entsprechen die Testaufgaben dem, was der Lerner während der Wissensaneignung an Verarbeitung leisten muß, stellen sich leichter Effekte ein. So kann eine Lernprüfung mit Bilderzeichnen oder Bilderkompletieren bei rein textlichem Lernen zu anderen Ergebnissen führen als eine sprachliche Abfrage der Inhalte. Ebenso wird man sich schwer tun, bei bildlichem Lernen sprachlich Effekte zu erfassen. Bei einem Querschnitt durch das Gehirn ist es oftmals leichter, den Hypothalamus zu zeigen als seinen Ort sprachlich fest zu machen.

1.1.4.5 Lernfeld

Ein weiterer Interessenspunkt der Forschung ist, in welchen Lernfeldern, d.h. auf welche Art und Weise CUL sinnvoll eingesetzt wird (Fricke, 1991). Lernt man mit CUL alleine am Arbeitsplatz, Zuhause oder in einem Lernzentrum unter (potentieller) Anwesenheit anderer oder gemeinsam mit einem Partner? Für den Zusammenhang zwischen Lernfeld und Zielgruppen liegen nur spärlich empirische Ergebnisse vor (Euler, 1992). Fricke (1991) resümiert, daß eine optimal wirksame CBT-Lehr-Lern-Umgebung nur durch Kombination mehrerer Medien und durch Integration in ein didaktisches Gesamtkonzept erreicht werden kann.

Beim individuellen Lernen am Arbeitsplatz werden Lern- und Arbeitsphasen miteinander verbunden. Dies erscheint besonders sinnvoll beim Erlernen neuer EDV-Anwenderprogramme im Zusammenhang mit bekannten Zielen oder bei Arbeitsprozessen, die einen unmittelbar zu befriedigenden Lernbedarf hervorbringen (Euler, 1992). Für das Lernen am Arbeitsplatz sind einige Bedingungen zu berücksichtigen:

1. Wann soll gelernt werden? Man kann z.B. extra Lernzeiten einräumen, zugestandene Lernzeit von den Lernern selbst in Anspruch nehmen lassen oder hoffen, daß Lerner die Pausen oder ihre Freizeit mit CUL verbringen.
2. In welchen Zusammenhang soll mit CUL gelernt werden? Ist CUL in einen curricularen Rahmen eingebettet (z.B. zur Vor- oder Nachbereitung eines Seminars) oder soll mit CUL alleine gelernt werden?
3. Wie ist die Einstellung zum Lernen am Arbeitsplatz? Lernen am Arbeitsplatz ist noch eher ungewohnt und weniger akzeptiert bei Arbeitenden und Vorgesetzten. Dies scheint sich aber in den letzten Jahren zu ändern.
4. Wie wird CUL in den Arbeitsprozeß eingebunden? Lernen kann eher als Problemlösung während oder ergänzend zur Arbeit stattfinden oder losgelöst (zur Erschließung ganzer Themengebiete). Dementsprechend können größere Einheiten weniger gut und effektiv zwischen Arbeitsprozesse integriert werden. Kurzinformation oder Wiederholungen kurzer Teile sind adäquater.
5. Wie gestalten sich die räumlichen Bedingungen? Der Lernende kann in einem Großraumbüro mit vielen Störeinflüssen oder in einem Einzelbüro sitzen. Das kann vor allem seine Aufmerksamkeit beeinflussen.
6. Gibt es zusätzliche Ansprechpartner, welche bei Problemen mit dem CUL-Programm oder inhaltlich behilflich sein können?

Lernen an einem eigenständigen Lernplatz findet getrennt vom Arbeitsplatz statt. Dies kann zu Hause, in einem Lernzentrum oder an der Arbeitsstelle sein. Prinzipiell stellen sich ähnliche Fragen wie oben. Zur Erarbeitung neuer Themengebiete bietet sich ein solcher Lernplatz an. CUL kann auch innerhalb einer Lehrveranstaltung eingesetzt werden, an der mehrere Lerner teilnehmen. Dabei übernimmt der Computer bestimmte Lehraufgaben. Besonders in Lerngruppen besteht noch eine weitere Möglichkeit des Lernens in Partnerarbeit. Dabei muß besonders berücksichtigt werden, ob das eingesetzte Lehr-Lern-Programm zur gemeinsamen Arbeit geeignet ist.

1.1.4.6 Zusammenfassung

Lernen findet in der Auseinandersetzung eines Lerners mit bestimmten lernrelevanten Merkmalen mit einem medialen Angebot statt. Das mediale Angebot ist definiert durch die Materialität des Mediums und die übermittelten kodierten und strukturierten Inhalte. Dieses Angebot stellt Anforderungen an den Lerner, z.B. an seine kognitiven Fähigkeiten oder sein Wissen. Im konkreten Umgang mit dem medialen Angebot treten verschiedene Lerneraktivitäten auf. Beobachtbares Nutzungsverhalten und kognitive Verarbeitung bestimmen letztendlich über den Lernerfolg. Lernen findet dabei immer in konkreten Lernfeldern statt, die sich vor allem darin unterscheiden, ob man alleine, alleine in einer Gruppe oder gemeinsam lernt und wie sich das mediale Lernen mit den weiteren Umständen (z.B. Einbettung in Curriculum, in Arbeitsvorgänge, Einstellung der Vorgesetzten, Räumlichkeiten) arrangiert.

1.1.5 Einbettung dieser Arbeit in die Forschung

Computerunterstütztes Lernen erfährt durch seine multimediale Variante einen neuen Aufschwung. Besonders drei Aspekte rücken dabei ins Blickfeld: Multicodierung, Multimodalität und Interaktivität. Multimediasysteme bieten piktoral oder sprachlich dargestellte Informationen an, welche über verschiedene Sinnesorgane aufgenommen werden. Dabei tritt der Benutzer in Wechselwirkung mit dem Programm. Benutzer und Programm beeinflussen sich gegenseitig.

Bilder haben schon immer eine wichtige Rolle beim Lernen gespielt. Von Bildern wird dabei erwartet, daß sie motivationale und kognitive Funktionen im Lernprozeß erfüllen. Kombiniert mit Text können sie das Behalten und Verstehen von Informationen fördern. Besonders aus dem multimedialen Lernen und Lehren sind Bilder nicht wegzudenken. Kein Programm wird

auf diese attraktive Informationsart verzichten. Interaktivität und Multimodalität sollen in Verbindung mit Bildern die Informationsverarbeitung beeinflussen.

Die Verwendung von Computern kann die Nutzungsmöglichkeiten von Bildern erweitern. Besonders von Interaktionen mit Bildern - z.B. visuelle oder auditive Zusatzinformationen über Bilder abrufen, weitere Bildausschnitte anfordern, Bildbereiche vergrößern, virtuelle dreidimensionale Objekte drehen, sich in virtuellen Räumen bewegen - erhofft man sich, daß sie zu einer anders gearteten Bildverarbeitung auffordern. Eine interaktive Bildnutzung verspricht eine Förderung der Bildverarbeitung und infolgedessen auch eine allgemeine Förderung des Lernens (Ballstaedt, 1997).

Mit der Rechenkraft von Computern können neben einer ständig flexibleren Darbietungsweise von Informationen auch immer mehr Sinnesmodalitäten über Sehen und Hören hinaus einbezogen werden. Mit Informationsangeboten für den Hörsinn erhofft man sich entsprechend ein höheres und stetiges Aufmerksamkeitsniveau mit einer Entlastung der Verarbeitungskapazitäten. In Kombination mit Bildern können gesprochene Texte vermutlich auch zu einer Verbesserung der Bildverarbeitung beitragen.

Über Interaktionen mit Bildern und ihren Einfluß auf die Bildverarbeitung und das Lernen ist noch sehr wenig bekannt. Zur Wirkung gesprochener Texte in Lernprogrammen existieren bereits einige Untersuchungen (siehe Abschnitt 1.4.2.3). Mit dieser Arbeit wird versucht, mögliche Auswirkungen von Interaktivität über Bilder und gesprochener Sprache auf die Bildverarbeitung in Abhängigkeit von verschiedenen Lernermerkmalen wie Vorwissen und thematisches Interesse aufzuzeigen und das Wissen zum Einsatz gesprochener Texte in Lernprogrammen zu bereichern.

1.2 Lernen mit Texten und Bildern

Bilder erfreuen sich einer allgemeinen Beliebtheit in vielen Lehrbüchern und Sachtexten, seien sie für die Schule, das Studium oder für die betriebliche Aus- und Weiterbildung. Von ihrem Nutzen für die Lernenden ist und war man immer überzeugt. Aber was sagen die Psychologen aus wissenschaftlicher Perspektive dazu?

In zahlreichen Studien wurde eine immens hohe Wiedererkennensrate von Bildern und die Überlegenheit von bildhaftem gegenüber sprachlichem Material beim Wiedererkennen und Reproduzieren nachgewiesen (Engelkamp, 1990, 1991, 1998; Levie, 1987). Menschen haben also ein besseres Gedächtnis für Bilder als für Worte. In der angloamerikanischen Literatur wird dieser Effekt "pictorial superiority effect" genannt. Aus diesen Untersuchungen kann

jedoch nicht auf eine ähnliche Wirkung beim Lernen von größeren bedeutungshaltigen Informationsmengen geschlossen werden, u.a. weil diese Ergebnisse meist mit sinnlosem Material oder kleinsten Lerneinheiten (z.B. Wörter und Einzelbilder von Objekten) erzielt wurden.

Diese anfänglichen Bemühungen in der Grundlagenforschung führten zu dem Schritt, größere bedeutungsvolle Informationsmengen vorzugeben und den erhofften positiven Effekt von Bildern auf das Behalten und Verstehen von Texten nachzuweisen. Dies gelang. Die Ergebnisse vieler Untersuchungen (siehe Metaanalysen von Levie & Lentz, 1982; Levin, Anglin & Carney, 1987) bestätigen, daß Bilder beim Lernen mit Texten das Behalten und Verstehen von Textinformationen fördern können. In den Studien wurden auch einige Voraussetzungen für diese unterstützende Wirkung identifiziert.

Ein Mangel vieler Untersuchungen in diesem Bereich liegt darin, daß Bilder als Beiwerk zu Texten degradiert wurden und lediglich ihre verbessernde Wirkung im Behalten und Verstehen von Textinformation betrachtet wurde. Die den Bildern eigene Information und Bedeutung gelangte nur selten in den Fokus der Forscher, ebenso wie die im Lerner ablaufenden Verarbeitungsprozesse. Ein weiterer Schritt bestand darin, die gesamten Komponenten des Wirkgefüges beim Lernen mit Bildern und Texten zu betrachten. Zu diesem Wirkgefüge gehören (1) Merkmale der Medien und deren zu kommunizierende Inhalte, (2) Eigenschaften der Lernenden, (3) die Lernaktivitäten und Verarbeitungsleistungen der Lernenden und (4) die Lehrziele und ihre Erfassung.

Aus den Untersuchungen wissen wir auch, daß Bilder oftmals nicht adäquat genutzt werden (Drewniak, 1992; Levie & Lentz, 1982; Weidenmann, 1988a, 1988b, 1989, 1998), selbst wenn die Lernenden nötiges Wissen über Bildverarbeitungsstrategien besitzen. Als weiterer Schritt wurde deshalb versucht, durch Instruktion und andere Methoden die Bildverarbeitung zu unterstützen. Letztendlich erhofft man sich durch die Förderung geeigneter Bildverarbeitungsprozesse, die Lernleistungen bzgl. Text- und Bildinformationen zu erhöhen.

Im folgenden wird beschrieben, (1) welche Arten von Bildern unterschieden werden und wie sie in ihrer Gestaltung differieren, (2) welche Einflußfaktoren bei der Bildverarbeitung eine Rolle spielen, (3) welche Ergebnisse zwei Metaanalysen zum Lernen mit Text und Bildern erbracht haben, (4) welche Erklärungen für die Lernförderung angeführt werden, (5) welche Prozesse bei der Bildverarbeitung eine Rolle spielen, (6) welche Ergebnisse zu Lerneraktivitäten beim Lernen mit Bildern in Texten vorliegen und (7) wie die Bildverarbeitung unterstützt werden kann.

1.2.1 Grundsätzliches zu Bildern

Weidenmann (1994) führt die Bezeichnung informierende Bilder für Bilder ein, "die erstellt wurden, um Aussagen zu bestimmten Inhalten zu machen" (Weidenmann, 1994, S. 9) und sieht ihre Verwendung vorwiegend in Situationen zum Erwerb von Wissen und Fertigkeiten in instruktionalen Settings. Informierende Bilder sollen bestimmte Informationen effektiv kommunizieren. Daneben existieren andere Bezeichnungen für Bilder, die Lernen unterstützen sollen, z.B. instruktionale oder verstehensrelevante Bilder (Drewniak, 1992). Die verschiedenen Kategorien informierender Bilder und ihre Gestaltungsprinzipien werden in den zwei folgenden Absätzen vorgestellt.

1.2.1.1 Arten von Bildern

Zwei Arten von Bildern werden hauptsächlich in der Literatur gegenübergestellt: Darstellende Bilder, auch Abbildungen genannt, und logische Bilder. Darstellende Bilder zeigen Ähnlichkeit mit dem repräsentierten Inhalt (Peeck, 1994b). Die Gestaltung der Bilder soll eine reale Wahrnehmung simulieren (Weidenmann, 1994). Gezeigt werden oftmals Objekte oder Szenen der Welt. Die Darstellung kann dabei sehr wahrnehmungsnah sein (z.B. Foto eines fernsehenden Kindes, ein Fernsehfilm) oder davon mehr oder weniger abgehoben sein (z.B. Strichzeichnung eines fernsehenden Kindes, ein Trickfilm). Eine besondere Form von Abbildungen sind Analogiebilder.

Logische Bilder visualisieren abstrakte Strukturen, Relationen, Mengen und Abläufe in konventionalisierter Form (Weidenmann, 1994). Beispiele dafür sind Kreis-, Flächen-, Säulen-, Kurven-, Fluß- und Strukturdiagramme. Für die Gestaltung dieser Diagramme gibt es konkrete Vorschläge und Richtlinien. Abbildungen und logische Bilder können kombiniert werden. Durch die Einbindung von Abbildungen in logische Bilder können diese konkreter werden. Sie verlieren dabei von ihrem abstrakten Charakter.

Zudem unterscheidet man neben diesen beiden Bildkategorien gelegentlich Schemazeichnungen (Weidenmann, 1994). Sie stellen wie Abbildungen konkrete Realitätsausschnitte dar, allerdings auf abstrakter Ebene mit Hilfe künstlicher Zeichen. Beispiele für schematische Bilder sind Landkarten, Schaltpläne und technische Zeichnungen.

Ballstaedt (1997) zählt Schemazeichnungen zu den Abbildungen. Er unterscheidet "vier Haupttypen von Abbildern, die ein Kontinuum abnehmender Konkretheit oder zunehmender Abstraktheit bilden" (Ballstaedt, 1997, S. 202). Die Übergänge zwischen diesen Haupttypen sind fließend. Schematische Abbilder sind am abstrakteren oder weniger konkreteren Ende

des Kontinuums anzusiedeln, realistische Abbilder wie Fotos am wenig abstrakten, konkreten Ende. Dazwischen lassen sich Linienabbilder (Strichzeichnungen) und texturierte oder schattierte Abbilder einordnen (Ballstaedt, 1997).

1.2.1.2 Die Gestaltung von Bildern zum Wissenserwerb

Informierende Bilder kommunizieren einen Inhaltsbereich. Sie tragen eine bestimmte Botschaft an einen Betrachter heran. Dabei sollte die Bildgestaltung den Inhalten und dem Bildbetrachter in einer gegebenen Situation gerecht werden. Die Bildcodierung soll alle relevanten Aspekte der Inhalte aufgreifen und optimal für den Betrachter in einer gegebenen Rezeptions-situation aufbereiten. Weidenmann (1994) spricht in diesem Zusammenhang von Bildern als speziellen Ausformulierungen visueller Argumente (bzw. Inhalte). Bei der Gestaltung von Bildern unterscheidet er zwischen Darstellungscodes und Steuerungscodes. Darstellungscodes sind bildgestalterische Möglichkeiten zur angemessenen Visualisierung der Inhalte (Argumentangemessenheit). Steuerungscodes als bildgestalterische Möglichkeiten versuchen, eine angemessene Bildverarbeitung zu gewähren (Rezeptionsangemessenheit).

Darstellungscodes

Die Darstellungscodes von Abbildungen und logischen Bildern unterscheiden sich. Bei Abbildungen ist es wichtig, die typischen Aspekte der Inhalte herauszuarbeiten, um dem Rezipien-

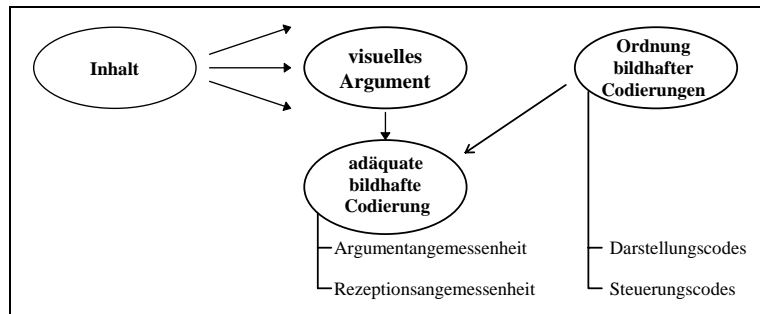


Abbildung 1.6: Ein Inhalt kann in unterschiedlichen Weisen als Bild (visuelles Argument) dargestellt werden. Die Codierung soll dabei die Inhalte adäquat repräsentieren (Argumentangemessenheit) und dem Rezipienten in der Rezeptionssituation eine adäquate Verarbeitung ermöglichen (Rezeptionsangemessenheit). Die Menge aller Codierungsmöglichkeiten lassen sich zwei Kategorien zu-teilen, Darstellungscodes und Steuerungscodes, welche als Bildgestaltungs-möglichkeiten die Argument- bzw. Rezeptionsangemessenheit unterstützen.

ten die Erzeugung eines adäquaten mentalen Abbildes zu ermöglichen. Abbilder stellen reale Objekte oder Szenen dar. Sie beziehen sich auf beobachtbare Ereignisse oder Dinge. Daher spielen herkömmliche Attribute der Wahrnehmung wie Farbe, Konturen, Schattierungen, Perspektive und Platzierung im Raum eine Rolle. Logische Bilder stellen keine beobachtbaren Entitäten dar. Sie visualisieren Abstraktheit. Für logische Bilder wurden deshalb eigene Darstellungscodes erfunden und konventionalisiert, damit sie verarbeitbar sind. Für logische und darstellende Bilder gilt aber, daß bestimmte Codes besser oder schlechter geeignet sein können, ein bestimmtes visuelles Argument zu kommunizieren.

Steuerungscodes

Eine bildliche Steuerung der Rezeption ist schwierig, aber nicht unmöglich. Die Möglichkeiten lassen sich in implizite und explizite Steuerungscodes aufgliedern. Eine explizite Steuerung besteht in der Hinzunahme spezieller graphischer Zeichen, welche Hinweise für die Verarbeitung geben sollen. Beispiele dafür sind farbige Hervorhebungen, Pfeile, Ausschnittsvergrößerungen usw. Implizite Steuerungscodes bestehen in einer absichtlichen Variation der Darstellungscodes. Z.B. kann durch den Detailreichtum oder die Größe eines Bildelements dieses Element hervorgehoben werden. Voraussetzung für die Wirksamkeit bildlicher Steuerung ist, daß sich der Betrachter ausreichend lange mit dem Bild beschäftigt, die Steuerungscodes erkennt und mit ihnen vertraut ist. Folgende Tabelle 1.5 faßt die Aussagen zu Darstellungs- und Steuerungscodes zusammen.

Tabelle 1.5: Codes für informierende Bilder (Weidenmann, 1994, S. 13)

	Darstellungscodes	Steuerungscodes
Absicht des Bildautors	Argument angemessen visualisieren	Extraktion des Arguments steuern
Strategie	Typizität Konventionalität	Abweichung vom Gewohnten Hinweis auf Besonderheit
Techniken	Bei Abbildern: Kontur Schattierung Perspektive natürliche Farbgebung natürliche Proportionen Situierung in vertraute Kontexte typische Bewegung Bei logischen Bildern: Einhalten von Konventionen (Arten, Leserichtung)	Implizite Steuerungscodes optische Hervorhebungen Kontrastierung, Vergleich Anordnung im Bildraum (Vordergrund, Zentrum) Verkleinerung, Vergrößerung Explizite Steuerungscodes (spezielle Hinweiszeichen): Pfeile, Symbolfarben usw.

1.2.2 Bedingungsfaktoren der Bildverarbeitung

Vier Faktorengruppen sind zur Untersuchung der Verarbeitung von Bildern zu berücksichtigen (Jenkins, 1979; Salomon, 1979, 1989):

- (1) Bildeffekte sind abhängig von verschiedenen Lernervariablen. Dazu gehören z.B. Vorwissen, Lernmotivation, strategische Kompetenzen (Wissen von Verarbeitungsstrategien), metakognitives Wissen (Wissen über den Einsatz von Verarbeitungsstrategien), metakognitive Steuerungsprozesse (Prozesse zur Planung, Kontrolle und Überwachung von Aktivitäten) und Bildlesefähigkeiten (visual literacy).
- (2) Die Eigenschaften des Lernmaterials nehmen Einfluß auf die Wirkung von Bildern. Zu ihnen zählen Darstellungsformen von Bildern, Text-Bild-Komplementarität, Bildqualität, Komplexität, Sequenzierung im Lernmaterial, Plazierung der Bildelemente (z.B. Lese-richtung), Neuheit, motivationaler Anreiz usw.
- (3) Ebenso sind die gesetzten Lehrziele und die dazugehörige Messung, inwieweit diese erreicht wurden, von Bedeutung. Man muß zwischen affektiven, kognitiven und psychomotorischen Lehrzielen unterscheiden und entsprechende Leistungsmaße kreieren. Das bildet eine Voraussetzung dafür, damit Aussagen über spezifische Wirkungen gemacht werden können.
- (4) Als großer vermittelnder Komplex zwischen diesen drei Faktorengruppen steht der Mensch und seine Lernaktivitäten und Verarbeitungsleistungen. Lernende steuern ihre Aufmerksamkeit, motivieren sich, aktualisieren relevante Vorkenntnisse und metakognitives Wissen, führen metakognitive Kontroll- und Überwachungsprozesse oder strategische Aktivitäten aus.

Diese Faktorengruppen sollen in den folgenden Punkten näher exemplifiziert werden.

1.2.2.1 Lernermerkmale

Bei einer Vielzahl von motivationalen, emotionalen und kognitiven Merkmalen der Lernenden kann davon ausgegangen werden, daß sie den Prozeß beim Lernen mit Bildern beeinflussen. Einige davon sollen erwähnt werden.

- (1) Thematisches Vorwissen: Das Vorwissen der Lernenden bildet eine wichtige Bedingung für den adäquaten Umgang mit Bildern (Dwyer, 1978; Peeck, 1987). "Die Relevanz des Bildes für das Textverständnis, die Adäquatheit der Informationsverarbeitung bei der Bildbetrachtung, die Häufigkeit und Dauer der Bildbetrachtung sowie die Instruktionsfunktionen einer Illustration können vom Vorwissen beeinflußt werden" (Drewniak, 1992, S. 50).

Auch Levin, Anglin und Carney (1987) stellen fest, daß dieselben Bilder für Lernende mit unterschiedlichem kognitivem oder bereichsspezifischem Wissen unterschiedliche Funktionen erfüllen können. Der Bedeutung des Vorwissens für die Verarbeitung von Bildern wurde in verschiedenen Studien nachgegangen (Joseph & Dwyer, 1984; Dean & Enemoh, 1983). Die Ergebnisse lassen vermuten, daß die Verarbeitung, Speicherung und Wiedergabe von Bildinformationen vom Vorwissen abhängen. So berichten Joseph und Dwyer (1984), daß Schüler einer zehnten Klasse mit sehr geringem Vorwissen von unterschiedlichen realitätsnahen Abbildungen des menschlichen Herzens nur wenig profitierten, während Schüler mit mittlerem Vorwissen am besten mit Bildern lernten, welche aus Strichzeichnungen und Photographien kombiniert wurden. Schüler mit viel Vorwissen erzielten die besten Leistungen, wenn ihnen realistische Fotos geboten wurden. Der Wissensaufbau bei den Lernenden wurde demnach von ein und demselben Bild je nach Vorwissen verschieden unterstützt.

- (2) Motivation: Von motivationalen Variablen wird erwartet, daß sie einen Einfluß auf die Lernleistung und auf die im Lernprozeß eingesetzten Verarbeitungsprozesse und -strategien ausüben. Zu den motivational wirksamen Konzepten zählen z.B. die intrinsischen und extrinsischen Aspekte der Lernmotivation, locus of control, Selbstwirksamkeit, Lage- und Handlungsorientierung und Interesse. Insgesamt wurden bisher motivationale Variablen auf Lernerseite beim Lernen mit Bildern vernachlässigt.

Stellvertretend für diese angeführten motivationalen Konzepte soll das Konzept der Selbstwirksamkeitserwartung angerissen werden. Dieser von Bandura (1977) kreierte Begriff bezeichnet die Überzeugung einer Person, ein Verhalten erfolgreich ausführen zu können. Davon abzugrenzen ist die Ergebniserwartung; damit ist die Erwartung bezeichnet, daß ein bestimmtes Verhalten zu einem bestimmten Ergebnis führt. Die Selbstwirksamkeitserwartung kann in ihrer Stärke und Generalität variieren. Sie soll die Auswahl des Ziels und des Verhaltens beeinflussen und die Anstrengungsbereitschaft und Ausdauer bei der Verhaltensausführung mitbestimmen. Konkrete Erfahrungen in einer Situation bilden dabei die wichtigste Quelle für die Selbstwirksamkeitserwartung. Die Erwartung, im Umgang mit dem Computer oder Bildern gut lernen zu können, also erforderliches Verhalten zu zeigen, sollte demnach den Umgang und die Performanz beim Lernen mit Bildern oder mit dem Computer mitbestimmen. Die neuesten Ergebnisse zu der Selbstwirksamkeitser-

wartung, mit Computern und Bildern lernen zu können, bestätigen allerdings nicht den vermuteten Einfluß (Eiwan, 1998; Lewalter, 1997b).

- (3) Metakognitives Wissen: Metakognitives Wissen im Sinne von Wissen über den Einsatz von Verarbeitungsstrategien sollte Lernen mit Bildern begünstigen. Metakognitives Wissen darüber, wann, wie und unter welchen Bedingungen eine spezifische Bildverarbeitungsstrategie eingesetzt werden soll, könnte sich dementsprechend auswirken, daß in einer Lernsituation auch die für eine Aufgabe erfolgreichsten Strategien ausgewählt und angewandt werden. Aus einigen Untersuchungen wissen wir allerdings, daß dieses metakognitive Wissen sich nicht unbedingt auf die Lernleistung auswirkt (Drewniak, 1992; Salomon, 1984; Weidenmann, 1988b). Drewniak (1992) wertet ihre Ergebnisse in der Weise, daß das vorhandene Wissen über aufgaben- und situationsangemessene Verarbeitungsstrategien in der Lernsituation nicht eingesetzt wird.
- (4) Bildlesefähigkeiten (visual literacy): Bilder können auf vielfältige Weise gestaltet werden, wie die Unterscheidung zwischen Darstellungscodes und Steuerungscodes von Weidenmann (1994) zeigt. Für den Betrachter eines Bildes ist es wichtig, die Botschaft des Bildautors zu erschließen. Dies kann nur erfolgen, wenn er mit den Darstellungsmitteln (Darstellungs- und Steuerungscodes) vertraut ist und diese richtig deuten kann. Erst dann eröffnen sich dem Lerner die wichtigen Elemente der Bilder und ihre Beziehungen zueinander. Besonders einsichtig ist dies bei der Rezeption von logischen Bildern, wobei die Darstellungskonventionen bekannt sein müssen. Z.B. erfordert die Veranschaulichung eines Sachverhaltes in einem kartesischen Koordinatensystem Wissen darüber, wie eine solche Repräsentation zu lesen ist. Einen Überblick zu Bildlesefähigkeiten geben Moore und Dwyer (1994) oder Pettersson (1994).

1.2.2.2 Eigenschaften des Lernmaterials

Gestaltungsmerkmale des Lernmaterials wirken sich ebenfalls auf den Lernprozeß und den Lernerfolg aus. Im Bereich Lernen mit Texten und Bildern findet sich eine Vielzahl von Untersuchungen, in denen die Bildgestaltung systematisch variiert und die Zusammenhänge hauptsächlich zum Lernerfolg ermittelt wurden. Einige Aspekte der Gestaltung von Bildmaterial sollen angesprochen werden.

- (1) Qualität: Nach Peeck (1987) soll ein Bild Mindestanforderungen in bezug auf (a) die ästhetische, künstlerische und technische Qualität, (b) die authentische und korrekte Sach-

verhaltensdarstellung und (c) die Reduktion der Komplexität der im Text vermittelten Informationen bei einem dennoch vorhandenen didaktischen Gehalt erfüllen.

- (2) Realitätsnähe: In Untersuchungen zur Realitätsnähe von Abbildungen variieren die Darstellungen zwischen Fotos über Strichzeichnungen bis hin zu schematischen Abbildungen. Besonders die Forschungsgruppe um Dwyer beschäftigte sich mit der optimalen Gestaltung von Abbildern (Dwyer, 1972, 1978; Dwyer & De Melo, 1984; Joseph & Dwyer, 1984). Ein Ergebnis der Studien ist, daß eine geringe Realitätsnähe bei vorgegebenem Lerntempo sich am wirkungsvollsten auf die Lernleistung mit Bildern auswirkt, während bei selbstgesteuertem Lerntempo Bilder mit mittlerer bis hoher Realitätsnähe zu einem höheren Lernerfolg beitragen (Dwyer, 1978).
- (3) Steuerung der Bildverarbeitung: Durch explizite SteuerungsCodes (Bovy, 1981), sprachliche Hervorhebungen im Bild (Beck, 1984, 1991), Hervorhebungen im Text (Kauchan, Eggen & Kirk, 1978) und Bildlegenden (Bernard, 1990) wurde erfolgreich auf die Verarbeitung von Bildern und den Lernerfolg Einfluß genommen.
- (4) Anordnung der Bildelemente im Bild: Die Anordnung einzelner Bildelemente im Bild kann die Bildrezeption beeinflussen. Z.B. kann die parallele Platzierung von ähnlichen Bildern zum Vergleich anregen oder die sequentielle Ausrichtung von links nach rechts oder von oben nach unten den Rezeptionsgewohnheiten (z.B. Leserichtung) entgegenkommen.
- (5) Anordnung der Bilder im Text: Die Platzierung von Illustrationen im Text kann einen Einfluß auf die Wirkung von Illustrationen ausüben. Bilder, welche am Anfang eines Textabschnittes präsentiert werden, können dazu dienen, das Vorwissen zu aktivieren und infolgedessen die Textbearbeitung und den Aufmerksamkeitsfluß zu steuern (Koran & Koran, 1980). Einleitende Bilder können auch die Textstruktur visualisieren, um die Orientierung im Text zu erleichtern (Dean & Kulhavy, 1981). Am Ende eines Textabschnittes präsentierte Bilder können als Zusammenfassung dienen (Rickards, 1979), von den Lernenden zur Wiederholung des Gelernten (Rickards, 1979) oder zur Überprüfung des Verständnisses (Brody, 1982) genutzt werden.

Text-Bild-Beziehung

Die Beziehung zwischen Text- und Bildinformationen kann unterschiedlich ausgestaltet sein. Ballstaedt, Molitor und Mandl (1989) fordern eine genaue Untersuchung dieser Beziehung. Sie unterscheiden Informationsredundanz und -komplementarität. Redundant ist Information, wenn sie in Text und Bild gleichzeitig vorkommt, komplementär, wenn sich Information aus

Text und Bild ergänzen. Aus gedächtnistheoretischer Sicht ist eine redundante Text-Bild-Beziehung sinnvoll, in der in etwa dieselbe Information in Text und Bild doppelt vorkommt. Für eine komplementäre Gestaltung der Informationen plädieren Modelle, welche den Wert einer tieferen Verarbeitung betonen. Insgesamt lassen sich für beide Positionen Belege finden.

Nach Weidenmann (1994) stellt die effektive Nutzung von Text-Bild-Kombinationen zum Aufbau mentaler Modelle eine besondere Herausforderung für die Lernenden dar. Sie müssen die folgenden Anforderungen bewältigen: (1) Die Lernenden müssen ihre Aufmerksamkeit selektiv zwischen Text- und Bildinformationen aufteilen. (2) Sie müssen das sprachliche und bildhafte Symbolsystem gleichzeitig oder abwechselnd verarbeiten. (3) Die Text- und Bildinformationen müssen zu einer kohärenten semantischen Gedächtnisrepräsentation zusammengefügt werden.

Multimedia bringt eine Vielfalt an Symbolsystemen und Modalitäten mit sich. Damit steigen die Anforderungen an die Lernenden, ihre begrenzten Aufmerksamkeitskapazitäten optimal auf die verschiedenen Informationsarten zu verteilen und die angebotenen Informationen semantisch kohärent zu integrieren (Ballstaedt, 1990; Mevarech, Shir & Movshovitz-Hadar, 1992; Nugent, 1982). Einen besonderen Nachteil bei Text-Bild-Kombinationen stellt eine schlechte Koordination bzw. Synchronisation der Informationen dar (Weidenmann, 1994). Hierfür wird der Begriff der „Text-Bild-Schere“ benutzt. Damit wird eine semantische Diskrepanz zwischen gleichzeitig präsentierten sprachlich und bildhaft kodierten Inhalten bezeichnet. Diese Diskrepanz erschwert es den Lernenden, eine kohärente Repräsentation aufzubauen oder verhindert diese sogar. Ferner lassen sich bei konkurrierenden Inhalten aus der optischen und akustischen Sinnesmodalität Interferenzen feststellen, welche auf der Kapazitätsbeschränkung unseres Verarbeitungssystems beruhen können (Antes & Kristjanson, 1993).

1.2.2.3 Lehrziele

In der Psychologie werden drei Lehrzielbereiche unterschieden: kognitive, affektive und psychomotorische Lehrziele. Mit Wissenstests will man abklären, welche kognitiven Lehrziele erreicht worden sind. Verschiedene Untersuchungen zeigen, daß die Art des Wissenstest wesentlich darüber entscheidet, welche Effekte sich beobachten lassen (Dwyer, 1978; Dwyer & De Melo, 1984; Joseph & Dwyer, 1984; Lewalter, 1997b; Mayer, 1989; Seel & Strittmatter, 1984). Für die Gestaltung von Lerntests, die differenzierte Informationen über den Lernerfolg mit Texten und Bildern geben sollen, sind folgende Aspekte zu beachten (Lewalter, 1997b):

- (1) Darstellungsmodus: Informationen in Lernmaterialien können entweder sprachlich, bildlich oder sprachlich und bildlich präsentiert werden. Dieser Umstand ist bei der Gestaltung von Aufgaben zu berücksichtigen.
- (2) Bearbeitungsmodus: Erhalten Versuchspersonen eine Instruktion (vor oder während) der Bearbeitung von Lernmaterial, so ist diese zu beachten. Instruktionen können die Verarbeitung z.B. auf bestimmte Informationsdarstellungen oder Inhalte ausrichten.
- (3) Aufgabentypen: Aufgaben sollten bzgl. ihrer Schwierigkeit und ihrer Ausrichtung getrennt ausgewertet werden. Gegenwärtig wird oftmals zwischen Behaltens-, Verständnis-, Problemlöse- und Transferaufgaben differenziert. Dabei spielt bei Behaltens- und Verständnisaufgaben eine Rolle, ob es sich um Recall- oder Wiedererkennensaufgaben handelt. Zuerst sollte überprüft werden, inwieweit die Aufgaben den Lehrzielen und dem Lernmaterial entsprechen.
- (4) Beziehung zwischen Darstellungs- und Abfragemodus: Betrachten wir den Aufgabenmodus, so kann z.B. mit verbalen oder bildhaften Aufgaben nach Informationen gefragt werden, die sprachlich, bildhaft oder sprachlich und bildhaft präsentiert wurden. Bilderaufgaben entsprechen dabei bildlich präsentierten Informationen, sprachliche Aufgaben sprachlich präsentierten Aufgaben. Diese Entsprechung von Informationspräsentation und Testaufgaben wirkt sich auf den Effektivitätsnachweis aus.
- (5) Dokumentation: Die genaue Dokumentation der Bildmaterialien und der Konstruktion der Lerntests bzgl. der zuvor genannten vier Punkte gewährt die Bewertung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich ihres Gültigkeitsbereiches, ihrer Aussagekraft und ihrer Vergleichbarkeit mit anderen Studien.

1.2.2.4 Lerneraktivitäten und Verarbeitungsleistungen

Allgemein wird den im Lernprozeß mit Bildern eingesetzten Aktivitäten und Verarbeitungsprozessen in neuerer Zeit vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt. Letztendlich liegt es zu einem großen Teil an ihnen, ob Lernen erfolgreich gestaltet werden kann.

Allgemeine Positionen betrachten aus der Perspektive der Lernstrategien heraus, welche Verarbeitungsprozesse bei der Bildverarbeitung förderlich sein können und sich insgesamt auf das Lernen mit Texten positiv oder negativ auswirken. Aus dem Pool von Lernstrategien werden oftmals Wiederholungs-, Elaborations-, Orientierungs- und metakognitive Strategien herausgegriffen (Lewalter, 1997a, 1997b).

Komplexere Positionen setzen aus einer Theorie oder einem Modell heraus zur Erforschung der Bildverarbeitung beim Lernen mit illustrierten Texten an. Ein umfangreiches Modell der Bedingungen effektiver Bildverarbeitung stammt von Drewniak (1992) (siehe Abschnitt 1.2.5.2). Sie betrachtet Lernen als einen selbstregulatorischen Prozeß. Dabei spielen vor allem aufgabenspezifisch angemessene strategische Aktivitäten, die Effizienz höherrangiger Kontroll-, Steuerungs- und Überwachungsaktivitäten, die Aktualisierung relevanten Hintergrundwissens sowie günstige Attributionsmuster und Motivationstendenzen für eine effektive Bildverarbeitung beim Lernen mit illustrierten Studientexten die ausschlaggebende Rolle.

Weidenmann (1988a, 1988b, 1989, 1991, 1994) nähert sich dem Lernen mit illustrierten Texten aus einem Modell des Bildverstehens heraus (siehe Abschnitt 1.2.5.1). Dabei unterscheidet er zwei Verstehensmodi: (1) einen ökologischen Modus, der auf das Erkennen des Abgebildeten abzielt, und (2) einen indikatorischen Modus, der auf das Erkennen der kommunikativen Absicht des Autors ausgerichtet ist. Diese Verstehensmodi hängen von den eingesetzten Verarbeitungsprozessen ab. Innerhalb dieses Modells untersucht Weidenmann (1988a, 1988b, 1989, 1991, 1994) die Bildverarbeitung.

1.2.3 Verstehensrelevante Bilder fördern das Lernen mit Texten

"Neben einer effizienten strategischen Nutzung von verbal vermittelten Sachverhalten [Pressley, Borkowski & Schneider, 1987, 1989; sc.] kommt bei vielen expositorischen Instruktionstexten dem angemessenen Umgang mit Visualisierungen in Form von mehr oder weniger realistischen Darstellungen, Tabellen oder Graphiken eine Bedeutung für das Verständnis des Textes zu" (Drewniak, 1992, S. 28). In vielen Untersuchungen (siehe Metaanalysen von Levie & Lentz, 1982; Levin et al., 1987) wurde der Nachweis erbracht, daß Bilder beim Lernen mit Instruktionstexten das Behalten und Verstehen fördern können. Mit Bildern wurde besser gelernt als nur mit Text. Weidenmann (1988b) faßt die Ergebnisse zusammen:

Insgesamt ist ... die Aussage empirisch gut abgesichert, daß unter bestimmten Voraussetzungen die Hinzufügung von Bildern zu einem Text einen deutlichen Wissens- und Erinnerungsgewinn gegenüber einer reinen Textversion hervorbringen kann und daß dieser Effekt nicht an einen bestimmten Typ von Text, Bild oder Lerner gebunden ist. (Weidenmann, 1988b, S. 129)

Die Integration von Bildern wurde als ein Gestaltungselement von Texten angesehen, welches zu verbesserten Lernaktivitäten verhelfen kann. Mit Bildern sollten Texte flexibler und selektiver be- und verarbeitet werden.

In den folgenden Abschnitten werden zuerst zwei Metaanalysen besprochen, welche die lernfördernde Wirkung von Bildern in Texten untermauern. Daran schließen sich zwei Abschnitte an, in denen es um kritische Punkte bei diesen Metaanalysen und bei empirischen Untersuchungen in diesem Forschungsbereich im allgemeinen geht.

1.2.3.1 Metaanalyse von Levie und Lentz (1982)

Levie und Lentz (1982) untersuchten 55 Studien, in denen die Lernleistungen beim Wissenserwerb mit bebilderten und unbilderten Texten gegenübergestellt wurden. Sie unterschieden zwischen darstellenden Bildern, Karten und Diagrammen. Insgesamt beinhalteten diese Studien 155 experimentelle Vergleiche. In keiner Studie bewirkten Bilder negative Effekte. In 23 Studien zu darstellenden Bildern mit 46 Vergleichen erhöhte sich das Verständnis der illustrierten Textinformation durch Bilder um durchschnittlich 36% (insgesamt über alle 55 Studien ergab sich ein durchschnittlicher Zuwachs von 40%). Die relative Effektstärke betrug im Mittel etwas mehr als eine halbe Standardabweichung (.55).

In diesen Studien bewirkten Bilder aber keinen förderlichen Einfluß auf die Lernleistung nicht illustrierter Textteile. Die Lernleistung erhöhte sich auch nicht bei der Integration von inhaltlich irrelevanten Bildern, welche auch als dekorative Bilder bezeichnet werden. Levie und Lentz (1982) weisen daher die Annahme eines allgemein förderlichen Effekts von Bildern auf die Lernleistung zurück.

Gleichzeitig zeigte sich, daß Erwachsene und ältere Schüler Graphiken, Tabellen, Diagramme und andere Illustrationen häufig nicht adäquat nutzten. Erst in das Lernmaterial integrierte Instruktionen förderten die Bildverarbeitung und Lernleistung in diversen Untersuchungen. Dabei verwiesen die Experimentatoren zumeist auf die Wichtigkeit der Bildinformation oder forderten die Lernenden auf, die Bilder genau zu betrachten.

1.2.3.2 Metaanalyse von Levin, Anglin und Carney (1987)

Levin, Anglin und Carney (1987) untersuchten 150 Studien. Die Ergebnisse ihrer Analyse ergaben, daß sich die Lernleistung für einen Textinhalt durch relevante Bildinformation erhöhte. Mittlere bis starke Effekte stellten sich ein. In 142 Studien verbesserte sich die Behaltensleistung von Text um durchschnittlich 50% und es errechnete sich eine mittlere Effektstärke von .71. Neben der Integration von verstehensrelevanten Bildern forderte man in einigen dieser Studien die Lernenden explizit dazu auf, Vorstellungsbilder zu erzeugen.

Levin et al. (1987) registrierten einen größeren Anstieg der Lernergebnisse im Vergleich zur Metaanalyse von Levie und Lentz (1982). Diesen Unterschied begründeten sie durch die Berücksichtigung von 18 Studien, welche mit besonders behaltensfördernden Bildern durchgeführt wurden. Levin et al. (1987) bezeichnen diese Illustrationen als transformierende Bilder (vgl. 1.2.4.3). Sie stellten eine besondere Merkhilfe für die Lernenden dar und erzeugten die größten Effekte beim Textlernen.

In acht Studien, welche Texte mit dekorativen (textirrelevanten) Bildern Texte ohne Bilder gegenüberstellten, lernten die Probanden mit diesen Bildern nicht besser. Allein durch eine Aufforderung an die Lernenden, zu wichtigen Textteilen Vorstellungsbilder zu kreieren, konnte die Lernperformanz in einigen Studien erhöht werden. Gegenüber der Integration von Bildern in Texten erwies sich diese Aufforderung als weniger effektiv. Kein Effekt zeigte sich für Texte, welche auch ohne Bilder leicht zu verstehen sind.

Levin et al. (1987) resümieren für die Lerneffektivität von Bildern: Bilder fördern das Lernen, wenn sie (1) Textinhalte veranschaulichen und konkretisieren, (2) schwierige Textpassagen oder Begriffe verständlicher machen oder (3) die Kohärenz des Textes hervorheben.

1.2.3.3 Methodische und theoretische Mängel der Wirkungsforschung

Die Metaanalysen belegen deutlich die positive Wirkung von Bildern auf die Lernleistung mit Texten. Dabei sollte man einige Kritikpunkte an der Wirkungsforschung berücksichtigen, welche von verschiedenen Autoren aufgeführt und folgend dargestellt werden (Ballstaedt et al., 1989; Lewalter, 1997b; Weidenmann, 1988b).

Die Untersuchungen beantworten nicht die Frage, was genau zu einer Verbesserung der Lernleistung geführt hat bzw. warum mit illustrierten Texten besser gelernt wird. Durch einen Vergleich der Performanzmaße beim Wissenserwerb kann darüber nicht entschieden werden. Die Lernleistung wird von vielen Faktoren bestimmt, welche meist selten erwähnt werden und unberücksichtigt bleiben (z.B. motivationale und kognitive Lernermerkmale). Ergebnisse zu Wechselwirkungen zwischen Lernermerkmalen und Merkmalen von Text und Bild liegen nur wenige vor. Auch finden wir nur spärlich Ergebnisse zu Verarbeitungsprozessen beim Lernen mit Bildern in Texten.

Instruktionsmaterialien und Bilder können auf vielfältige Art und Weise gestaltet werden. Aufgrund der Metaanalysen weiß man, daß die Gestaltung der Lernmaterialien einen großen Einfluß auf die Lernleistung hat. In den Untersuchungen werden zwar verschiedene Text- und Bildtypen verglichen, die Instruktionsmaterialien, einschließlich der Bilder, sind aber in vielen

Studien nur unzureichend beschrieben (Ballstaedt et al., 1989; Lewalter, 1997b; Weidenmann, 1988b). Wichtige kognitive Aspekte wie z.B. die Komplexität der Materialien, die inhaltliche Organisation oder die Sequenzierungen im Material bleiben unerwähnt oder werden höchst rudimentär geschildert (Ballstaedt et al., 1989). Ballstaedt et al. (1989) bemängeln weiter die fehlende "systematische Kontrolle der inhaltlichen und formalen Beziehungen zwischen Text und Bild" (Ballstaedt et al., 1989, S. 127). Insofern bleiben selbst Fragen zur förderlichen Gestaltung der Lernmaterialien offen. Durch die Verwendung gleicher Bildtypen mit unterschiedlicher Gestaltung bleibt es fraglich, ob die Ergebnisse der in die Metaanalysen eingegangenen Studien überhaupt zusammengefaßt und verglichen werden können und ob Ergebnisse einzelner Studien auf ähnliches Bildmaterial übertragbar sind.

Als theoretischen Mangel führen Ballstaedt et al. (1989) an, daß die Experimente meist in bezug auf eine Ad-hoc-Frage hin angelegt wurden und nicht auf einer Theorie der kognitiven Verarbeitung fußen.

In vielen Untersuchungen wird im Wissenstest oft nur Textinformation abgefragt. Verschiedene Untersuchungen zeigen aber, daß die Art des Wissenstests wesentlich darüber entscheidet, welche Effekte sich beobachten lassen (Joseph & Dwyer, 1984; Peeck, 1994b; Lewalter, 1997b). Mit einem Wissenstests will man abklären, welche Lehrziele erreicht worden sind. Spezifizieren die Experimentatoren die Lehrziele nicht genau und differenzieren sie sie nicht in verschiedene Lernmaße, so bleiben spezifische Aussagen über die Lernwirkung offen. So spielt es z.B. eine gravierende Rolle, ob im Wissenstest visuell vermittelte Informationen abgefragt werden, welche evtl. nur von den Bildern stammen (Joseph & Dwyer, 1984). Es macht auch einen Unterschied, ob man Informationen zu bebilderten oder unbilderten Textteilen abfragt (Levie & Lentz, 1982). In vielen Studien wird meist nur die Behaltensleistung der Inhalte oder das Wiedererkennen von Bild- und Textmaterial untersucht. Erst in letzter Zeit werden differenziertere Leistungstests verwendet, welche auch Verstehens-, Problemlöse- oder Transferaufgaben beinhalten (Lewalter, 1997b).

Weiter ist die Kongruenz zwischen Darstellungs- und Wiedergabemodus wichtig (Dwyer, 1978; Joseph & Dwyer, 1984; Seel & Strittmatter, 1984; Weidenmann, 1988b). Sollen z.B. in einem Wissenstest eher visuell vermittelte Informationen reproduziert werden (z.B. räumliche Zusammenhänge), so bilden die Aufgaben bezogen auf Lernmaterialien mit Text und Bild einen Behaltentest (Lewalter, 1997b). Wird derselbe Wissenstest nach dem Lernen mit textuellen Lernmaterialien vorgelegt, kann dieser nicht mehr als purer Behaltentest angesehen

werden (Lewalter, 1997b). Die Aufgabenlösung erfordert neben dem einfachen Abruf von Informationen möglicherweise auch Inferenzen, wenn z.B. aus sprachlich vermittelten Informationen erst räumliche Beziehungen konstruiert werden müssen.

Ein Problem vieler Untersuchungen ist, daß die Lernmaterialien nicht mit den in natürlichen Umwelten verwendeten Materialien übereinstimmen (Weidenmann, 1988b; Lewalter, 1997b). Damit wird die geringe ökologische Validität dieser Studien beklagt. Z.B. finden sich in Untersuchungsmaterialien viel mehr Bilder und die Lerneinheiten sind viel kürzer (Brody, 1981). Das erschwert die Bewertung von Effekten und die Schlußfolgerungen für reale Lernbedingungen. Wenn man über einen gewissen Status Bescheid wissen will, sollte dieser in etwa auch den Untersuchungsgegenstand abbilden und nicht gravierend von diesem abweichen.

1.2.3.4 Lernen mit Bildern und auditiven Texten

Imhof, Echternach, Huber und Knorr (1996) stellen fest, daß die Wirkungen von Illustrationen auf den Lernprozeß und das Behalten und Verstehen von Informationen hauptsächlich mit Bildern und geschriebenen Texten erforscht wurden. Die Ergebnisse können demnach nicht einfach auf die Kombination von Bildern und gesprochenen Texten übertragen werden, da beim Zuhören spezifische Bedingungen wirksam werden. Diese spezifischen Bedingungen ergeben sich aus der Dynamik und Modalität auditiver Texte (siehe Abschnitt 1.4.1). Die zeitliche Vorgabe für die Verarbeitungsgeschwindigkeit und -reihenfolge der Informationen sowie die zusätzlichen paraverbalen Informationen gestalten die Rezeptionssituation komplexer (Imhof et al., 1996). Die Rolle von Bildern beim Lernen mit gesprochenen Texten muß daher erst näher bestimmt werden. Folgend werden zwei neuere Arbeiten beschrieben, um die positive Wirkung von Bildern auf gesprochene Sprache aufzuzeigen.

Imhof et al. (1996) untersuchten die Wirkung verschiedener Illustrationsformen auf das Behalten von Informationen aus einem vorgetragenen Text. Als Bilder dienten darstellende Bilder in Form von Farbfotografien und logische Bilder in Form von Visualisierungen der Textstruktur (zentrale Begriffe und Grobstruktur des Textes in einem Organigramm). Insgesamt wurden vier Untersuchungsgruppen gebildet. Jeweils eine Gruppe erhielt darstellende oder logische Bilder, einer weiteren Gruppe wurden beide Illustrationsformen bereitgestellt, die Kontrollgruppe mußte ohne Bilder lernen. Als Stichprobe dienten 23 Schülerinnen und 33 Schüler im Alter von 11 bis 13 Jahren aus zwei Klassen einer sechsten Jahrgangsstufe. Nur 48 Schüler und Schülerinnen gingen dann aus statistischen Gründen in die Analyse ein. Inhaltlich beschäftigte sich der Vortrag mit einem Thema aus der Biologie (Schutz vor Feinden). Der

Vortrag wurde über Tonband abgespielt. Die vier darstellenden Bilder wurden jeweils zu Beginn des zugehörigen Textabschnittes präsentiert. Zwischen den Übergängen waren diese Bilder nicht zu sehen. Den vier Abbildungen stand ein logisches Bild gegenüber. Dieses Organigramm wurde nach der Einleitung vorgelegt und war durchgängig vorhanden. In der Gruppe mit beiden Bildformen waren meist zwei Projektionen zu sehen. Direkt nach der Lernphase (Dauer ca. 10 min.) wurde mit einem Fragebogen das Wiedererkennen von Begriffen, die Reproduktion von Begriffen und Beispielen und Transfer erfaßt. Zusätzlich wurde das Vorwissen zum Thema erfragt. In der Varianzanalyse ergab sich ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor „logisches Bild“ ($F_{(1,44)} = 6.99, p < .05$). Der Faktor „darstellende Bilder“ ($F_{(1,44)} = 1.84, p > .05$) und die Interaktion der Faktoren ($F_{(1,44)} = .52, p > .05$) werden nicht signifikant. Demnach führte die Anreicherung des gesprochenen Vortrags durch ein logisches Bild zu einem Behaltensvorteil. Durch die ergänzende Darbietung von darstellenden Bildern konnte kein weiterer Vorteil erzielt werden.

Imhof et al. (1996) lassen allerdings anklingen, daß ein möglicherweise vorhandener Effekt nicht aufgedeckt werden konnte. Bilder, welche schnell erfaßt werden können und Struktur zur Integration neuer Informationen liefern, werden bei einmaliger Textpräsentation als behaltensfördernd erachtet. Eine behaltensfördernde Wirkung von darstellenden Bildern wird von den Autoren erst erwartet, wenn genügend Zeit zu ihrer Verarbeitung zur Verfügung steht. Basierend auf der Annahme, daß Bilder pro Zeiteinheit mehr Informationen vermitteln als Worte, wird unter zeitlicher Beschränkung angenommen, daß die entsprechende Information nicht entnommen werden konnte. Die Lernenden hatten demnach nicht genügend Zeit, aus der unstrukturierten Bildinformation die abstrakteren Informationen herauszulösen.

Mousavi, Low und Sweller (1995) experimentierten mit auditiven und visuellen Texten in Verbindung mit geometrischen Abbildungen. In einem ihrer Experimente ersetzten sie eine sprachlich vorgegebene Problembeschreibung (Die Länge eines Rechtecks ist 3cm. Seine Breite 1cm. Wie lange ist die Diagonale des Rechtecks?) durch ein entsprechendes Diagramm. Diese Manipulation verkürzte die durchschnittliche Lösungszeit für Aufgabenbeispiele und Testaufgaben.

Insgesamt geht man von einer behaltens- und verstehensfördernden Wirkung von Bildern auf gesprochene Texte und die weitgehende Übertragbarkeit der Ergebnisse mit Bildern und geschriebenen Texten auf gesprochene Texte aus, handelt es sich bei visuellen und auditiven Texten doch um dasselbe Symbolsystem. Sicherlich sind die spezifischen Merkmale der Rezepti-

onssituation beim Zuhören dabei zu berücksichtigen, die Wirkmechanismen zu bestimmen und die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zum Lernen mit geschriebenen Texten herauszuarbeiten. Die Erklärungsmuster unterscheiden meist auch nicht zwischen auditiven und visuellen Sprachinformationen. Insgesamt erhofft man sogar eine förderliche Wirkung von Audio auf die Rezeptionsprozesse und die Informationsverarbeitung bei einer starken Beanspruchung der visuellen Sinnesmodalität.

1.2.4 Erklärungen für die Lernförderung

Die Erklärungen einer lernfördernden Wirkung von Bildern in Texten können in drei Gruppen eingeteilt werden: (1) Erklärungen durch Besonderheiten der Bildverarbeitung, (2) Erklärungen durch die Art und Weise der Repräsentation visueller Information im Gedächtnis und (3) Erklärungen durch mögliche Funktionen von Bildern in Texten.

1.2.4.1 Informationsverarbeitung und Gedächtnisrepräsentationen

In der Kognitionspsychologie streitet man sich darüber, wie bildliche oder sprachliche Information verarbeitet und im Gedächtnis repräsentiert wird. Bei der peripheren Verarbeitung werden Text und Bild verschiedenen Prozessen unterworfen. Die Annahmen über die höheren Verarbeitungsprozesse sind dagegen vielfältig. Sie variieren zwischen den Positionen, daß Informationen in einem einheitlichen Gedächtnissystem in gleichen Formaten verarbeitet und gespeichert werden oder in verschiedenen Gedächtnissystemen mit unterschiedlichen Formaten. Dabei hängen Verarbeitung und Speicherung immer eng zusammen. Es macht daher keinen Sinn, die verschiedenen Positionen streng bezüglich der Aspekte Verarbeitung oder Gedächtnisrepräsentation zu unterscheiden.

Es lassen sich zwei gegensätzliche Positionen bzgl. der zentralen Verarbeitung ausmachen (siehe Abbildung 1.7). Die Vertreter des Lagers der dualen Codierung (Paivio, 1977) behaupten, daß sprachliche und bildliche Informationen in voneinander unabhängigen Systemen verarbeitet und gespeichert werden, welche aber in Wechselwirkung treten können. Die Codierung erfolgt modalitätsspezifisch. Dem widersprechen die Vertreter des Lagers der propositionalen Codierung (Pylyshyn, 1981) und behaupten ihrerseits, daß alles Wissen in einem einheitlichen Gedächtnissystem in propositionaler Form gespeichert sei. Sprachliche und bildliche Informationen werden, unabhängig von der Art der Informationsaufnahme, auf einem abgehobenen Niveau als Propositionen gespeichert. Die Repräsentation des Wissens erfolgt amodal. Daneben existieren Mischformen aus beiden Positionen. Sie nehmen in der zentralen

Verarbeitung noch modalitätsspezifische Systeme an, welche das Wissen aber in einem modalitätsunabhängigen propositionalen Format abspeichern (Kosslyn, 1981).

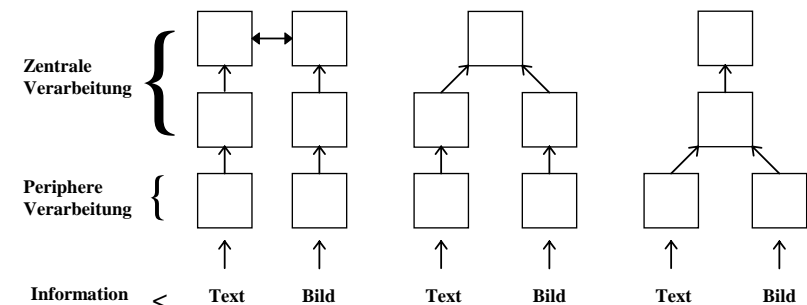


Abbildung 1.7: Drei Basismodelle zur Verarbeitung von sprachlichen und bildlichen Informationen (Farah, 1989). Alle Modelle postulieren eine modalitätsspezifische periphere Verarbeitung. In der zentralen Verarbeitung unterscheiden sie sich. Das linke Modell nimmt zwei funktional unabhängige Verarbeitungssysteme an, welche miteinander in Wechselwirkung treten. Das mittlere Modell geht von einer anfänglich getrennten Verarbeitung aus, welche in einem gemeinsamen System endet. Im rechten Modell existiert ein einziges Verarbeitungssystem.

Paivios Doppelkodierungstheorie

Eine immer noch aufgegriffene Theorie stammt von Paivio (1971, 1977, 1978, 1983, 1986; Clark & Paivio, 1991). Er nimmt zwei funktional unabhängige Verarbeitungssysteme an, welche miteinander in Wechselwirkung treten (linkes Modell in Abbildung 1.7). Ein verbales System für die Verarbeitung sprachlicher Informationen steht einem imaginalen System für die Verarbeitung visueller Informationen gegenüber. Die Codierung erfolgt im imaginalen System auf sensorisch-räumlich-analoge Weise, im verbalen System in semantisch-thematisch-abstrakter Form. Texte werden primär im verbalen System und Bilder im imaginalen System verarbeitet und gespeichert. Unter bestimmten Bedingungen ist eine Verarbeitung und Speicherung im anderen System möglich. Anschauliche Texte oder Wörter können gleichzeitig visualisiert werden und somit ins imaginale System übergehen. Zu abstrakten Wörtern und Texten können nur schwierig Vorstellungen gebildet werden. Bilder hingegen werden oftmals parallel im verbalen System systemspezifisch abgelegt, weil sie meistens benannt werden können. Eine doppelte Codierung ist bei Text und Bild möglich, jedoch werden meist nur Bilder

doppelt verarbeitet und gespeichert. "Dabei darf man sich jedoch keine Bildergalerie im Kopf vorstellen, sondern im imaginalen System sind Wahrnehmungsprozesse aufbewahrt, mit denen Vorstellungen konstruiert werden können" (Ballstaedt et al., 1989, S. 109). Paivio (1983) erklärt dadurch u.a. den Überlegenheitseffekt beim Lernen mit Bildern ("picture superiority effect"). Bilder werden viel öfter in zwei Systemen verarbeitet und können damit auch aus zwei Gedächtnissystemen abgerufen werden. Die Theorie von Paivio (1971, 1986) ist nicht unumstritten und findet in nonkonformen empirischen Belegen und weiteren theoretischen Konzepten ihre Herausforderer (Engelkamp, 1998).

Amodale Repräsentation

Ein zur Paivios Doppelkodierungstheorie entgegengesetztes Modell vertritt Pylyshyn (1981). Er geht davon aus, daß sämtliche Informationen in einem einheitlichen, modalitätsunspezifischen System verarbeitet und gespeichert werden. Die Speicherung erfolgt propositional, d.h. lediglich die Bedeutung der Informationen werden abgelegt. Dies geschieht unabhängig von der symbolischen Darstellung der Information als sprachlich oder bildlich. Die perzeptiven Merkmale spielen keine Rolle mehr.

Kieras (1978) ergänzt diese Ansicht durch die Annahme, daß die propositionale Speicherung durch die Modalität beeinflusst wird. Bilder sollen demnach eine vernetztere Struktur bedingen als Texte. Informationen aus Bildern werden vielfältiger verknüpft als Informationen aus Texten. Deshalb werden sie besser behalten und erinnert.

Bock (1983) nimmt an, daß die ausgelösten Verarbeitungsprozesse sich in ihrer Qualität unterscheiden. Bilder bedingen differenziertere semantische Analyseprozesse, benötigen keine sprachlichen Transformationen und referieren auf konkretere, spezifischere Kategorien mit größerem Bedeutungsgehalt. Daraus resultiert die Überlegenheit von Bildern.

Modalitätsspezifische Verarbeitung und amodale Gedächtnisrepräsentation

Als dritte Alternative wird eine Mischform aus dem modalitätsspezifischen und amodalen Modell vertreten (Ballstaedt et al., 1989; Farah, 1989). Den Annahmen nach wird Information auf zwei Stufen verarbeitet (vgl. Abbildung 1.7). Zuerst erfolgt eine modalitätsspezifische Verarbeitung von Text und Bild, welche in eine amodale semantische Repräsentation mündet. Dabei unterscheiden sich die Verarbeitungsprozesse von bildlichem und sprachlichem Material und vorherige Unterschiede in der Informationsart bleiben erhalten.

Multimodale Gedächtnistheorie von Engelkamp (1990)

Engelkamp (1990) unterscheidet ein verbales und ein nonverbales System. Beide Systeme können aus der Umwelt Sinneseindrücke aufnehmen. Diese werden durch Bildmarken, Geräuschmarken, Geschmacksmarken etc. oder Wortmarken im kognitiven Apparat repräsentiert. Diese Marken sind modalitätsspezifisch. Z.B. entstehen aus dem Hören akustische Wortmarken und aus dem Lesen visuelle Wortmarken. Bildmarken repräsentieren das Erscheinungsbild von Objekten und Ereignissen, bestehend aus Farbe, Form, Textur usw. Zu diesen Systemen existieren korrespondierende konzeptuelle Systeme, welche getrennt auf nonverbale oder verbale Bereiche spezialisiert sind. Die konzeptuellen Systeme beinhalten Wissensstrukturen in Form von gegenstandsbezogenem Wissen und begrifflichem Wissen. In Verbindung mit diesen konzeptuellen Systemen wird die Bedeutung der wahrgenommenen und repräsentierten Inhalte bestimmt. Im konzeptuellen System wird Wissen unabhängig von der Modalität repräsentiert.

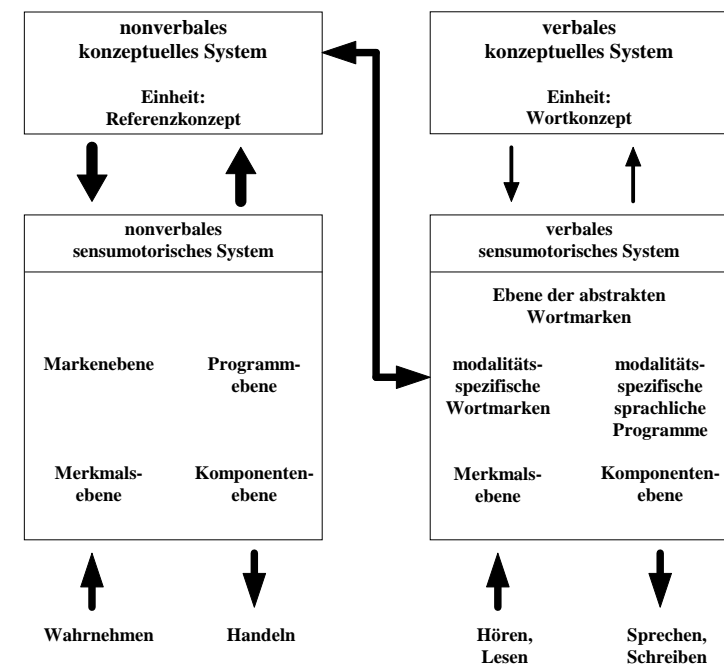


Abbildung 1.8: Multimodale Gedächtnistheorie von Engelkamp (1990, S. 62).

In den sensumotorischen Systemen ist Wissen über die sensorischen Eigenschaften und motorischen Muster repräsentiert. Die Repräsentation erfolgt in einem Format, welches spezifisch für die Inputsysteme zur sensorischen Information oder spezifisch für die Outputsysteme zum efferenten Output paßt. Die Einheiten heißen sensorische Marken und motorische Programme. Unter den Marken stehen sensorische Merkmale als Bausteine der Marken. Ebenso setzen sich Programme aus Teilprogrammen zusammen. Merkmale aktivieren Marken. Jeder Markentyp besteht aus einer begrenzten Anzahl von Merkmalen. Unterschiedliche Sinnessysteme aktivieren unterschiedliche Merkmale und damit Marken.

Engelkamp (1990) postuliert innerhalb seiner Theorie, daß (1) sensorische Eigenschaften von Objekten immer in Bildmarken repräsentiert werden, (2) ein Teil der sensorischen Eigenschaften explizit als sprachlich-konzeptuelles Prädikat einem Objekt assoziiert werden kann, (3) Bildmarken zu den Referenzkonzepten einen direkteren Zugang als Wortmarken und (4) Wortmarken ergänzend eher Zugang zum nonverbalen konzeptuellen System als zum verbalen konzeptuellen System haben. Für Engelkamp (1990) liegt der Bildüberlegenheitseffekt darin begründet, daß Bilder über Bildmarken die entsprechenden Konzepte schneller und besser verfügbar machen als Wörter und Bildmarken Konzepte begründen, während Wörter sich auf sie beziehen.

1.2.4.2 Mentale Modelle

Über die letzten Jahre rückten in der kognitiven Psychologie Wissensrepräsentationen in Form von mentalen Modellen immer mehr in den Vordergrund. Es wird angenommen, daß komplexes Wissen in dieser Form gespeichert wird (Weidenmann, 1994). Das Konstrukt "Mentale Modelle" ist noch unscharf und wird unterschiedlich verwendet (Ballstaedt et al., 1989; Edelman, 1996).

Mentale Modelle bezeichnen innere Repräsentationen von äußeren Realitätsbereichen. Die innere Repräsentation steht dabei meist in einer Analogiebeziehung zum Realitätsbereich und bildet dessen Strukturen und Prozesse ab. In der Struktur spiegeln sich die Teile des Systems wieder, in den Prozessen die dynamischen Beziehungen zwischen diesen Teilen. "Ein mentales Modell ist die Repräsentation eines begrenzten Realitätsbereichs in einer Form, die es erlaubt, externe Vorgänge intern zu simulieren, um Schlußfolgerungen zu ziehen und Vorhersagen zu treffen. Mentale Modelle dienen stets einer Problemlösung und sind daher relativ auf eine bestimmte Aufgabenstellung" (Ballstaedt et al., 1989, S. 111). Im Vordergrund steht eine ganzheitliche Repräsentation, in der bildhaftes, sprachliches und prozedurales Wissen vereint

wird. "Zwar wird im mentalen Modell imaginatives, sprachliches, deklaratives Wissen *irgendwie zusammengedacht*, aber es bleibt bisher unklar, in welcher Weise mentale Modelle dieses Wissen ganzheitlich integrieren" (Ballstaedt et al., 1989, S. 111). In mentalen Modellen können aber auch Theorien oder symbolische Regelsysteme abgebildet sein (Weidenmann, 1994).

Mentale Modelle werden durch konkrete Erfahrung mit dem Realitätsbereich oder über Medien erworben. Die Wirklichkeit wird vorwiegend in analoger imaginativer Form repräsentiert. Von Bildern wird angenommen, daß sie in besonderer Weise dafür geeignet sind, den Aufbau mentaler Modelle zu unterstützen. Medien im allgemeinen bilden Sachverhalte unserer Welt ab, veranschaulichen und konkretisieren sie. Durch eine externe Modellierung wird die Entwicklung eines internalen mentalen Modells begünstigt. Novizen verfügen in der Regel über unvollständige und fehlerhafte mentale Modelle, Experten über differenzierte, komplexe und gut strukturierte Modelle. Im Lernprozeß erfahren mentale Modelle immer wieder Veränderungen und Weiterentwicklungen. Die Qualität mentaler Modelle, die eine Person zu einem Wissensbereich entwickelt hat, schlägt sich in der Performanz beim Problemlösen in dieser Wissensdomäne nieder.

Bilder und Texte können beim Aufbau mentaler Modelle hilfreich sein und zu ihrer Optimierung beitragen. Bildern wird dabei eine besondere Funktion zugeschrieben. Weidenmann (1991) unterscheidet die folgenden vier Beziehungen zwischen Bildern und mentalen Modellen:

- Abruf: Bilder können ein bestehendes mentales Modell aktivieren.
- Fokussierung: Bilder können Teile der Struktur oder prozessuale Beziehungen in einem mentalen Modell besonders hervorheben.
- Konstruktion: Bilder können aufzeigen, wie einzelne Objekte in eine neue Struktur eingebaut werden.
- Ersatz: Bilder können ein komplexes System, bestehend aus Komponenten und ihren dynamischen Abhängigkeiten, darstellen und veranschaulichen.

Bilder scheinen besonders die Konstruktionsfunktion zu unterstützen, weil sie die Komponenten eines mentalen Modells und die Beziehungen zwischen ihnen effektiver darstellen können als es sprachlich durch Beschreibungen oder Erklärungen möglich ist. Durch Bilder lassen sich viel leichter das Aussehen von Objekten, die Beschaffenheit von Szenen, Ereignisabläufe, räumliche Konstellationen und die gleichzeitige Veränderung mehrerer Komponenten

eines Systems vermitteln (Weidenmann, 1994). Beim Betrachter scheinen sie leichter Prozesse wie Vergleichen, Erkunden, Entdecken, Strukturieren und Gruppieren zu ermöglichen und zu unterstützen (Weidenmann, 1994). Bilder sind auch besonders gut geeignet, das Textverstehen zu fördern, indem sie eine Interpretationsgrundlage für die Textinhalte bieten und diese dann besser zueinander in Beziehung gesetzt werden können. Demgegenüber können sprachliche Informationen für das Bildverstehen besonders hilfreich sein, weil sie besonders gut z.B. mehrdeutige Bilder eindeutig machen können, komplexe Bilder akzentuieren und logische Bilder erläutern können (Weidenmann, 1994).

1.2.4.3 Funktionen von Bildern

Es gibt verschiedene Taxonomien von Bildern. Durch sie wird versucht, die besonderen Eigenschaften von Bildern hervorzuheben, von denen angenommen wird, daß sie verbalen Informationen fehlen. Diese Eigenschaften werden dafür verantwortlich gemacht, daß mit bebilderten Texten besser gelernt wird.

Bilder können motivationale, emotionale oder kognitive Funktionen erfüllen. Bilder können immer gleichzeitig mehreren Funktionen dienen und sind von Lernermerkmalen (z.B. thematisches Vorwissen) abhängig (Levin et al., 1987). Das ist zugleich eine Schwäche der Taxonomien, weil somit die Funktion von Bildern nicht eindeutig zugeordnet werden kann. Gleichzeitig zeigt es aber die Bedeutung auf, welche Bilder für den Wissenserwerb haben können. Die Funktionen von Bildern sind darüber hinaus von den Merkmalen der Lernmaterialien (z.B. Platzierung, Sequenzierung) und der Lernsituation (Instruktion, Zeitbeschränkung) abhängig. Eine weitere Schwäche der Taxonomien ist, daß sie nicht auf psychologischen Theorien gründen.

Duchastel und Waller (1979) schlagen drei Hauptfunktionen von Bildern in instruktionalen Texten vor: (1) Die Aufmerksamkeitsfunktion, (2) die Explikationsfunktion und (3) die Behaltensfunktion. Dienen Bilder der Aufmerksamkeitsfunktion, so lenken diese die Verarbeitungskapazitäten auf bestimmte relevante Informationen im Text. In der Explikationsfunktion fördern Bilder das Verständnis, indem sie schwer sprachlich beschreibbare Sachverhalte darstellen und erklären. Regen Bilder Lernende dazu an, eine visuelle mentale Repräsentation der Informationen zu entwickeln, um darüber das Behalten und Erinnern zu fördern, so erfüllen diese Bilder die Behaltensfunktion.

Levie und Lentz (1982) unterscheiden in ihrer Taxonomie vier Funktionen. Zwei Funktionen haben schon Duchastel und Wallner (1979) vorgestellt: Die Aufmerksamkeitsfunktion und die

kognitive Funktion, welche die Explikationsfunktion und die Behaltensfunktion ersetzen. Daneben schlagen sie eine kompensatorische und affektive Funktion von Bildern vor. Bilder mit kompensatorischer Funktion helfen Lernern dabei, ihre Defizite (z.B. Leseschwäche) auszugleichen. Bilder in der affektiven Funktion können zu einer Steigerung der Motivation und des Interesses führen.

Eine der prominentesten Einteilungen stammt von Levin, Anglin und Carney (1987). Sie unterscheiden fünf kognitive Funktionen von Bildern. (1) Bilder können keine text-relevante Information tragen und nur "zur Zierde" in Texte eingebettet sein. Sie erfüllen eine dekorative Funktion. (2) Bilder veranschaulichen und konkretisieren Textinhalte. Bild- und Textinhalt überlappen sich weitgehend. Ihnen wird eine repräsentationale Funktion zugeordnet. (3) Bilder erhöhen die Kohärenz von Texten. Sie verdeutlichen den Aufbau und die Struktur eines Textes und dienen als Bezugspunkt für die Textinhalte. Diese Funktion nennt man Organisationsfunktion. (4) Schwierige Textpassagen und abstrakte Begriffe werden verständlicher durch Bilder. Bilder geben dem Lerner eine Interpretationsgrundlage für Textinhalte. Diese können dann besser zueinander in Beziehung gesetzt werden. Daher nennt man diese Funktion Interpretationsfunktion. (5) Bilder können als besondere Merkhilfen (z.B. bildhafte Eselsbrücken) dienen. Sie können dem Lerner das Behalten von komplexen neuen Konzepten erleichtern. Man schreibt diesen Bildern Transformationsfunktion zu.

Im Verlauf des Lehr-/Lernprozesses können Bilder unterschiedliche Funktionen für die Wissensvermittlung übernehmen, sogenannte Instruktionsfunktionen. Drewniak und Kunz (1992) führen fünf davon auf. (1) Bilder besitzen motivationalen Anreizcharakter, wenn sie für den Lerner das Lernmaterial attraktiver machen, Interesse an den Inhalten wecken, die emotionale Beteiligung steigern, die Zeit und die Bemühungen für die Informationsaufnahme und -verarbeitung erhöhen. (2) Bilder können die selektive Aufmerksamkeitsausrichtung beeinflussen. Dabei nimmt man an, daß Bilder Textinhalte wiederholen und somit die Aufmerksamkeit auf die wichtigen Textinformationen lenken und eine intensivere Verarbeitung der Inhalte fördern. (3) Bilder können das Textverständnis und den Aufbau von Wissensrepräsentationen unterstützen, indem sie z.B. komplexe Sachverhalte veranschaulichen, einen Verstehenskontext bereitstellen oder schwer verständliche Konzepte konkretisieren. Durch die Stimulierung von Wissensbeständen oder von Elaborationen wird neue Information transparenter und kohärenter integrierbar. (4) Bilder fördern das längerfristige Behalten von Sachverhalten. Sie können die Verarbeitung von Textinformation beeinflussen, indem sie z.B. Informationen (re)organi-

sieren helfen, zu Elaborationen anregen oder einfach nur Wiederholungen stimulieren. Daneben ermöglichen sie die Generierung visueller Repräsentationen auf einfache Weise, indem sie auf einer anderen Codierungsebene Inhalte darstellen. (5) Bilder können als Abruf- und Rekonstruktionshilfe bei der Wissensanwendung dienen.

Kritische Anmerkungen

Einige Autoren (Salomon, 1989; Weidenmann, 1988b) merken an, daß die Funktion eines Bildes von Lerner-, Situations- und Aufgabenmerkmalen abhängt und hauptsächlich von den kognitiven Prozessen der Lernenden im Lernprozeß bestimmt wird. Auch Levin et al. (1987) fügen ihren Ergebnissen bei, daß die Funktion eines Bildes maßgeblich vom bereichsspezifischen Vorwissen der Lernenden beeinflusst wird. Die Beschreibung eines Bildes nach seinen kognitiven Funktionen reicht nicht aus, um zu erklären, wie Lernende Bilder im Lernprozeß nutzen und verarbeiten. Ein weiterer Mangel der Taxonomien der kognitiven Bildfunktionen ist die Verbindung der Funktionen mit spezifischen Gestaltungsformen (Drewniak, 1992; Weidenmann, 1988b).

1.2.5 Aktivitäten von Lernern beim Wissenserwerb mit Text und Bild

Zur Beantwortung der Frage, warum mit Bildern in Texten besser gelernt wird, ist für viele Autoren eine genaue Betrachtung und Analyse der kognitiven Prozesse notwendig und erforderlich (Drewniak, 1992; Kunz et al., 1992; Levin et al., 1987; Mayer, 1989; Peeck, 1987; Salomon, 1979; Weidenmann, 1988b; 1989). "Es ist nicht ausreichend, die Überlegenheit der Informationsvermittlung unter Verwendung von Bildmedien gegenüber verbalen Informationen lediglich mit Besonderheiten verschiedener bildspezifischer Darstellungsformen oder ihrer Repräsentation im Gedächtnis zu erklären" (Drewniak, 1992, S. 29). Diese nicht ausreichenden Erklärungen sind Gegenstand des vorhergehenden Abschnitts. Genaue Analysen der mentalen Prozesse fehlen jedoch noch weitgehend. Ausnahmen dabei bilden die Arbeiten von Drewniak (1992) und Lewalter (1997b). Sie versuchten, den Prozessen beim Lernen mit Bildern in Texten auf die Spur zu kommen. Ihr Ziel ist es herauszufinden, wie "gute" Lerner Bilder zur Lernunterstützung nutzen.

Die Wirkung von Bildern ergibt sich erst aus den konkreten Verarbeitungsprozessen der Lernenden. Diese hängen einerseits von Merkmalen des Lernmaterials und der Lerner ab, andererseits vom Verlauf des Lernprozesses (siehe Abschnitt 1.2.2). Aus diesem Grund ging man in den letzten Jahren dazu über, die Verarbeitungsprozesse und ihre Bedeutung im Lernprozeß

zu betrachten. Über die kognitiven Verarbeitungsaktivitäten beim Lernen mit Bildern weiß man noch sehr wenig (Weidenmann, 1994). Weidenmann (1994) faßt den Kenntnisstand folgendermaßen zusammen:

Wir wissen nach wie vor kaum etwas darüber, worin sich gute und schlechte Bildverarbeiter unterscheiden, wie Bild- und Textinformationen vom Rezipienten zu einer kohärenten Repräsentation verknüpft werden, wie die verschiedenen Bildertypen (Abbilder, logische Bilder, Analogiebilder) verarbeitet werden, welche Strategien beim indikatorischen Bildverstehen eingesetzt werden, warum Betrachter den Kontakt mit dem Bild zu früh abbrechen. (Weidenmann, 1994, S. 37)

Ebenso liegen nur wenige theoretische Konzeptionen zur Bildverarbeitung vor (Lewalter, 1997b). Ein Modell, welches hier nicht besprochen wird, stammt von Winn (1982a, 1982b, 1990, 1994). Näher erläutert wird in folgendem ein Modell der Bildverarbeitung von Weidenmann (1988b, 1994).

1.2.5.1 Ein Modell der Bildverarbeitung

Weidenmann (1994) stellt fest, daß die Informationsextraktion und -verarbeitung von komplexeren Bildern theoretisch und empirisch noch weitgehend ungeklärt ist und die diesen Prozeß beeinflussenden Rezipientenmerkmale weitgehend unbekannt sind.

Weidenmann (1994) betrachtet "Bildverarbeitung (...)" als «higher-level-activity» mit der dafür charakteristischen Unvorhersagbarkeit des Rezeptionsverlaufes" (Weidenmann, 1994, S. 26). Idealerweise versucht der Rezipient, den Inhalt eines Bildes möglichst vollständig zu extrahieren. Oft gelingt das nicht, weil informierende Bilder vielfach als leicht zu erfassen und zu verstehen eingeschätzt werden. Mit einem Blick wird versucht, die Inhalte den kognitiven Prozessen verfügbar zu machen.

Weidenmann (1994) konzipierte ein Modell des Bildverstehens, welches zwei qualitativ unterschiedliche Arten des Verstehens postuliert. Innerhalb dieser Verstehensmodi unterscheidet er zwischen prä-attentiven und attentiven Prozessen der Bildrezeption. In Abbildung 1.9 findet sich eine Charakterisierung der Verstehensarten und ihrer zugrundeliegenden Rezeptionsprozesse.

		Qualitativ unterschiedliche Verstehensmodi	
		ökologisches Bildverstehen	indikatorisches Bildverstehen
Rezeptions- prozesse	prä-attentive Prozesse	Erfassen des Dargestellten „auf den ersten Blick“	Erfassen des Arguments „auf den ersten Blick“
	attentive Prozesse	vollständiges Identifizieren der Bilddetails	umfassendes Extrahieren des visuellen Arguments

Abbildung 1.9: Modi der Rezeption von Bildern (Weidenmann, 1994, S. 26)

Prä-attentive Prozesse laufen automatisch, sehr schnell (< 1 Sekunde) und ohne Einfluß des Bewußtseins ab. Sie kennzeichnen einen primären Zugriff auf das Bild, eine unmittelbare Bildinterpretation. Attentive Prozesse dagegen verlangen mehr Verarbeitungsressourcen, dauern länger und sind dem Bewußtsein zugänglich. Sie kennzeichnen eine tiefere und breitere Verarbeitung.

Bei den qualitativ unterschiedlichen Verstehensmodi unterscheidet Weidenmann (1994) zwischen ökologischem und indikatorischem Bildverstehen. Beim ökologischen Bildverstehen werden dieselben Prozesse wie bei der Wahrnehmung der natürlichen Umgebung eingesetzt (deshalb auch ökologisch), welche auf das Erkennen des Abgebildeten abzielen. Prä-attentive Prozesse im ökologischen Bildverstehen liegen meist dem einfachen Erkennen von Objekten oder Szenen zugrunde (Erfassen auf den ersten Blick). Ein vollständiges Identifizieren von Einzelheiten, z.B. bei sehr detailreichen Abbildungen oder ungewohnten Darstellungen, erfordert hingegen attentive Prozesse. Das indikatorische Bildverstehen geht über das Erkennen des Abgebildeten hinaus. Indikatorisches Bildverstehen versucht, den zugrundeliegenden kommunizierten Inhalt herauszufinden. Die Merkmale des Bildes werden nach ihrer kommunikativen Funktion hin analysiert ("Was will mir der Autor damit sagen?").

Indikatorisches Bildverstehen ist notwendig für die effektive Verarbeitung informierender Bilder. In der Regel ist dieses Bildverstehen mit attentiven Prozessen verbunden. Unter besonderen Umständen spielen auch prä-attentive Prozesse eine Rolle und ein Bild kann schnell und mühelos erfaßt werden, z.B. wenn ein Lernender besondere fachmännische Fertigkeiten in der Verarbeitung bestimmter Bilder besitzt.

"Der problemlösende Charakter der Rezeption informierender Bilder verlangt beide Modi der Bildverarbeitung, also eine weitergehende Verarbeitung als lediglich das Identifizieren von Darstellungscodes" (Weidenmann, 1994, S. 28).

Prä-attentive Rezeptionsprozesse

Abbilder von vertrauten Objekten mit wahrnehmungsfreundlichen Darstellungscodes werden bereits nach etwa einer Zehntelsekunde zutreffend erkannt. Verantwortlich hierfür sind parallel arbeitende Prozesse der Wahrnehmungsorganisation, der Mustererkennung, der Objektklassifikation usw., an denen eine Reihe von peripheren und zentralen Systemen und Zentren beteiligt sind. Empirische Befunde sprechen dafür, daß der Wahrnehmungsapparat auf ein rasches Erfassen der globalen Bedeutung hin organisiert ist. Details, d.h. lokale Bildmerkmale, werden demzufolge erst mit dem zweiten Blick gemustert und verarbeitet.

Wie die rasche, automatische Wahrnehmung einer globalen Bildbedeutung zustande kommt, wird unter Rückgriff auf unterschiedliche theoretische Modelle wie rahmen- bzw. schematheoretische Überlegungen oder gestaltpsychologische Gesetze zu erklären versucht. Die prä-attentive Erkennung der globalen Form eines dargestellten Objekts scheint davon abzuhängen, ob es sich um eine sog. "gute Figur" handelt (Konzept der Prägnanz, Tendenz der Wahrnehmung zu Einfachheit und minimalem Aufwand). Einfachheit bedeutet, daß wir unsere Perzepte so organisieren, daß ihre Komplexität minimiert wird. Ähnlichkeit ist ein Prinzip, daß sich schematheoretisch explizieren läßt; bei der prä-attentiven Objekterkennung handelt es sich demnach um einen Matching-Prozeß zwischen dem optischen Reiz und einem Schema. Dabei wird der piktoriale Stimulus im Perzept schemakonform assimiliert. Festzuhalten ist, daß es sich bei prä-attentiven Prozessen nicht etwa um lediglich registrierende „bottom-up“-Prozesse handelt, sondern um Aktivitäten, die durch höhere Zentren beeinflusst werden und konstruktiver Natur sind.

Prä-attentive Prozesse bestimmen das Bildverstehen naturgemäß dann, wenn die Rezeptions-situation nur wenig Zeit für die Bildbetrachtung läßt, die Bilder also rasch die Aufmerksamkeit auf sich ziehen und sofort erfaßt werden sollen. In diesen Fällen muß die Bildgestaltung den beschriebenen elementaren Wahrnehmungsprozessen entgegenkommen. Dies ist z.B. der Fall bei Werbebildern, bei Piktogrammen in öffentlichen Orientierungssystemen, in Bedienungsanleitungen, als Elemente der Oberflächengestaltung von Computerprogrammen oder bei Verkehrszeichen.

Attentive Rezeptionsprozesse

Mit "attentiv" ist die absichtsvolle, aufgabenorientierte Musterung und Verarbeitung eines informierenden Bildes gemeint. Der Betrachter versucht gezielt, aufgabenrelevante Informationen aus dem Bild zu extrahieren, er vergleicht, zieht Schlüsse, verbindet bildliche und verbale

Information. Attentive Bildrezeption unterscheidet sich von der prä-attentiven auch darin, daß die Bildelemente nun einzeln und selektiv analysiert und interpretiert werden.

Die attentive Bildwahrnehmung wird von der perzipierten Wichtigkeit von Bildteilen gemäß der Aufgabenorientierung beeinflusst, wie sie z.B. durch Instruktionen erzeugt werden können. Eine Vielzahl von Aufgabenorientierungen ist für die Rezeption informierender Bilder denkbar. Der Überraschungswert von Bildteilen richtet sich nach der Übereinstimmung mit Schemata und anderen kognitiven Konzepten. Überraschende oder wichtige Bildteile erfahren mehr Aufmerksamkeit und Verarbeitungskapazitäten (Weidenmann, 1994).

Für Weidenmann (1994) ist die Intensität des Bildverstehens, d.h. der investierte Versteheaufwand sowohl im ökologischen wie im indikatorischen Modus, eine zentrale Variable für die Qualität der Bildverarbeitung. In seinem Modell der Bildverarbeitung ist diese Größe eine Funktion zum einen des vom Betrachter wahrgenommenen Normalisierungsbedarfs eines Bildes, zum anderen der Virulenz aktivierter Konzepte beim Betrachten des Bildes. Der wahrgenommene Normalisierungsbedarf ist hoch, wenn der Betrachter ein Bild als schwierig und unverständlich einstuft. Die Virulenz der aktivierten Konzepte ist hoch, wenn im Prozeß der Bildverarbeitung dem Betrachter eine Reihe von Ideen, Vorstellungen, Assoziationen durch den Kopf gehen. Dem Modell zufolge ist mit einer intensiveren Verarbeitung zu rechnen, wenn ein Betrachter ein Bild als herausfordernd (Normalisierungsbedarf) und anregend (Virulenz) erlebt.

Die Befundlage zur attentiven Verarbeitung im Modus des systematischen ökologischen Bildverstehens und besonders im Modus des indikatorischen Bildverstehens ist spärlich. Es gibt kaum empirische Befunde.

1.2.5.2 Prozessuale Selbstregulation beim Lernen mit Bildern

Drewniak (1992) schlägt ein Modell der Bedingungen effektiver Bildverarbeitung vor, welches an die Modelle des "Good Strategy User" und des "Good Information Processor" von Pressley, Borkowski und Schneider (1987, 1989) für das effektive Lernen mit Texten angelehnt ist. Darin versucht sie, die empirischen Ergebnisse und theoretischen Modellvorstellungen zur Text-Bild-Forschung zu integrieren und zu spezifizieren. Das Modell ist kein allgemeines Modell der Bildverarbeitung. Sie beschränkt ihr Modell auf die "Verarbeitung visueller Informationen, die üblicherweise in Lehrtexte integriert werden und zur Förderung der integrativen Verarbeitung von Text und Bild genutzt werden können" (Drewniak, 1992, S. 72). In das Modell gehen (1) Lernermerkmale, (2) Gestaltungsmerkmale von Bildern, (3) spezifi-

sche Lehrziele, (4) spezifische Funktionen eines Bildes für die Lernaufgabe und (5) Prozesse der Bildverarbeitung ein.

Eine effektive Bildverarbeitung und eine gute bildbezogene Performanz sind in diesem Modell das Ergebnis aus der Interaktion von Lernervariablen, Charakteristiken des Lernmaterials, den genutzten kognitiven Bildfunktionen und den Lehrzielen mit wichtigen selbstregulatorischen Aktivitäten. Die selbstregulatorischen Aktivitäten beeinflussen dabei die jeweilige Funktion eines Bildes und die Erreichung der Lehrziele. Drewniak (1992) sieht dabei die selbstregulatorischen Aktivitäten als Variable, welche die Auswirkungen der kognitiven Bildfunktionen, der Lerner- und Bildmerkmale auf die Lernleistung moderiert. Dieses Modell soll zur Erklärung und Vorhersage von Leistungsunterschieden beim Lernen mit Texten und Bildern verwendet werden.

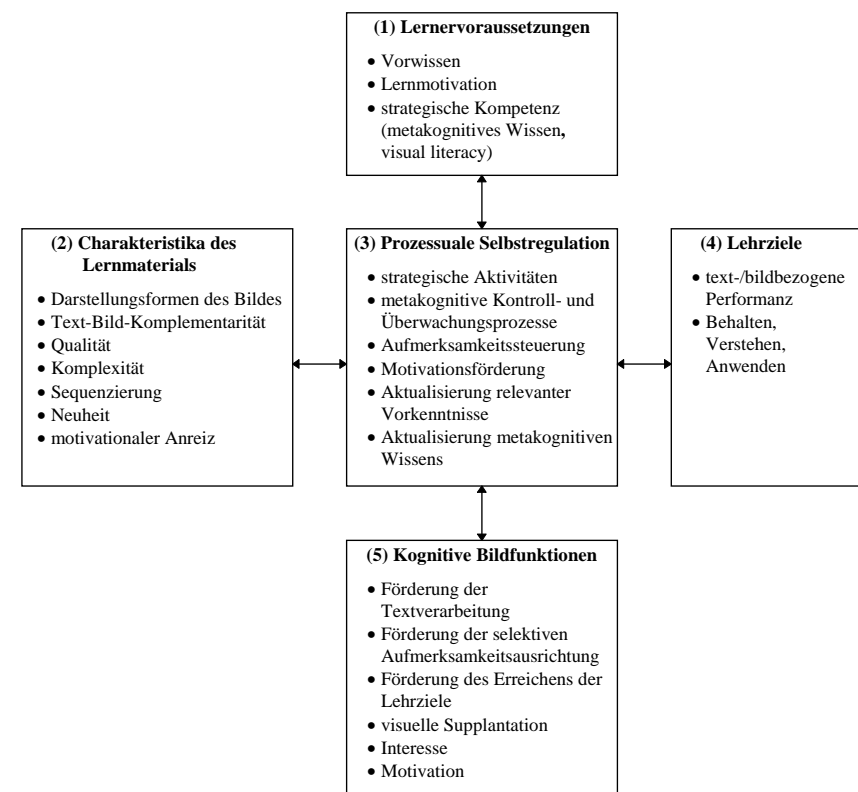


Abbildung 1.10: Erweitertes Bedingungsmodell effektiver Bildverarbeitung von Drewniak (1992)

Lernervoraussetzungen

Als wichtige Lernervoraussetzungen werden die kognitive und strategische Kompetenz der Lernenden, ihr Vorwissen und ihre Vorerfahrung im Umgang mit verschiedenen Bildtypen, ihr metakognitives Wissen (z.B. Wissen, in welcher Situation bei welchem Bild zu welchem Zweck welche Bearbeitungsstrategie nützlich ist), ihre Bildlesefähigkeiten (visual literacy) und ihre Motivation (zur Bearbeitung der Bilder) genannt. Diese Lernervoraussetzungen beeinflussen die selbstregulatorischen Prozesse bei der Bildverarbeitung und sollten auch bei der Bildgestaltung und -auswahl berücksichtigt werden. Insbesondere Vorwissen, Vorerfahrung und Verarbeitungskompetenzen müssen einbezogen werden. Dementsprechend soll z.B. die Komplexität und Detailliertheit von Bildern variiert werden. Gleichzeitig wird angenommen, daß gute strategische und kognitive Kompetenzen die Qualität und Quantität der eingesetzten Verarbeitungsaktivitäten beeinflussen und den Lernerfolg mitbestimmen.

Charakteristika des Lernmaterials

Merkmale der Bilder bestimmen mit, welche Verarbeitungsaktivitäten im Lernprozeß eingesetzt werden und wie nützlich sie für die Förderung der Lernleistung sind. Wichtige Merkmale sind z.B. die Bilderart (Strichzeichnung, Foto etc.), die Komplexität der Bilder sowie ihre Qualität und ihre Platzierung im Text (Dwyer, 1978; Peeck, 1987). Drewniak (1992) weist auf den motivationalen Anreiz von Bildern durch ihre ansprechende Gestaltung hin. Das kann eine genauere Bildbetrachtung nach sich ziehen, das Interesse an den Inhalten erhöhen und eine intensivere Beschäftigung mit dem Text bewirken. Die Merkmale der Bilder bestimmen im Modell mit, wie sie mit Lerneigenschaften zusammenwirken, welche möglichen Funktionen von Bildern erfüllt werden können und welche Bildverarbeitungsstrategien eingesetzt werden.

Prozessuale Selbstregulation

Nach Drewniak (1992) "sollten auch für eine effektive Bildverarbeitung beim Lernen mit illustrierten Studientexten vor allem das Repertoire an aufgabenspezifisch angemessenen strategischen Aktivitäten, die Effizienz höherrangiger Kontroll-, Steuerungs- und Überwachungsaktivitäten, die Aktualisierung relevanten Hintergrundwissens sowie günstige Attributionsmuster und Motivationstendenzen ausschlaggebend sein" (Drewniak, 1992, S. 76). Im einzelnen erfordert ein "Good Picture Processing" folgendermaßen spezifizierte Komponenten:

- (A) Strategische Aktivitäten zur aufgaben- und situationsangemessenen Bildverarbeitung, welche (1) die Aufmerksamkeit zielspezifisch steuern, (2) Beziehungen zwischen Bildelementen identifizieren und nachvollziehen, (3) die Erzeugung eines mentalen Vorstellungsbildes aus Bildvorgaben erleichtern, (4) Bild- und Textinformationen verknüpfen oder vergleichen und (5) neue Informationen mit dem Vorwissen aktiv verknüpfen (Elaborationen).
- (B) Kontroll- und Steuerungsaktivitäten, welche Bilder (1) als Strukturabbildung des Textes und für die Planung der eigenen Lernaktivitäten nutzen und (2) zur Überwachung des Lernfortschritts verwenden.
- (C) Aktivitäten, welche (1) metakognitives Wissen über den Einsatz spezifischer Strategien (wann, wie und unter welchen Bedingungen) und (2) bereichsspezifisches Vorwissen zum besseren Bildverstehen und zur besseren Bildverarbeitung aktualisieren.
- (D) Prozesse, welche eine ausreichende Motivation und Anstrengungsbereitschaft zu einer intensiven Bildverarbeitung gewähren.

Diese regulatorischen Aktivitäten sind nach Drewniak (1992) dazu geeignet, Behalten, Verstehen und Anwenden der Informationen aus Text und Bild zu fördern. Die Qualität der selbstregulatorischen Aktivitäten wird besonders von den kognitiven und motivationalen Voraussetzungen der Lernenden und den Merkmalen der verwendeten Bilder beeinflusst (Drewniak, 1992). Effektive Aktivitäten werden wahrscheinlich dann vermehrt eingesetzt, wenn die Lernenden an den Inhalten interessiert und zur Erreichung der Lehrziele motiviert sind und die Bilder die zentralen Textinformationen adäquat visualisieren (Drewniak, 1992). Besonders wichtig erscheint Drewniak (1992) der Einsatz regulativer Aktivitäten, wenn die Vorkenntnisse der Lernenden gering und die Bilder komplex und schwer verständlich sind. Im Lernprozeß kommt es deshalb sehr auf den aufgaben- und situationsangemessenen Einsatz der kognitiven Fähigkeiten und des Wissens an, um eine gute Leistung zu erzielen. Welche selbstregulatorische Aktivität besonders effektiv für die Erreichung eines Lehrzieles ist, hängt von Lernermerkmalen, Bildmerkmalen und den möglichen kognitiven Funktionen ab.

Lehrziele

Bilder fördern und verbessern meist indirekt das Behalten und Verstehen der Textinformation und den Transfer. Direkt wirken sie sich auf Performanzmaße aus, die konkret Bildinformationen abfragen. Wie gut Lehrziele erreicht werden, hängt von den Lernervoraussetzungen, den kognitiven Bildfunktionen und der prozessualen Selbstregulation ab. Die gesetzten Lehr-

ziele erfordern dabei bestimmte selbstregulatorische Aktivitäten, welche darüber entscheiden, inwieweit die beabsichtigten kognitiven Funktionen eingelöst werden. Daneben ist es erforderlich, daß die Lernenden im Lernprozeß und besonders bei der Bildverarbeitung ihre metakognitiven und bereichsspezifischen Wissensbestände bereitstellen und ihre Fähigkeiten und Strategien einbringen.

Kognitive Bildfunktionen

In dem Modell wird angenommen, daß die selbstregulatorischen Aktivitäten hauptsächlich die genutzte kognitive Funktion von Bildern durch Lernende und ihren förderlichen Einfluß festlegen. Da Bildmerkmale sich auf die Aktivitäten und die genutzten Bildfunktionen auswirken, sollten diese bei der Erzeugung von Instruktionsmaterialien unbedingt berücksichtigt werden. Ein bestimmtes Bild kann mehr oder weniger dazu geeignet sein, bestimmte Verarbeitungsprozesse zu stimulieren und somit seine kognitive Funktion fixieren. Dabei ist es ebenso wichtig, die Nützlichkeit spezifischer Verarbeitungsaktivitäten und der kognitiven Funktionen von Bildern für die Erreichung bestimmter Lehrziele zu betrachten.

1.2.5.3 Ergebnisse zur prozessualen Selbstregulation

Drewniak (1992) erwartet, daß eine gute Lernleistung vor allem von der Effizienz der prozessualen Selbstregulation abhängt. Sind die eingesetzten strategischen und metakognitiven Aktivitäten angemessen, wird erforderliches strategisches und bereichsspezifisches Wissen aktualisiert und besitzt der Lerner eine förderliche Motivation und günstige Attributionsmuster, so führt dies zu einer guten Performanz. Die Qualität der Selbstregulation hängt dabei auch von anderen Bedingungsfaktoren ab. Kognitive und motivationale Lernervoraussetzungen und Gestaltungsmerkmale der Bilder wirken sich ebenso auf die Effektivität aus wie die genutzte Funktion eines Bildes im Lernprozeß.

In einer Studie mit 30 erwachsenen Studenten versuchte Drewniak (1992) die Bedingungen erfolgreichen Lernens mit Bildern in Texten gemäß ihrem Modell empirisch zu prüfen und den Stellenwert prozessualer Selbstregulation zu ermitteln. Sie untersuchte u.a. die folgenden Punkte:

1. *Relative Bedeutung der bildbezogenen Selbstregulation im Vergleich zu metakognitiven und bereichsspezifischen Lernervoraussetzungen, aktuellen Motivationstendenzen und der strategischen Textverarbeitung (...)*
2. *Differentielle Bedeutung einzelner bildbezogener selbstregulatorischer Aktivitäten für eine gute Performanz (...)*

3. *Einfluß des bereichsspezifischen Vorwissens auf die prozessuale Selbstregulation bei der Bildbetrachtung (...)*
4. *Zusammenhang zwischen dem bildbezogenen Strategiewissen und der Selbstregulation bei der Bildverarbeitung.* (Drewniak, 1992, S. 85-87)

Bei der Selbstregulation erhob sie für Bild und Text die affektiv-motivationale Ausrichtung, das aktualisierte Wissen, die strategischen Regulationsaktivitäten und die Funktion der strategischen Regulationsaktivitäten mit der Methode des lauten Denkens. Zusätzlich wurden die Lern- und Leseaktivitäten über einen Computer registriert: z.B. Aufmerksamkeitsausrichtung auf Textpassagen, Dauer und Häufigkeit der Bildbetrachtung, Frequenz des Vor- und Zurückblätterns. Als Lernleistung erfaßte sie das Behalten von Textinformationen durch Free-Recall-Tests, das Behalten von Bildinformationen durch Vervollständigen von Bildern durch verbale Daten in einem Fragebogen, das Verständnis von Textinformationen mittels eines Multiple-Choice-Tests und die Anwendung des vermittelten Wissens durch Fragen und Aufgaben zu einem realisierten Expertensystem.

Ein Computer steuerte die Präsentation der Texte. Das gewählte Thema Expertensysteme wurde durch Beispiele aus der KFZ-Mechanik und der EDV verdeutlicht. Das Bildmaterial bestand aus Illustrationen, welche die im Text erläuterten Sachverhalte veranschaulichten und ihre Beziehung untereinander anhand von Beispielen darstellten.

Relative Bedeutung der bildbezogenen Selbstregulation

Die Daten wurden mit einer multiplen Regressionsanalyse für die Variablengruppen analysiert. Die selbstregulatorischen Variablen (bild- und textbezogene Verhaltens- und Verbaldaten) tragen signifikant zur Varianzaufklärung bei. Sie erklären durchwegs die größten Varianzanteile in den vier Kriteriumsmaßen. Die Höhe der Prozentsätze aufgeklärter Varianz variiert dabei aufgabenspezifisch. Die selbstregulatorischen bildbezogenen online Lese- und Lernaktivitäten klären 14% ($R = .38$) der Varianz des Behaltens von Textinformationen auf, 24% ($R = .49$) der Varianz des Behaltens von Bildinformationen und 18% ($R = .42$) der Varianz der Anwendungsleistungen. Die selbstregulatorischen bildbezogenen Verbaldaten klären demgegenüber 30% ($R = .55$) der Varianz des Behaltens von Textinformationen auf, 27% ($R = .52$) der Varianz des Behaltens von Bildinformationen und 19% ($R = .43$) der Varianz der Verstehensleistungen. Hingegen kommt den metakognitiven Variablen und dem bereichsspezifischen Vorwissen der Lernenden keine prädiktive Relevanz zu. Die motivationalen Variablen klären lediglich in der Anwendungsaufgabe bedeutsame Varianzanteile auf ($R = .56$, $R^2 =$

.31). Entsprechend ihrem Modell der effektiven Bildverarbeitung bescheinigt Drewniak (1992) den bildbezogenen prozessualen Lernbedingungen eine große Bedeutung.

Tabelle 1.6: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse; N = 30, multiple Korrelation R und multiple Regression R^2 (Drewniak, 1992, S. 132)

	Behalten (Text)		Behalten (Bilder)		Verstehen		Anwenden	
	R	R^2	R	R^2	R	R^2	R	R^2
Bildbezogene online Lese- und Lernaktivitäten	.38	.14	.49	.24	--	--	.42	.18
Textbezogene online Lese- und Lernaktivitäten	.47	.22	.42	.17	.36	.13	--	--
Bild- und textbezogene online Lese- und Lernaktivitäten	.47	.22	.49	.24	.36	.13	.57	.32
Verbaldaten bezogen auf Bild-ergebnisse	.55	.30	.52	.27	.43	.19	--	--
Verbaldaten bezogen auf Text-ergebnisse	.61	.37	--	--	.61	.37	.56	.31
Verbaldaten bezogen auf Bild und Textergebnisse	.71	.50	.68	.47	.62	.38	.68	.46

Differentielle Bedeutung einzelner bildbezogener selbstregulatorischer Aktivitäten

Um die Bedeutung einzelner Variablen der bildbezogenen Selbstregulation für eine gute Lernleistung näher zu spezifizieren, wurden Korrelationsanalysen durchgeführt. Dabei ergibt sich für keine der von Drewniak (1992) berücksichtigten Variablen ein durchgängig bedeutsamer Zusammenhang mit allen vier Performanzmaßen. Weiter zeigen die Ergebnisse, daß die Varianzaufklärung mittels selbstregulatorischer Variablen durch wenige bedeutsame Korrelationen zustande kommt. Insgesamt sind die erzielten signifikanten Korrelationen eher niedrig (zwischen -.43 und .49).

Bei den bildbezogenen Lese- und Lernaktivitäten errechneten sich für die Aufruffrequenz und die Bildbetrachtungszeit wenige signifikante Korrelationen mit den vier Performanzmaßen. Von den sechs Bildern ergab sich lediglich für die Aufruffrequenz des sechsten Bild eine signifikant negative Korrelation mit der Anwendungsleistung ($-.42, p < .01$). Ansonst stellten sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Aufruffrequenzen der sechs Bilder oder der Bilder insgesamt mit den Behaltensleistungen bzgl. Bilder und Text oder den Verstehens- und Anwendungsleistungen ein.

Die Dauer der Bildbetrachtung korrelierte insgesamt dreimal signifikant mit den Performanzmaßen. Keine signifikanten Korrelationen ergaben sich mit der Verstehens- und der Anwendungsleistung. Zwei Bilder korrelierten signifikant mit der Behaltensleistung bzgl. Bilder (.43 und .49, $p < .01$) und ein weiteres Bild signifikant negativ mit der Textbehaltensleistung ($-.38, p < .01$).

Keine der bildbezogenen selbstregulatorischen Variablen, welche mit der Methode des lauten Denkens erhoben wurden, korrelierte bedeutsam mit der Anwendungsleistung. Die Funktion der strategischen Regulationsaktivitäten (Indikator für die genutzte Bildfunktion) hatte für kein Leistungsmaß eine prädiktive Bedeutung. Die Häufigkeit strategischer Regulationsaktivitäten beeinflusst das Behalten der Text- und Bildinformationen. Die bildbezogene Performanz war besser, wenn die Lernenden häufiger Elaborations- (.37, $p < .05$) und Memorierungsstrategien (.39, $p < .05$) einsetzten und seltener Orientierungsaktivitäten ($-.36, p < .05$) aus dem Bereich der metakognitiven Aktivitäten ausführten. Drewniak (1992) mahnt zur vorsichtigen Bewertung des Ergebnisses zu den Orientierungsaktivitäten, da die absolute Häufigkeit der verbalisierten Orientierungstätigkeiten bei Bildern verhältnismäßig gering ist. Für die Leistungen beim Textbehalten kommen den bildbezogenen strategischen Aktivitäten (.40, $p < .05$) und besonders den Elaborationen eine große Bedeutung zu (.43, $p < .01$). Die affektiv-motivationale Ausrichtung bei der bildbezogenen Selbstregulation zeigt negative Auswirkungen auf die Behaltensleistung bzgl. Bildinformationen und die Verstehensleistung (zwischen -.43 und -.33). Die Lernenden erzielten bessere Leistungen, wenn sie seltener ihre förderlichen oder hemmenden Gefühle und ihr Interesse/Desinteresse verbal ausdrückten. Das aktualisierte metakognitive Wissen korreliert signifikant negativ mit der Textbehaltensleistung ($r = -.37, p < .05$).

Einfluß des bereichsspezifischen Vorwissens

Ein Zusammenhang zwischen bereichsspezifischem Vorwissen und der Performanz in den vier Leistungsmaßen konnte in der multiplen Regressionsanalyse und in Mittelwertsvergleichen bezogen auf die Performanzmaße nicht festgestellt werden. Drewniak (1992) ging den Daten noch genauer auf den Grund und fragte sich, warum das so ist. Dazu teilte sie die 30 Probanden per Mediansplit bzgl. des KFZ-Wissens und des EDV-Wissens in zwei Gruppen und verglich diese bzgl. der Lese- und Lernaktivitäten und der prozessualen Selbstregulation.

KFZ-Experten und Novizen unterscheiden sich nicht in der Dauer und Häufigkeit der Bildbetrachtungen, EDV-Experten rufen lediglich ein Bild aus sechs Bildern häufiger auf als Novizen, sonst unterscheiden sich diese auch nicht voneinander.

In der bildbezogenen prozessualen Selbstregulation wurde ein geringer Unterschied zwischen Experten und Novizen gefunden. Die Unterschiede zwischen EDV-Experten und Novizen sind dabei nicht so groß. EDV-Experten berichten häufiger eine förderliche motivationale Ausrichtung als Novizen. In den Variablen der genutzten Bildfunktionen, der strategischen Aktivitäten und dem aktualisierten Wissen treten keine Unterschiede hervor. Die KFZ-Experten dagegen unterscheiden sich in wenigen Variablen von den Novizen. KFZ-Experten memorierten häufiger die Bildinformationen und Novizen berichteten häufiger über Mißerfolge bei der Verstehensüberwachung bei den Bildern. KFZ-Novizen verbalisieren auch öfter eine hemmende affektiv-motivationale Ausrichtung. In den Variablen der genutzten Bildfunktionen und dem aktualisierten Wissen treten keine Unterschiede auf. Insgesamt sind die Unterschiede zwischen Experten und Novizen eher gering. Eine Interpretation der Ergebnisse in die Richtung, daß Novizen andere selbstregulative Aktivitäten einsetzen als Experten, um ihr Vorwissenshandicap auszugleichen, kann nicht gefolgert werden.

Drewniak (1992) untersuchte diese Ergebnisse noch genauer und analysierte die Daten getrennt für Experten und Novizen, um einen differentiellen Einfluß der selbstregulatorischen Aktivitäten herauszufinden. Insgesamt errechneten sich wiederum nur wenige signifikante Korrelationen zwischen den Leistungsmaßen und den regulatorischen Aktivitäten bzw. den bildbezogenen Lernaktivitäten. Zusammenfassend stellt Drewniak (1992) fest, daß eine intensive Bildverarbeitung - wie sie sich in einer höheren Aufruffrequenz und einer höheren Verweildauer manifestiert - für Novizen eher ungünstig und für Experten eher günstig war. Bei den bildbezogenen selbstregulatorischen Prozessen spielten die metakognitiven Orientierungs- und Überwachungsaktivitäten und die genutzte Bildfunktion für Novizen und Experten eine geringe Rolle. Die strategischen Aktivitäten *Memorieren* und *Elaborieren* wirkten sich hingegen positiv aus. Negativ beeinflussten den Leistungserfolg die Aktualisierung von Wissensbeständen und metakognitiver Kompetenzen, sowie hemmende affektiv-motivationale Ausrichtung. Für Novizen und Experten ergab sich insgesamt kein einheitliches Bild. Drewniak (1992) geht davon aus, daß für unterschiedliche Personen unterschiedliche strategische Aktivitäten gleichermaßen lernfördernd sein können.

Zusammenhang zwischen bildbezogenem Strategiewissen und Selbstregulation

Das bildbezogene Strategiewissen war zur Vorhersage der Häufigkeit und Dauer der Bildbetrachtung nicht relevant. Bzgl. der Selbstregulation zeigten sich zwei Zusammenhänge. Lernende mit viel Strategiewissen verbalisierten seltener eine hemmende affektiv-motivationale Ausrichtung ($r = -.34$, $p < .05$) und äußerten seltener metakognitives Wissen ($r = -.38$, $p < .05$). Drewniak (1992) wertet diese Ergebnisse in der Weise, daß das vorhandene Wissen über aufgaben- und situationsangemessene Verarbeitungsstrategien in der Lernsituation nicht eingesetzt wird. Mit den Performanzmaßen *Textbehalten*, *Verstehen* und *Anwenden* bestehen keine Zusammenhänge, mit dem bildbezogenen Behalten ein geringer Zusammenhang ($r = .33$, $p < .05$).

Fazit

Drewniak (1992, S. 155) meint, daß "die Relevanz der bildbezogenen prozessualen Selbstregulation beim Wissenserwerb mit einem komplexen illustrierten Studententext (...) beeindruckend demonstriert werden" konnte. Die differentielle Bedeutung der strategischen Selbstregulation für die Performanz wurde deutlich. Unterschiedliche Aufgaben erfordern unterschiedliche Aktivitäten. Warum das Vorwissen keinen Einfluß auf die Leistungen hatte, wird u.a. durch ein allgemein niedriges Niveau der Vorkenntnisse und durch die mögliche Irrelevanz von KFZ- und EDV-Kenntnissen für den Wissensbereich Expertensysteme erklärt. Das sind plausible Erklärungspunkte für den mangelnden Einfluß des Vorwissens auf die Lernleistung.

1.2.5.4 Lernstrategien und Bildverarbeitung

Lernstrategien können eine Hilfe bei der Erforschung von Aktivitäten der Bildverarbeitung sein. Lewalter (1997b, S. 61) beurteilt Lernstrategien als "einen sinnvollen theoretischen Zugang zur Klassifikation kognitiver Verarbeitungsaktivitäten beim Lernen mit Bildern". Lernstrategien bezeichnen im allgemeinen Aktivitäten, die ein Lerner bei der Aufnahme und Verarbeitung von Informationen einsetzt. Der Begriff faßt verschiedene kognitive und verhaltensmäßige Aktivitäten zusammen. Dabei kann es sich um übergeordnete Verarbeitungstendenzen (z.B. neue Informationen mit alten verknüpfen) oder konkrete Techniken handeln (z.B. Vorstellungsbild kreieren). Es gibt eine Vielzahl von Kategorisierungsversuchen, welche verschiedene Aspekte berücksichtigen und dennoch große Gemeinsamkeiten aufweisen (Lewalter, 1997b). Als besonders relevant für den Lernprozeß erscheinen Strategien der Wiederholung, Elaboration, Organisation sowie metakognitive Lernstrategien (Lewalter, 1997b).

Diese Strategien werden folgend näher betrachtet. Sie können zu dem Modell von Drewniak (1992) in Beziehung gesetzt werden.

Wiederholungsstrategien beinhalten Aktivitäten, welche neue Informationen ständig memorieren. Wiederholungen erhöhen die Wahrscheinlichkeit des Übergangs aus dem Arbeitsspeicher in das Langzeitgedächtnis. Bei verbalem Material kann eine Wiederholungsstrategie ein ständiges Vorhersagen der Wörter sein. Bei Bildern könnten Strategien Bildelemente und/oder ihre Zusammenhänge wiederkehrend memorieren. Auch eine Wiederholung ihrer Bedeutung ist denkbar, wenn Bildteile benannt und ihre Zusammenhänge verbalisiert werden. Dabei ist es wahrscheinlich, daß Informationen aus dem Begleittext in die strategische Aktivität mit einfließen.

Elaborationsstrategien zielen auf die aktive Verknüpfung neuer Informationen mit dem Vorwissen ab. Dazu gehören so unterschiedliche Techniken wie Sätze paraphrasieren, Vorstellungsbilder entwickeln, Analogien ersinnen, sich Beispiele ausdenken und zu persönlichen Ereignissen und Erfahrungen eine Verbindung herstellen. Mit Bildern sind ähnliche Strategien denkbar. Man könnte z.B. Bildelemente und deren Zusammenhänge verbalisieren, mit selbst erlebten Erfahrungen zusammenbringen, Bilder in Gedanken manipulieren (z.B. drehen oder in Bewegung bringen) usw. Elaborationen zu Illustrationen können dabei bildhaft oder sprachlich erfolgen.

Organisierende Prozesse spielen eine wichtige Rolle beim Lernen mit komplexen und umfangreichen Materialien. Ohne eine Reduktion und Organisation der Informationen kommt man nicht aus. Beispiel dafür sind Gruppierungen, Strukturierungen und die Erzeugung von Diagrammen. Der Lerner reduziert die Informationen dabei und setzt sie aktiv zueinander in Beziehung. Gerade logische und darstellende Bilder sollen oft die Makrostruktur eines Textes aufzeigen. Dabei wird auch darauf geachtet, daß die Bilder nicht zu komplex sind, aber dennoch alle nötigen Informationen beinhalten. Bildbezogene Organisationsstrategien scheinen nur geringes Gewicht zu haben. Lediglich bei sehr komplexen und unübersichtlichen Bildern dürften Organisationsprozesse wichtig sein.

Bei metakognitiven Strategien handelt es sich um Strategien der Kontrolle und Steuerung kognitiver Prozesse. Sie dienen zur Planung geeigneter Vorgehensweisen (Auswahl von Strategien), der Überwachung ihres Ablaufes (richtige Ausführung), der Steuerung des Ablaufs (korrigierende Eingriffe) und der Bewertung der Ergebnisse (Erreiche ich das Ziel? Habe ich das Ziel erreicht?). Metakognitive Strategien äußern sich z.B. in Aktivitäten, welche der Ver-

stehenskontrolle dienen. Für Bilder spielen diese Strategien eine Rolle. Bilder können z.B. dazu genutzt werden, das Verständnis eines Textes zu überprüfen oder selbst Gegenstand der Verständniskontrolle sein. Oftmals äußern sich solche Prozesse in Artikulationen wie „Das habe ich jetzt nicht verstanden“ oder „Das weiß ich schon“. Grundlage für den erfolgreichen Einsatz von Kontrollstrategien ist Wissen über Lernstrategien und ihren geeigneten Einsatz.

1.2.5.5 Ergebnisse zu Lernstrategien bei der Bildverarbeitung

Es liegen nur wenige Ergebnisse zum Einsatz von Lernstrategien bei der Bildverarbeitung vor. Eine Untersuchung dazu wurde von Drewniak (1992) durchgeführt (siehe Abschnitt 1.1.5.2 und 1.1.5.3). Die Studie von Lewalter (1997b) wird in diesem Abschnitt besprochen.

Lewalter (1997b) untersuchte die Effektivität von Animationen und Bildern zur Visualisierung von Bewegung und Räumlichkeit in Hinblick auf den Lernerfolg. Dazu erstellte sie drei Computerlernprogramme zum Thema Gravitationslinsen, ein Programm mit Lerntext ohne Illustrationen, eines mit darstellenden graphischen Bildern und eines mit darstellenden graphischen Animationen. Als Leistungskriterien wurden Faktenwissen, Verständnis und Problemlösen in Text- und Bildaufgaben abgefragt. Besonders interessierten sie die bei der Bildverarbeitung eingesetzten Verarbeitungsstrategien der Wiederholung, der Elaboration und Kontrolle sowie deren Wirkungen auf die Leistungskriterien. Die Verarbeitungsstrategien wurden mit der Methode des lauten Denkens erfaßt. Jede der drei Programmversionen wurde von 20 Versuchspersonen durchlaufen, hauptsächlich Studenten der Fachrichtungen Pädagogik und Psychologie. Im folgenden werden nur die Ergebnisse bzgl. der Lernstrategien aufgeführt.

Lewalter (1997b) findet entsprechend der Forschung zum Lernen mit Bildern eine bedeutsame Steigerung der Lernleistung bei den bebilderten Programmversionen im Vergleich zum reinen Textprogramm. Dieses Ergebnis bestätigt, daß die Visualisierung von Lerninhalten hinsichtlich der Lernleistung eine effektive instruktionale Einflußmöglichkeit bei der Gestaltung von Lernmaterialien darstellt.

Beim Lernen mit Bildern wird die Verarbeitungsstrategie *Wiederholung* in hohem Maße eingesetzt, und zwar mit wenig Streuung innerhalb der Gruppe ($M = 25.80$, $SD = 3.02$). Das Wiederholen der Bildinhalte ist die bei der Beschäftigung mit den Illustrationen vorrangig eingesetzte Lernstrategie. Dabei wiederholen die Lernenden in starkem Maß die Inhalte der Erläuterungstexte der Illustrationen, die sie direkt vor deren Betrachtung gelesen haben. Wiederholungen von Gelerntem aus vorherigen Abschnitten wurde durchschnittlich nur einmal gemacht. Die Methode des lauten Denkens kann sich hier besonders in der Erfassung von Wie-

derholungen niederschlagen. Werden Probanden aufgefordert zu verbalisieren, werden oftmals die Elemente der Bilder benannt und deren Beziehung zueinander. Dies erfüllte schon die Bedingung für die Registrierung der Lernstrategie Wiederholen.

Die Probanden führen nur sehr selten Aktivitäten aus, die der Lernstrategie der Elaboration zugeordnet werden können ($M = 1.20$, $SD = 1.96$). Von der Hälfte der Probanden werden Elaborationen nicht eingesetzt, vom Rest nur in geringen Maßen. Verknüpfungen mit Vorwissen aus dem Themengebiet Astronomie oder zu anderen Themengebieten (z.B. Alltagserfahrungen) wurden kaum hergestellt.

Kontrollierende Lernaktivitäten werden häufiger berichtet ($M = 7.50$, $SD = 7.94$) und öfters eingesetzt als Elaborationen, aber bedeutend weniger als Wiederholungen. Bzgl. der Kontrollstrategien wird zwischen Verständnis bestätigenden Kontrollaussagen, falsifizierenden Aussagen und handlungsleitenden Aussagen unterschieden. Bestätigende Kontrollaussagen (Aussagen über das Verständnis von Inhalten) werden selten geäußert ($M = 1.20$, $SD = 2.33$), ebenso wie falsifizierende Aussagen (Aussagen über das Unverständnis von Inhalten, $M = 2.75$, $SD = 3.31$). Handlungsleitende Kontrollaussagen werden vermehrt registriert ($M = 3.55$, $SD = 3.35$). Die einzelnen Verteilungen streuen erheblich, d.h. zwischen den Probanden bestehen teilweise große Unterschiede im Einsatz der verschiedenen Strategien. Das Auftreten falsifizierender Kontrollaussagen korreliert mit dem Auftreten handlungsleitender Kontrollaussagen mit $.84$ ($p < .01$). Lewalter (1997b) sieht handlungsleitende Aussagen als Folge von Unverständnis gegenüber den Inhalten an.

Lewalter (1997b) interessierte weiter, wie sich der Einsatz dieser Strategien auf die Lernleistung auswirkt. Die Lernstrategie Wiederholung zeigte einen signifikanten Einfluß auf das Gesamtergebnis im Wissenstest ($t_{(18)} = -2.24$, $p < .05$). Lernende, welche die Strategie Wiederholung häufiger einsetzten, profitierten von Bildern mehr und erzielten bessere Leistungsergebnisse ($M_1 = 54.20$, $SD = 15.44$, $n_1 = 15$) als Lernende, welche diese Strategie weniger häufig einsetzten ($M_2 = 36.00$, $SD = 16.81$, $n_2 = 5$). Dabei schlägt sich der Vorteil vor allem im Faktenwissen ($M_1 = 19.40$, $s_1 = 6.54$, $M_2 = 31.53$, $SD_2 = 9.52$) signifikant nieder, bei den Verständnis- und Problemlöseaufgaben erreicht die statistische Auswertung nicht das Signifikanzniveau ($M_1 = 16.60$, $SD_1 = 10.64$, $M_2 = 22.67$, $SD_2 = 7.69$). Die Lernstrategie Elaboration zeigt keinen signifikanten Einfluß auf das Gesamtergebnis im Wissenstest ($M_1 = 45.90$, $SD_1 = 20.21$, $n_1 = 10$, $M_2 = 53.40$, $SD_2 = 13.96$, $n_2 = 10$, $t_{(18)} = -0.97$, n.s., t-Wert aus Angaben errechnet). Bei der Lernstrategie Kontrolle wurden einzig die handlungsleitenden Aussagen ana-

lysiert, weil Lewalter (1997b) davon ausgeht, daß die diagnostischen Aussagen (bestätigende und falsifizierende Kontrollaussagen) keinen Einfluß auf den Lernprozeß haben. Die handlungsleitenden Kontrollstrategien hängen mit dem Erfolg im Wissenstest zusammen, jedoch erreicht der Unterschied nicht die Signifikanzgrenze ($M_1 = 42.67$, $SD_1 = 18.34$, $n_1 = 6$, $M_2 = 52.64$, $SD_2 = 16.67$, $n_2 = 14$, $t_{(18)} = -1.19$, n.s., t-Wert aus Angaben errechnet). Aufgeschlüsselt für das Faktenwissen und die Verständnis- und Problemlöseaufgaben ergibt sich ebenfalls kein signifikanter Effekt.

1.2.6 Unterstützung der Bildverarbeitung

Beim Lernen mit Instruktionstexten können Bilder das Behalten und Verstehen fördern (Levie & Lentz, 1982; Levin et al., 1987). Mit Bildern wurde besser gelernt als nur mit Text. Das Hinzufügen von Bildern allein garantiert aber noch kein erfolgreicherer Lernen. Bilder in expositorischen Texten werden oft nicht oder nicht adäquat genutzt (Levie & Lentz, 1982; Salomon, 1984; Weidenmann, 1988b). Sie wurden ignoriert oder nur sehr oberflächlich verarbeitet, wenn ihre Information als nicht relevant oder überflüssig erschien oder der Text als einfach verständlich eingeschätzt wurde. Als mögliche Gründe dafür kommen z.B. Vorwissen, Vertrautheit mit Bildercodes, fehlendes Interesse am Bildgegenstand oder Zweifel gegenüber Bildern als Informationsträger in Frage. Oft werden unangemessene Verarbeitungsstrategien angewendet und eine Integration von Text- und Bildinformation erweist sich als schwierig (Weidenmann, 1988a, 1988b). Auf der anderen Seite besitzen Lernende meist Wissen über geeignete Strategien der Bildverarbeitung, um das Behalten und Verstehen von Texten zu fördern. Sie werden nur nicht eingesetzt (Salomon, 1984; Weidenmann, 1988b).

Deshalb spekuliert man über geeignete Möglichkeiten, die Bildverarbeitung zu verbessern. Besonders auf den Erkenntnissen aufbauend, wie erfolgreiche Lerner Bilder zur Lernunterstützung nutzen, kann man gezielt Strategien ersinnen, welche diese förderlichen Bildverarbeitungsprozesse unterstützen oder anregen sollen. Durch unterschiedliche Strategien soll die Aufmerksamkeit auf Illustrationen gelenkt und deren Relevanz vermittelt werden. Als Konsequenz erhofft man sich eine Verbesserung der integrativen Verarbeitung von Text- und Bildinformationen sowie des Verständnisses der verbalen Informationen.

Wenn man die Lernleistungen mit Texten und Bildern verbessern will, indem die Bildverarbeitung gefördert wird, kann man grundsätzlich zwei Zugänge überlegen. (1) Man kann versuchen, das Strategiewissen und das metakognitive Wissen über den Strategieeinsatz der Lernenden zu verbessern, indem man ihnen neue Strategien beibringt und/oder ihr Wissen über

den aufgabenangemessenen Einsatz neuer oder vorhandener Strategien erweitert. (2) Man kann den Lernenden aber auch während des Lernprozesses dabei helfen, effiziente Strategien einzusetzen, indem man eine Beeinflussung über die Gestaltung der Lernmaterialien versucht. Auf diese Möglichkeiten soll folgend näher eingegangen werden (siehe dazu auch Friedrich, Fischer, Krämer & Mandl, 1984; Hofer & Niegemann, 1990; Miller, 1987; Schallert, Alexander & Goetz, 1988; Whitman, 1987).

Auf die Verarbeitung von Bildern wird mit unterschiedlichen Mitteln Einfluß zu nehmen versucht (Weidenmann, 1994; Drewniak, 1992). Peeck (1994b) spricht drei Möglichkeiten an, um Lernenden zu einer adäquateren Bildverarbeitung zu verhelfen:

1. Lernende auffordern, auf die Bilder zu achten,
2. Formen der Instruktion oder Formen von Aufgaben, die spezifisch die Information aufzeigen, die aus jeder einzelnen Illustration extrahiert werden soll,
3. ein überprüfbares Produkt als Reaktion auf die Instruktion verlangen, das in Zusammenhang mit Bildern steht (Hefteinträge, Beschriftungen von Bildern, Bildergänzungen, Bilder zeichnen).

Weidenmann (1994) führt ergänzend gestalterische Möglichkeiten von Bildern zur Steuerung der Verarbeitung auf. Daneben erwähnt er einfache verbale Formen der Lenkung der Bildverarbeitung durch Verdopplung des bildlich Dargestellten.

Insgesamt können die Möglichkeiten zu vier Bereichen zusammengefaßt werden:

1. Bildliche Hilfsmittel (z.B. Hinzunahme spezieller graphischer Zeichen)
2. Sprachliche Hilfsmittel
 - verbale Doppelung der bildlichen Darstellung
 - (Zusatz-)Informationen: Nutzungshinweise, Bearbeitungshilfen
 - allgemeine Aufforderungen
 - spezifische Instruktionen und Aufgaben
 - Instruktion selbstregulatorischer Strategien
3. Verhaltensbezogene Hilfsmittel
 - Steuerungsorientiert: Abruf von (Zusatz-)Informationen, Nutzungshinweisen und Bearbeitungshilfen
 - Produktorientiert: Überprüfbare Ergebnisse fordern
4. Präsentative Hilfsmittel
 - Sequenzierung von Informationen

- Präsentationszeit von Bildern
- Modalität der Sprachinformation
- besondere Form der Text-Bild-Kombination: Infographik

Ein Problem dieser Instruktionsverfahren ist, daß nicht geprüft oder erzwungen werden kann, daß die Lernenden die eingesetzten Hilfestellungen und Optionen zur Förderung des Lernens auch nutzen (wenn es freigestellt ist), richtig interpretieren und umsetzen können. Die Interventionen hängen des weiteren sehr von Lernervariablen ab. Bei den bildbezogenen Strategien ist es z.B. nötig, die visuellen Hilfestellungen auch richtig lesen zu können (visual literacy).

1.2.6.1 Bildliche Hilfsmittel

Weidenmann (1994) unterscheidet zwischen Darstellungs- und Steuerungscode von Bildern. Darstellungscode sind bildgestalterische Mittel zur angemessenen Darstellung eines zu kommunizierenden Inhalts. Steuerungscode sind bildgestalterische Mittel zur Steuerung einer angemessenen Bildrezeption. Auch mit bildlichen Mitteln ergeben sich Möglichkeiten, die Verarbeitung eines Bildes zu beeinflussen. Weidenmann (1994) differenziert weiter zwischen expliziten und impliziten Steuerungscode.

Explizite Steuercode sind besondere graphische Hinweiszeichen, z.B. farbige Hervorhebungen, Pfeile und Ausschnittvergrößerungen. Sie werden der eigentlichen bildlichen Darstellung hinzugefügt und sollen den Betrachter bei der Bildverarbeitung unterstützen. Durch Markierungen können beispielsweise relevante Informationen in den Bildern besonders hervorgehoben und die Aufmerksamkeit der Lernenden darauf gelenkt werden.

Implizite Steuercode konstituieren sich in absichtlichen Variationen des Darstellungscode. Gegenstand der Variation sind z.B. unterschiedliche Größendarstellungen, Detailreichtum oder die Platzierung einzelner Bildteile. Solche Variationen heben bestimmte Bildbereiche hervor und beeinflussen die Bildverarbeitung.

Als Voraussetzung für die Wirksamkeit von Steuerungscode müssen Rezipienten mit diesen vertraut sein - sie erkennen und zutreffend verarbeiten - und sich mit dem Bild auseinandersetzen. Diese beiden Voraussetzungen können nicht als gegeben angenommen werden. Daher stützen sich Bildautoren hauptsächlich auf die Sprache, um die Bildverarbeitung zu steuern.

Supplantation

Das Supplantationskonzept von Salomon (1979) sagt im wesentlichen aus, daß bei einer möglichst genauen externalen Präsentation kognitiver Lernvorgänge, welche eigentlich vom Ler-

nenden zur Erreichung eines Lehrzieles zu leisten sind, die Lernleistung positiv beeinflusst wird. Die Präsentation soll dabei den Lernenden helfen, die kognitive Verarbeitungsfähigkeit aufzubauen und zu erlernen. Supplantation bezeichnet die explizite externe Simulation interner kognitiver Prozesse. Salomon unterscheidet drei Stufen der Supplantation:

- (1) Modellierung ("modeling condition"): Bei der Modellierung wird der zu leistende Verarbeitungsprozeß möglichst vollständig external vorgemacht. Der Lernende soll durch die Beobachtung der externen Simulation dazu befähigt werden, den Prozeß zukünftig selbstständig auszuführen. "Wenn zum Beispiel eine Lernaufgabe darin besteht, die Ansicht eines dreidimensionalen Objekts nach einer Rotation zu beschreiben, dann würde bei einer Modellierung des Lösungsprozesses die Ausgangsansicht des Objekts, die Veränderung während der Rotation und die Endansicht medial repräsentiert werden" (Lewalter, 1997b, S. 103). Im Film besteht eine Modellierung einer kognitiven Rotation in der Präsentation der tatsächlichen Rotation eines Objekts. Mit statischen Bildern kann die Rotation durch eine Sequenz von Bildern modelliert werden, in der das Objekt auf den Bildern immer eine leicht veränderte räumliche Lage einnimmt.
- (2) Abkürzung ("short-circuiting condition"): Die Abkürzung besteht in der externalen Darbietung des Anfangs- und Endzustandes eines zu leistenden kognitiven Prozesses. Wenn die Lernaufgabe wieder darin besteht, die Ansicht eines dreidimensionalen Objekts nach einer Rotation zu beschreiben, dann würde bei einer Abkürzung des Lösungsprozesses die Ausgangsansicht und die Endansicht des Objekts medial repräsentiert werden. Die Präsentation dieser Zustände soll dem Lernenden ermöglichen, den erforderlichen dazwischenliegenden kognitiven Prozeß selbst zu finden.
- (3) Aktivierung ("activation condition"): Bei der Aktivierung wird lediglich der Ausgangspunkt eines kognitiven Prozesses externalisiert oder die Aufgabe expliziert. Das soll zur selbständigen Entwicklung des erforderlichen kognitiven Prozesses reichen.

Bei Salomon (1979) sollte durch eine Modellierung kognitiver Operationen die Bildverarbeitung von Versuchspersonen unterstützt werden. Konkret versuchte er z.B. durch "Zoomen" auf Details informationsreicher Bilder den kognitiven Prozeß der Aufmerksamkeitslenkung extern zu simulieren. Eine Kontrollgruppe erhielt dasselbe Instruktionsmaterial ohne eine solche externe Modellierung. Diese mußten sich somit auf ihre eigenen Fähigkeiten verlassen.

Als Ergebnis zeigte sich eine Interaktion zwischen den Instruktionsformen und den kognitiven Fähigkeiten der Versuchspersonen. Lernende mit geringen Fähigkeiten lernten ohne Modellie-

rung nur wenig hinzu, mit Modellierung zeigte sich ein beträchtlicher Wissenszuwachs. Lernende mit hohen Fähigkeiten wurden hingegen durch die Modellierung in ihren Leistungen behindert. Ohne Modellierung zeigten sie viel bessere Ergebnisse.

In einer weiteren Studie mit Kindern wurde ein Vergleich über die drei Stufen der Supplantation des Perspektivenwechsels vorgenommen. In der Modellierung wurden Filmsequenzen gezeigt, in denen der Kamerawinkel verändert wurde, in der Abkürzung wurden Bilder von der Ausgangsperspektive und der Endperspektive präsentiert, in der Aktivierung wurden nur Bilder der Ausgangsperspektiven demonstriert.

Kinder mit einer niedrigen Fähigkeit zum Perspektivenwechsel profitierten am meisten von der Modellierung, Kinder mit mittleren Fähigkeiten von der Abkürzung und Kinder mit hohen Fähigkeiten von der Aktivierung. Die Modellierung behinderte eher Kinder mit hohen Fähigkeiten. Wahrscheinlich stört die externalisierte vollständige Präsentation die eigenen Lernprozesse.

Diese Untersuchungen verdeutlichen die Möglichkeit, daß Hilfen differentielle Effekte hervorrufen können und nicht per se förderlich sind. Für Lernende mit geringen Bildverarbeitungsfähigkeiten kann viel eher erwartet werden, daß Hilfen zur Bildverarbeitung den Lernprozeß positiv beeinflussen. Versierte Anwender geeigneter Verarbeitungsstrategien werden durch zu restriktive Maßnahmen wahrscheinlich in ihren eingespielten Möglichkeiten beschränkt, indem ihnen kognitive Prozesse aufgedrängt werden, welche den eigenen geplanten Verarbeitungsprozessen zuwider laufen.

1.2.6.2 Sprachliche Hilfsmittel

So wie Bilder auf die Verarbeitung von Texten Einfluß nehmen, kann Sprache umgekehrt auf die Verarbeitung von Bildern wirken. "Üblicherweise erfolgt eine Lenkung der Bildverarbeitung sprachlich in Form von Bildlegenden, Bildbeschriftungen, Bildüberschriften sowie Bildkommentierungen im laufenden Text. Meist handelt es sich dabei um verbale Doppelung der bildlichen Darstellungscodes, seltener um verbale «steuernde» Hinweise, die auf die Bildverarbeitung des Rezipienten zielen" (Weidenmann, 1994, S. 23).

Über die Rolle von Bildlegenden und ihre Beziehung zu Bildern ist noch nicht allzu viel bekannt. Bernard (1990) untersuchte zwei Legendentypen: (1) Legenden, welche den Bildinhalt wiederholen, und (2) Legenden, welche die Aufmerksamkeit auf wichtige Bildinhalte zu lenken versuchen. Der Wissenserwerb konnte durch beide Legendentypen in gleichen Maßen verbessert werden. Weidenmann (1994) unterscheidet deskriptive und instruktionale Legen-

den. Deskriptive Legenden sollen die besonders wichtig erscheinenden Darstellungscodes im Bild verbal kommentieren bzw. ergänzen. Instrukтив sind verbale Erklärungen der Steuerungscodes und der Absichten des Bildautors, welche auf die Bildverarbeitung steuernd Einfluß üben.

Ebenso wirkt der Text an sich auf die Bildverarbeitung. Z.B. fanden Schnotz und Mikkilä (1990), daß eine explizite Beschreibung der Bildinhalte zu einer etwa doppelt so langen Bildbetrachtung führt.

Auch durch in den Text eingefügte Hinweise oder Fragen sowie durch zusätzliche Instruktionen wurden Lernende explizit aufgefordert, sich die Bilder oder bestimmte Teile daraus genau anzuschauen, mentale Vorstellungsbilder zu generieren, Verknüpfungen zwischen Text und Bild herzustellen, mit Erfahrungen und Wissen zu verbinden usw. Im folgenden sollen einige ausgewählte verbale Hilfsmittel genauer betrachtet werden.

Allgemeine Aufforderungen

Allgemeine Instruktionen, welche die Bedeutung der Illustrationen hervorheben und die Lernenden anregen sollen, auf die Bilder zu achten und diese genau zu betrachten, zeigten selten die gewünschte Wirkung einer intensiveren Bildverarbeitung (Hayes & Readance, 1983; Rasco, Tennyson & Boutwill, 1975; Reinking, Hayes & McEneaney, 1988). In einigen Studien (z.B. Hayes & Readance, 1983; Moore & Skinner, 1985; Reid & Beveridge, 1990) bestand eine solche allgemeine Instruktion in einem Hinweis vor der Bearbeitung des Lernmaterials, daß eine besondere Aufmerksamkeit für die Bilder das Verstehen fördern kann. Dadurch sollte eine ausreichende Beachtung visueller Informationen erzielt werden. Peeck (1994b) meint dazu, daß diese Aufforderungen wahrscheinlich zu unspezifisch sind und nicht aufzeigen, worauf die Betrachter achten sollen.

Referenzen in Text (z.B. "siehe Abbildung 1", "In Abbildung 1 wird deutlich, ...") bilden nach Brody (1982) eine wirksame Möglichkeit, die Aufmerksamkeit der Lernenden im richtigen Moment auf eine Illustration zu lenken.

Spezifische Instruktionen und Aufgaben

Peeck (1994a) führte in seiner Untersuchung eine spezifische Instruktion zur Aufmerksamkeitssteuerung ein. Seine Versuchspersonen sollten genau darauf achten, welche Textinformationen auch in der Illustration dargestellt sind und in welcher Weise dies realisiert ist. Diese Intervention resultierte in einer signifikanten Leistungsverbesserung bzgl. des bebilderten

Textinhaltes. Peeck (1994a) merkt dazu kritisch an, daß in realen Lernsituationen diese Instruktion durchaus ineffektiv sein kann, wenn die Lernenden ihr nicht folgen oder folgen können.

Larson et al. (1986) trainierten einen Teil ihrer Probanden auf spezifische Strategien, von denen sie annahmen, daß diese in besonderem Maße das Behalten und Verstehen der durch Bilder vermittelten strukturellen Informationen fördern. Als Lernthema wählten sie die Funktionsweise technischer Systeme (z.B. Videoanlage, Oszilloskop). Die Instruktion zur Anwendung spezifischer Strategien erfolgte in vier Schritten. (1) Die Probanden wurden aufgefordert, eine allgemeine Vorstellung über die Funktionsweise aufzubauen und gezielt nach entsprechenden Textinformationen zu suchen. (2) Die Probanden sollten die Illustrationen genau betrachten und ein mentales Bild der einzelnen Systemteile entwickeln, um die Illustrationen reproduzieren zu können. (3) Die Probanden wurden aufgefordert, mit Hilfe der Illustrationen die Namen der Systembestandteile zu lernen, indem sie z.B. Elaborationen bilden, Mnemotechniken einsetzen und mentale Vorstellungen entwickeln. (4) Die Probanden wurden instruiert, gezielt die zu den verschiedenen Bildteilen gehörigen Textinformation aufzusuchen, zu lesen und zusammenzufassen. In einer weiteren Sitzung legten Larson et al. (1986) ihren Probanden bebilderte Texte zur Funktionsweise eines weiteren technischen Systems vor. Die trainierten Probanden wurden dabei aufgefordert, die zuvor erlernten Strategien anzuwenden. Als abhängige Variable erfaßten sie die Behaltens- und Verstehensleistung bzgl. der Textinformationen. Als Ergebnis verbesserte sich die Verarbeitung und das Verständnis der bildlich dargestellten strukturellen Information, auf die nicht illustrierten verbalen Information wirkte sich das Training jedoch nicht positiv aus.

Canelos, Dwyer, Taylor, Belland und Baker (1989) versuchten, über zwei Strategien zur Förderung der bildlichen Vorstellung und der Aufmerksamkeit für die Bildmaterialien die Bildverarbeitung zu fördern. Die Probanden bearbeiteten einen mittels Computer präsentierten Text über die Physiologie des menschlichen Herzens, aufbereitet in 57 Bildschirmseiten mit jeweils einem schematischen Bild und drei bis acht erläuternden Zeilen. 180 Probanden wurden zufällig 9 Gruppen zugeordnet. Die Kontrollgruppe absolvierte lediglich die Tests. Von den verbleibenden acht Gruppen konnten vier Gruppen die Textseiten beliebig lange bearbeiten (self-paced), der anderen Hälfte wurde die Bearbeitungszeit auf 13 Sekunden begrenzt (externally paced). Jeweils innerhalb dieser beiden Vierergruppen erhielt eine Gruppe die Instruktion zur Generierung eines mentalen Vorstellungsbildes, indem nach 5 bis 7 Seiten eine

Umrißzeichnung des Herzens 15 Sekunden lang präsentiert wurde, mit der Aufforderung, eine mentale Vorstellung der einzelnen Teile des Herzens zu formen. In einer weiteren Gruppe wurde versucht, die Aufmerksamkeit auf die Bilder zu lenken, indem jedes Bild zuerst fünf Sekunden lang ohne Text präsentiert wurde. Die restlichen zwei Gruppen erhielten beide oder keine der Bildverarbeitungshilfen. Als abhängige Variablen wurde die Verstehens-, Anwendungs- und Behaltensleistung bzgl. der vermittelten Informationen erfaßt. Insgesamt erzielten die Lernbedingungen mit Zeitbeschränkung bessere Leistungen in den einzelnen Performanzmaßen, unabhängig davon, welche Strategie eingesetzt wurde. Kommt zur Zeitbeschränkung ein Strategieeinsatz hinzu, profitieren die Lernenden davon. Das spiegelt sich vor allem in den bildbezogenen Leistungsmaßen (räumliche Informationen) wieder. Die Gruppen ohne Zeitbeschränkung profitierten kaum von den eingefügten Strategiehilfen, insgesamt werden sie sogar tendenziell in einzelnen Performanzmaßen schlechter. Die Leistungen der Gruppe ohne Zeitbeschränkung und ohne Strategieeinsatz entsprechen in den textbezogenen Performanzmaßen in etwa der Performanz der Gruppen mit Zeitbeschränkung, in den bildbezogenen Leistungsmaßen erzielten sie jedoch schlechtere Leistungen. Canelos et al. (1989) vermuten daher, daß die Lernenden zwar effektive Verarbeitungsstrategien für verbale Informationen besitzen, effektive Bildverarbeitungsstrategien jedoch nur unter bestimmten Bedingungen im Lernprozeß einsetzen, z.B. unter Zeitdruck oder mit Instruktion.

Weidenmann (1988b) führte eine Untersuchung speziell mit Text- und Bildmaterial aus, von dem er annahm, daß es eher zu einer oberflächlichen Bildverarbeitung anregt. 206 Probanden wurden zufällig auf fünf Gruppen verteilt, von denen noch 159 am Wissenstest zwei Wochen später teilnehmen konnten. Die Versuchsteilnehmer mußten einen narrativen psychologischen Text (Auswirkungen von Führungsstilen) mit oder ohne zwei veranschaulichenden Illustrationen bearbeiten. Die Bilder sollten dabei Aussagen des Textes kontextualisieren und die Hauptideen darstellen. Zwei Gruppen erhielten keine spezielle Instruktion. Ihnen lag einmal der Text mit und ohne Bilder vor. Die Gruppe, bei denen die Bildverarbeitung gefördert werden sollte, erhielt eine bildbezogene Instruktion, die zur genauen Bildbetrachtung und zur Verknüpfung der Bildinformationen mit den zugehörigen Textstellen anregen sollte. Zwei weitere Gruppen dienten zur Kontrolle des Lerneffekts. Auch ihnen lag wiederum der Text mit oder ohne Bilder vor. Sie wurden instruiert, sich an eigene Erfahrungen zu erinnern und sich in das im Text beschriebene Experiment hineinzusetzen, um den Text besser zu verstehen. Als abhängige Variable wurde das Verständnis von Textinformationen erhoben. Die

Gruppe mit bildbezogener Instruktion erzielte die beste Leistung, die anderen Gruppen unterschieden sich nicht in ihrer Performanz. Diese Studie verdeutlicht, daß Lernende auch bei Bildern, von denen angenommen werden kann, daß sie oberflächlich verarbeitet werden, von Instruktionen profitieren können und diese einer oberflächlichen Bearbeitung entgegenwirken. Reinking, Hayes und McEneaney (1988) versuchten, die Bildverarbeitung durch gezielte Hinweise zur genauen Betrachtung von Bildern oder einzelner Bildausschnitte zu fördern. Dazu teilten sie 167 Siebt- und Achtklässler in fünf Gruppen ein. Eine Gruppe erhielt eine allgemeine Aufforderung im Text, die verfügbaren graphischen Darstellungen genau anzuschauen, um verbale Informationen besser zu behalten und zu verstehen. Bei einer weiteren Gruppe bestand das Treatment in spezifischen Hinweisen, einzelne Aspekte der Bilder genau zu betrachten. In einer dritten Gruppe wurden beide Verarbeitungshilfen integriert. Zwei Gruppen lernten entweder nur mit Text oder mit Bildern. Zusätzlich wurden die Probanden in gute und schlechte Lerner mit Text eingeteilt. Als abhängige Variablen wurde die Bildbehaltens- und Verstehensleistung erfaßt. Beide Bildverarbeitungshilfen führten zu einer Steigerung der Bildbehaltensleistung bei guten und schlechten Textlernern. In der Verstehensleistung erzielten gut Lernende über alle fünf Gruppen hinweg in etwa gleich gute Performanz, also unabhängig davon, ob Bilder im Lernmaterial vorhanden sind und ob es zusätzlich Hinweise zu ihrer Verarbeitung gibt. Schlecht Lernende erreichten eine bessere Verstehensleistung, wenn sie allgemeine, spezifische oder beide Hinweise auf die Bilder erhielten. Reinking et al. (1988) kommen zu dem Schluß, daß die von ihnen eingesetzten Bildverarbeitungshilfen die Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf die Bildinformationen fördern und damit die Verstehensleistung insbesondere von schwächeren Lernenden verbessern.

Instruktion selbstregulatorischer Strategien

Drewniak (1992) versuchte aufgrund der Ergebnisse ihrer Untersuchung zur prozessualen Selbstregulation beim Lernen mit Bildern (siehe Kapitel 1.2.5.3) durch gezielte Instruktionen förderliche selbstregulatorische Strategien zu stimulieren. Die Versuchspersonen lernten mit einem Computerprogramm zum Thema Expertensysteme. Insgesamt beinhaltete das Programm fünf Strukturdiagramme. Bevor die Strukturdiagramme gezeigt wurden, präsentierte der Computer die Instruktionen. Drewniak (1992) untersuchte drei Instruktionsstrategien: (1) zur Verstehensüberwachung, (2) zur Beachtung der Text-Bild-Verknüpfungen, (3) zur Aufmerksamkeitslenkung auf bestimmte Bildinhalte. Beispiele für diese Instruktionen können in der folgenden Tabelle 1.7 begutachtet werden.

Tabelle 1.7: Beispiele für bildbezogene Instruktionen zur Förderung selbstregulatorischer Strategien (Drewniak, 1992, S. 215)

	Instruktion zur Verstehensüberwachung	Instruktion zur Text-Bild-Verknüpfung	Instruktion zur selektiven Aufmerksamkeit
Bild 1: Orientierung über die Relationen zwischen den Komponenten eines Experten- systems	Bitte überlege, ob Du Dir unter den in der Abbildung erklärten Komponenten des Expertensystems etwas vorstellen kannst. Wenn nein, welche Informationen fehlen Dir.	Bitte versuche, Dir das in der Abbildung gezeigte Schema gut einzuprägen, damit Du die wichtigen Informationen aus dem Text darin einordnen kannst.	Bitte achte bei der Betrachtung des Bildes darauf, über welche Komponente der Benutzer Kontakt zum Expertensystem aufnimmt!
Bild 2: Systematisierung von Objekten in hierarchischer Form mit Klassen, Unterklassen und Instanzen	Bitte überlege bei der Betrachtung des Bildes, ob Du Dir nun vorstellen kannst, wie verschiedene Informationen über einen Sachverhalt in Form einer Hierarchie verknüpft sind!	Bitte überlege, wie im Text die Relationen zwischen Objekten und Attributen beschrieben wurden. Versuche, bei der Bildbetrachtung daran zu denken!	Bitte konzentriere Dich bei der Bildbetrachtung auf die drei Ebenen der Hierarchie, mit deren Hilfe die Wissensbasis strukturiert wird!

Diese Strategien wurden jeweils einer Experimentalgruppe zugewiesen. Eine Kontrollgruppe erhielt textbezogene Pseudo-Hilfen, welche die Bildverarbeitung nicht unterstützten. Als abhängige Variablen wurden das Behalten, Verstehen und Anwenden von Informationen aus Text und Bild erfaßt. Die Instruktionen zeigten keine Wirkung auf die Leistung im Behalten, Verstehen und Anwenden neu erworbenen Wissens. Dies wurde als Versagen der Instruktion gewertet, weil eine detailliertere Auswertung ergab, daß die erfolgreich Lernenden die nach dem Modell erfolgreicher Bildverarbeitung erforderlichen Strategien einsetzten.

1.2.6.3 Aktivität und überprüfbare Produkte

Peeck (1994b) schlägt vor, von Lernenden überprüfbare Produkte auf eine Instruktion zu verlangen. Das ist eine Möglichkeit, mehr Kontrolle über die Lerneraktivitäten auszuüben und den Lernenden zu einer aktiveren und evtl. intensiveren Verarbeitung zu verhelfen. Indem Aufgaben gestellt und prüfbare Lösungen verlangt werden, kann man steuernd auf Verarbeitungsprozesse Einfluß nehmen. Hefteinträge, Beschriften von Bildern, Bildergänzungen, Bilder zeichnen, charakteristische Eigenschaften von Bildern benennen, Bilder sortieren lassen, Puzzle bauen usw. wirken sich über verlangte Lernaktivitäten auf Verarbeitungsprozesse aus. Besonders in bezug auf Bilder können Aufgaben und beobachtbare Lösungen oder Beantwortungen effektiv sein.

Zum Zeichnen von Bildern oder dem zeichnerischen Ergänzen von Bildern gibt es widersprüchliche Ergebnisse. In Untersuchungen wie von Alesandrini (1981) und Rasco, Tennyson und Boutwell (1975) erzielten Versuchspersonen höhere Behaltensleistungen, wenn sie zu verschiedenen Aspekten eines Textes Zeichnungen anfertigen sollten, als wenn Versuchspersonen nur einen Text lesen mußten. In anderen Studien (z.B. Peeck, 1980; Tirre, Manelis & Leicht, 1979) wurde keine Behaltensförderung erreicht. Eine Aufforderung zum Zeichnen oder zum zeichnerischen Ergänzen von Bildern verlangt vom Lernenden eine intensive Verarbeitung des Textes und ermöglicht, Verstehensprobleme früh zu entdecken. Als Nachteile gelten, daß Zeichnen sehr zeitraubend ist und sich inkorrekte Visualisierungen negativ auf die Lernleistung auswirken können.

Weitere Möglichkeiten, mit Lerneraktivitäten bzgl. Bilder die Verarbeitung zu fördern, bieten Interaktionsangebote, wie sie beim Lernen mit dem Computer einsetzbar sind. Solche Angebote ermöglichen - zumindest hypothetisch - auch eine Anpassung des Informationsangebotes an die Lernenden. Die Anpassung muß allerdings von den Lernenden selbst geleistet werden. Hier läßt es sich einfach verwirklichen, z.B. Zusatzinformationen über Bilder oder Teile daraus abrufen zu lassen, Bilder zu animieren, Bildausschnitte zu vergrößern, Bilder als Strukturierungsmittel ähnlich einem Inhaltsverzeichnis zu benutzen, weitere Bilder anzufordern (z.B. Vergleichsbilder, weiterführende Bilder, anders gestaltete Bilder zur Kommunikation desselben Inhalts, zugehörige Informationen im Text oder in einem anderen Bild kenntlich machen usw.). Bei Diagrammen ergeben sich darüber hinaus auch Möglichkeiten, z.B. über Tabellen Daten einzugeben, um Graphen zu erzeugen, die Zugehörigkeit von Daten in Tabellen und Punkten in Graphen zu verdeutlichen, Graphen durch Ziehen mit der Maus zu verändern usw. Die Grenze zur Simulation wird mit wachsender Interaktivität aber überschritten.

Über die Förderung der Bildverarbeitung in Lernprogrammen wissen wir noch sehr wenig. Es mangelt diesbezüglich an Forschungsergebnissen. Meist werden Ausblicke gegeben, was mit dem Computer realisiert werden und welche Vorteile dies für den Lernprozeß bieten kann. Ballstaedt (1997) bleibt z.B. nichts anderes übrig, als lediglich seine Hoffnungen auszudrücken: "Der interaktive Umgang mit Abbildern ist eine vielversprechende Möglichkeit, die Verarbeitungstiefe bei Bildern zu verbessern. Systematische Untersuchungen fehlen noch" (Ballstaedt, 1997, S. 263). Dies gilt gleichermaßen für logische Bilder. Näheres zur Förderung der Bildverarbeitung durch Interaktion finden sie in Kapitel 1.3.2.

1.2.6.4 Präsentative Hilfsmittel

Durch besondere steuernde Manipulationen bei der Präsentation von Informationen oder durch den Einsatz vielfältiger Informationsarten wird vermutet, auf die Verarbeitung von Bild- und auch Textinformationen einwirken zu können. In Verbindung mit einer Computersteuerung beim Wissenserwerb bieten sich diese Möglichkeiten vermehrt an.

Präsentationszeit von Bildern und Lernzeit

In der vorher beschriebenen Untersuchung von Canelos et al. (1989) wurde u.a. der Einfluß einer externen Lernzeitbeschränkung gegenüber einer freien Zeiteinteilung verglichen. Weiter wurde versucht, Aufmerksamkeit auf Bilder zu lenken, indem jedes Bild zuerst fünf Sekunden lang ohne Text präsentiert wurde. Eine externe Zeitbeschränkung allein und in Verbindung mit einer Aufmerksamkeitslenkung waren dazu geeignet, die Lernleistungen zu steigern. Die Aufmerksamkeitsstrategie unter freier Zeiteinteilung erbrachte keine großen Vorteile. Canelos et al. (1989) vermuten daher, daß die Lernenden effektive Bildverarbeitungsstrategien unter Zeitdruck einsetzen. Eine Begrenzung der Bildbearbeitungszeit kann somit eine angemessene Strategie sein, um bessere Leistungen zu erzielen.

Modalität der Sprachinformation

Gesprochener Sprache werden verschiedene positive Eigenschaften zugeschrieben: (1) Wenn die visuelle Modalität in einem Programm sehr beansprucht wird, kann gesprochene Sprache entlastend wirken. Erläuterungen zu komplexen Bildern oder Bilderfolgen können z.B. anstatt visuell über gesprochene Kommentare erfolgen. (2) Gesprochene Sprache in Verbindung mit Bildern erspart es den Lernenden, ihre Blicke zwischen Bild und visuellem Text hin und her wandern zu lassen. Dadurch bleibt dem visuellen System mehr Kapazität für eine tiefere Verarbeitung der Bilder. (3) Mit gesprochener Sprache lassen sich über den Hörsinn einfach und direkt die Blickbewegungen bei der Betrachtung steuern und die aufgewendete Zeit kontrollieren.

Schon die Verwendung von gesprochenen Erläuterungen zu Bildern kann eine effektive Strategie zur Förderung der Bildverarbeitung sein. Bei akustischer Darbietung sprachlicher Informationen zu Bildern erhöhen sich die Bildbetrachtungszeiten, wobei bei einer visuellen Darbietung die Lernenden mehr Zeit zum Lesen verwendeten (Hasebrook, 1994; Rinck & Gallowa, 1995).

Ergebnisse aus der Forschung zu Blickbewegungen weisen darauf hin, daß durch auditive Texte störende Blickwechsel zwischen Bildern und geschriebenen Texten vermieden und Bilder ungestört angeschaut werden können (Rayner & Pollatsek, 1987, 1989).

Sprache kann durch ihre Eigenschaft, kategoriale Aspekte zu repräsentieren, in Verbindung mit Bildern eine aufmerksamkeitslenkende Funktion übernehmen (Engelkamp, 1991). Bilder mit ihrem großen Informationsgehalt stellen es den Betrachtern frei, wohin sie ihre Aufmerksamkeit ausrichten sollen. Aus dieser Informationsfülle kann durch Sprache selektiert werden. Diese Selektion hebt Bildaspekte hervor, fokussiert sie zugleich und verhilft ihnen so zu einer besonderen Beachtung (Engelkamp, 1991). Nach Engelkamp (1991) kann dies auf zwei Ebenen ablaufen. Durch die Wahl der Begriffe wird die Kategorisierung und ihre Genauigkeit festgelegt. Dies bestimmt, welcher Bildaspekt selektiert wird und wie exakt dieser bestimmt werden kann. Des weiteren wird über die Satzstruktur die Bedeutsamkeit der selektierten Aspekte bestimmt. Von gesprochener Sprache wird erwartet, daß sie diese aufmerksamkeitsleitende Funktion direkter erfüllen kann als geschriebener Text, (1) weil sie durch einen anderen Sinneskanal aufgenommen wird und zeitgleich mit der Bildbetrachtung zusammentreffen kann und (2) weil durch die Zeitabhängigkeit der gesprochenen Sprache eine Zeitvorgabe für die Verarbeitungsprozesse bereitgestellt wird.

Besondere Form der Text-Bild-Kombination: Infographik

Auf eine besondere Form einer möglichen Förderung der Bildverarbeitung durch Infographiken weist Weidenmann (1998) hin. Infographiken stellen Konzepte und Relationen als komplexes visuelles Argument dar und sollen beim Verstehen von schwierigen Sachverhalten helfen (Weidenmann, 1998). Darüber hinaus sind Infographiken so konzipiert, daß sie als abgeschlossene Einheit für sich verständlich sein sollen. Sie verbinden Text und Bild in einer besonderen Weise, indem Text- und Bildelemente ineinander montiert werden. Texte werden in unmittelbarer räumlicher Nähe zu den Bildelementen, auf die sie sich beziehen, platziert. Diese Art der Darstellung kann z.B. dazu geeignet sein, die kognitive Belastung des Arbeitsgedächtnisses zu reduzieren, indem sie umfangreiche Blickbewegungen zwischen Begleittext und Bildelementen vermindern und möglicherweise zuvor nötige Prozesse unnötig macht, wie z.B. Suchvorgänge, wo sich der referierte Bild- oder Textteil befindet. Infographiken könnten auch verschiedene Verarbeitungsstrategien fördern. Die Verknüpfung von Text- und Bildinformation wird möglicherweise durch die explizite Nähe der Informationsarten stimuliert.

Andererseits stellt diese Art der Informationsdarbietung besondere Anforderungen an die Informationsverarbeitung durch die Lernenden. Infographiken können auf einmal wahrgenommen, aber nicht bedeutungsvoll verarbeitet werden (Weidenmann, Paechter & Hartmannsgruber, 1998). Lernende müssen entscheiden, wo sie im Bild mit der Verarbeitung beginnen wollen, welchen Verarbeitungsweg sie durch die Infographik wählen, welche Teilelemente zusammengehören und aus der Informationsvielfalt ein stimmiges Bild formen (Weidenmann, 1998). Eine Förderung der Verarbeitung von Infographiken erhofft sich Weidenmann (1998) durch die Sequenzierung der Präsentation der einzelnen Teilelemente der Graphik. Weidenmann, Paechter und Hartmannsgruber (1998) legen erste Ergebnisse zu Infographiken vor. Sie untersuchten, wie die Informationsverarbeitung durch eine passende Strukturierung und Sequenzierung begünstigt werden kann.

Sequenzierung von Information

Durch eine geeignete zeitliche Sequenzierung von Bildinformationen, wie sie z.B. mit Computern bequem umzusetzen ist, könnte die Bildverarbeitung ebenfalls unterstützt werden. Sequenzierung kann bei der Steuerung der Aufmerksamkeit und bei der Organisation/Gruppierung von Bildteilen hilfreich sein. In einer Untersuchung von Weidenmann et al. (1998) konnte ein solcher Effekt für Infographiken nicht gefunden werden. Eine geeignete Strukturierung oder Sequenzierungen von Inhalten sollte durch didaktische Überlegungen (z.B. Lehrmethode) bestimmt sein. Auch in der herkömmlichen Verbindung von Bild und Text in Papierform kann sich die Reihenfolge der Informationen auf die Verarbeitung auswirken. Genauso wie die Platzierung von Bildern auf die Textverarbeitung Einfluß nehmen kann (siehe Abschnitt 1.2.2.2), wirkt sich die vorangehende Textinformation auf die Bildverarbeitung aus.

1.2.6.5 Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt liegt kein exaktes Wissen darüber vor, welche Prozesse und Aktivitäten beim Lernen mit Bildern die Bildverarbeitung fördern und wie durch ausgewählte Strategien diese Prozesse und Aktivitäten unter bestimmten Randbedingungen (Lernermerkmale, Lehrziele und Eigenschaften des medialen Angebots) erfolgreich beeinflusst werden können. Trotzdem existiert eine breite Palette von Strategien, die Bildverarbeitung zu beeinflussen und damit eine Performanzsteigerung in verschiedenen Lernmaßen zu erzielen. Neben bildgestalterischen Mitteln wird hauptsächlich Sprache zur Unterstützung der Bildverarbeitung verwendet. Sprachliche Informationen können bei der Bildverarbeitung verschiedene Funktionen erfüllen.

Sprachinformationen eignen sich besonders dafür, mehrdeutige Bilder zu verdeutlichen, komplexe Bilder zu akzentuieren, logische Bilder zu erläutern, die Blickfolge zu lenken und die Aufmerksamkeit zu steuern (Engelkamp, 1991; Weidenmann, 1994; Zimmer, 1993). Darüber hinaus gibt es noch weitere Strategien bei der Präsentation des gesamten Lernmaterials, wie z.B. die Begrenzung der Bildbearbeitungszeit (Canelos et al., 1989), den Einsatz gesprochener Sprache (Hasebrook, 1994; Rinck & Glowalla, 1995) oder interaktive Nutzungsmöglichkeiten der medialen Angebote. Oftmals bleibt dabei unbeantwortet, ob durch diese Strategien Bilder tatsächlich häufiger und länger betrachtet werden, welche Lernaktivitäten für eine Leistungssteigerung verantwortlich und unter welchen Bedingungen diese Strategien wirksam sind.

Explizite Instruktionen, Nutzungshinweise und Bearbeitungshilfen fördern im allgemeinen eine intensivere und adäquate Verarbeitung von Bildinformationen. Solche Hilfen bewirken möglicherweise, daß Bildinformationen mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird und effektivere Verarbeitungsprozesse und -aktivitäten ausgeführt werden. Die hauptsächlich herangezogene Erklärung für eine Leistungssteigerung beim Lernen besteht darin, daß Lernende die Bilder intensiver nutzen, um das Textverständnis zu erhöhen. Drewniak (1992) führt sechs Eigenschaften auf, die Verarbeitungshilfen und Instruktionen besitzen sollten, damit sie leistungssteigernd wirken. Diese Eigenschaften leitete sie aus ihrem Modell der Bildverarbeitung ab (siehe Kapitel 1.2.5.2). Danach sind Instruktionen besonders lernwirksam, wenn sie für die Selbstregulation beim Lernen mit einem komplexen illustrierten Text funktional sind, also die situations- und aufgabenangemessenen Verarbeitungsprozesse und -aktivitäten fördern, höher-rangige Kontroll-, Steuerungs- und Überwachungsaktivitäten effizient machen, die Aktualisierung relevanten Hintergrundwissens ermöglichen und günstige Attributionsmuster und Motivationstendenzen erzeugen. Nach Drewniak (1992) sollten bildbezogene Strategiehilfen daher geeignet sein,

1. die *Aufmerksamkeit* gezielt auf die verfügbaren Bilder sowie auf die relevanten Bildausschnitte zu lenken;
2. zu einer der Relevanz der Bildinformation angemessenen *Häufigkeit und Dauer der Bildbetrachtung* anzuregen und insbesondere bei komplexen visuellen Darstellungen die Betrachtung solange aufrechtzuerhalten, bis ein Bildverständnis erreicht wird;
3. die integrative Verarbeitung durch die Bildung von *Verknüpfungen zwischen Text und Bild* gezielt zu fördern, indem sie beispielsweise an Formulierungen im Text angelehnt sind oder die Betrachtung eines Bildes für das Verstehen einer spezifischen Textpassage nahelegen;

4. bei der Bildbetrachtung die *Verknüpfung* der visuell vermittelten Informationen mit den *Vorkenntnissen und Vorerfahrungen* der Lernenden anzuregen;
5. *emotionale und motivationale Prozesse* bei der Bildverarbeitung zu fördern, beispielsweise durch Hinweise auf besonders interessante und ansprechende Aspekte des Bildes;
6. *metakognitive Prozesse* anzuregen, beispielsweise indem sie gezielt zur Verstehensüberwachung durch eine genaue Bildbetrachtung anregen oder den Nutzen eines Bildes als Orientierungshilfe verdeutlichen. (Drewniak, 1992, S. 179)

Diese Anforderungen wurden explizit auf sprachliche Instruktionen und Verarbeitungshilfen bezogen, können aber auf andere Strategien verallgemeinert werden.

1.3 Interaktivität und Bildverarbeitung

In diesem Kapitel werden die Begriffe Interaktivität, Lerner- und Systemkontrolle, Adaptivität und Adaptierbarkeit näher betrachtet und ihre Beziehung zueinander herausgearbeitet. Dabei wird sich zeigen, daß Lernerkontrolle ein Teilbereich von Interaktivität ist. Interaktivität stellt sich weiter als wichtiges pädagogisches Anliegen heraus, nämlich der Anpassung von Lehrangeboten an die Bedürfnisse der Lernenden. Sie ist eine raffinierte Strategie, diese Anpassungsfunktion von den Lernenden ausführen zu lassen. Sollen die Lernenden diese Anpassungsfunktion gut erfüllen, müssen sie verschiedenen Anforderungen an (meta)kognitives Wissen und (meta)kognitive Strategien gerecht werden. Darüber hinaus wird dargestellt, daß eine überlegte Konzeption der Interaktionsangebote von Erzeugerseite möglicherweise dazu geeignet ist, im Lernenden erwünschte Strategien und Prozesse auszulösen. Auch für die Nutzung von Bildern und ihre Verarbeitung wird angenommen, daß bestimmte Interaktionsangebote zur Förderung der Bildverarbeitung geeignet sein können und infolgedessen zu differentiellen Steigerungen in der Lernleistung führen.

1.3.1 Interaktivität, Lernersteuerung, Adaptivität und Adaptierbarkeit

Interaktion als Begriff findet in vielen Bereichen innerhalb und außerhalb der Psychologie Verwendung. Die Konzepte der sozialen und statistischen Interaktion sind jedem Psychologen bekannt. Soziale Interaktion bezeichnet oftmals die wechselseitige Beeinflussung von Individuen oder Gruppen. Dabei spielt die Wirkung eine tragende Rolle. In abgeschwächter Form spricht man statt dessen von Orientierung. Zwei oder mehrere Menschen beziehen sich in ihrem Handeln aufeinander, ohne zwangsläufig eine Wirkung erzielen zu müssen.

Interaktivität "läßt sich als abgeleiteter Begriff verstehen, der in bezug auf Computersysteme die Eigenschaft von Software beschreibt, dem Benutzer eine Reihe von Eingriffs- und Steuerungsmöglichkeiten zu eröffnen" (Haack, 1997, S. 153). Bei den Interaktionsmöglichkeiten unterscheidet Schanda (1995) zwischen "den Möglichkeiten der Lernenden, das Programm zu beeinflussen" und "den Eingaben, die das Programm den Lernenden abverlangt, um Aufgaben, Übungen etc. zu bearbeiten oder im Programm weiterzukommen" (Schanda, 1995, S. 75). Wenn in der neueren Literatur über Interaktivität geschrieben wird, so liegt der Fokus hauptsächlich auf den Einflußmöglichkeiten der Benutzer auf die Programme (Haack, 1997; Schanda, 1995; Strzebkowski, 1997). Genau diese Art von Interaktivität ist Thema dieses Kapitels und ist auch gemeint, wenn im folgenden der Begriff Interaktivität benutzt wird. Die andere Richtung der Einflußnahme vom Programm zum Benutzer soll hier nicht weiter betrachtet werden.

Interaktivität kann verschiedene Funktionen erfüllen. Als eine ihrer Hauptfunktionen in Computerlernprogrammen wird die Individualisierung des Lernens angeführt. "*Individualisiertes Lernen* findet dann statt, wenn die Interaktivität eines Programms die Auswahl und die Darbietung von Lerninformationen ermöglicht, die den jeweiligen Interessen und Lernbedürfnissen des Lernenden an einer bestimmten Stelle im Lernprozeß entsprechen" (Haack, 1997, S. 154). Selbstbestimmtes, selbständiges, individuelles Lernen beinhaltet u.a. folgende wichtige Merkmale:

- (1) Lernen in einem selbst vorgegebenen (individuellen) Lerntempo,
- (2) freie Auswahl der Lerninhalte,
- (3) Selbstbestimmung der Lernwege,
- (4) freie Wahl der Art der Wissensdiagnostik,
- (5) freie Wahl der bevorzugten Präsentationsformen der Lerninhalte.

Interaktive Lernprogramme bieten oftmals genau diese Eigenschaften.

Eine weitere häufig genannte Funktion betrifft die Motivation. "Motiviertes Lernen, verstanden als aktiver Einbezug des Lernenden in das Lerngeschehen, kann gleichermaßen durch interaktive Techniken gefördert werden" (Haack, 1997, S. 154).

Der Begriff in der älteren psychologischen Literatur bzgl. Themen über Interaktivität als Einfluß der Lernenden auf das Programm ist Lernerkontrolle. Unter diesem Stichwort untersuchen Forscher noch immer verschiedene Interaktionsformen. In früheren Studien interessierten vor allem Fragen bzgl. der Auswahl von Inhalten, des Lerntempos und der Sequenzierung des

Lernstoffes (Milheim & Martin, 1991; Steinberg, 1989). Wissenschaftler diskutierten die Kontroverse zwischen Systemsteuerung (Kontrolle liegt beim Lernprogramm) und Lernersteuerung, wann diese verschiedenen Merkmale von Lernprogrammen nützlich sind und was sie bewirken.

1.3.1.1 Interaktionsebenen eines Lernprogramms

Strzebkowski (1997) unterscheidet sechs Interaktionsebenen eines Lernprogramms (siehe Abbildung 1.11). Die erste Ebene der Computer-Lernumgebung bietet Betätigungsmöglichkeiten um den Lernprozeß herum an. Die prominentesten davon sind: Öffnen von Dateien, audiovisuelle Einstellungen vornehmen, Speichern von Dateien, Lernwegen und Ergebnissen, Benutzerhilfen anfordern oder Programmarbeitungsstrategien wählen.

Auf der zweiten Ebene können verschiedene Navigations- und Dialogfunktionen ausgeführt werden. Bei der Navigation geht es um die Bewegungen eines Nutzers in der Lern- oder Informationssoftware (freie Sequenzierung von Inhalten, Auswahl von Lernwegen, Hilfen aufrufen, Aufsuchen von Informationen über Übersichten, Inhaltsverzeichnisse, Index, Glossar usw.) und um Navigationshilfen (Informationen markieren, Übersichten und Inhaltsverzeichnisse abrufen, Dokumentation des Lernweges sichten, Suchfunktionen verwenden).

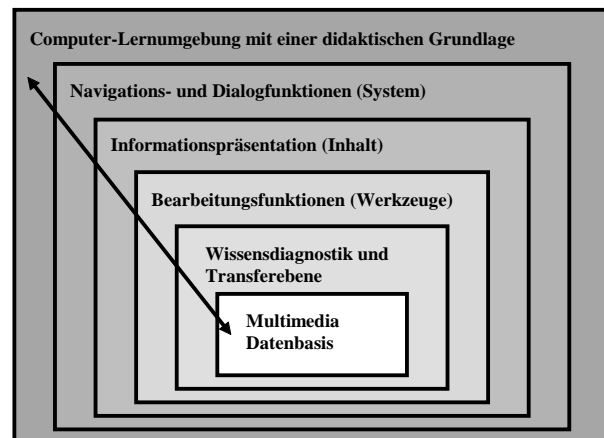


Abbildung 1.11: Verschiedene Ebenen der Interaktion sind oftmals gleichzeitig in Computerlernprogrammen realisiert. Der Pfeil deutet die „Tiefe“ der Eingriffs- und Steuerungsmöglichkeiten an. Je zentraler eine Ebene ist, desto verändernder können in Anspruch genommene Interaktionen der Lernenden auf das Lernprogramm sein (Strzebkowski, 1997).

Die dritte Ebene bezeichnet Eingriffe auf die Informationspräsentation: Auswahl von Präsentationsformen (auditiver oder visueller Text, darstellende oder logische Bilder, bewegte Bilder, sonstige Audioaufnahmen), Bestimmung ihrer Variablen (Abspielschnelligkeit, Lautstärke, Bildgröße, Position am Bildschirm), Interagieren mit (Entscheidungs-)Simulationen, virtuelle Geräte bedienen.

Auf der vierten Ebene nehmen die Benutzer Bearbeitungsfunktionen für präsentierte Inhalte in Anspruch. Sie markieren relevante Stellen im Programm oder in audiovisuellen Informationen und archivieren verschiedene Informationsarten.

Betreffend der Wissensdiagnostik und Transferebene können Parameter eingegeben oder eingestellt, Informationen ergänzt oder eingegeben, Dialoge geführt, Anwendungssimulationen und andere Simulationen durchgeführt, Rollen übernommen, Tests gewählt werden usw.

Im zentralsten Bereich der multimedialen Datenbasis des Lernprogramms kann diese von den Benutzern bearbeitet werden: Informationen verknüpfen, neue Seiten oder Bilder erstellen, Informationen (Text, Video, Audio) bearbeiten, Informationen neu anordnen usw.

Oftmals schreitet ein Lerner von der äußeren Ebene zu der zentralen Ebene vor. Die Reihenfolge ist allerdings nicht zwingend. Sie ergibt sich im Umgang mit dem Lernprogramm.

Haack (1997) weist darauf hin, daß es noch keine allgemein akzeptierte Klassifikation von Grundformen der Interaktivität gibt. Er unterscheidet sechs verschiedene Interaktionsstufen bei Lernprogrammen. Mit jeder Stufe nimmt der Grad an Interaktivität zu.

1. Implizite (verdeckte) Interaktionen: durch rein passives Rezipieren, Lesen, Zuhören und Anschauen von Lernstoff in vorgegebener Reihenfolge.
2. Zugreifen auf bestimmte Informationen, Auswählen, Umblättern.
3. Ja/Nein- und Multiple-Choice-Antwortmöglichkeiten und Verzweigungen auf entsprechende Zusatzinformationen.
4. Markieren bestimmter Informationsteile und Aktivierung entsprechender Zusatzinformationen.
5. Freier Eintrag komplexer Antworten auf komplexe Fragestellungen mit intelligentem tutoriellem Feedback (sokratischer Dialog).
6. Freier ungebundener Dialog mit einem Tutor oder mit Lernpartnern mit Hilfe von Multimedia- und Hypermediasystemen.

Der Vorschlag von Haack (1997) läßt sich in das System von Strzebowski (1997) hauptsächlich auf der Ebene der Navigations- und Dialogfunktionen sowie der Wissensdiagnostik und Transferebene einordnen.

1.3.1.2 Lernersteuerung und Systemsteuerung

Milheim und Martin (1991) beschreiben Lerner- bzw. Programmkontrolle als den Ort der instruktionalen Kontrolle am Computer, welche sich zwischen den Extrempunkten der totalen internalen Lernerkontrolle und der totalen externalen Programmkontrolle bewegt. Meistens beschreibt der Ausdruck spezifische Wahlen durch Lernende während einer Arbeitssitzung. Die am häufigsten untersuchten Variablen betreffen die Kontrolle über die Inhaltsmenge bzw. den Inhalt selbst, die Inhaltssequenz, die Lernzeit und das Ausmaß an Übung. In der Praxis finden sich meist Programme mit einem Mittelmaß zwischen System- und Lernersteuerung. Einleitend zu diesem Abschnitt wurde behauptet, daß Lernerkontrolle ein Teil von Interaktivität ist. Dies soll erläutert werden. Lernerkontrolle beschreibt letztendlich nichts anderes als die Einflußmöglichkeiten der Lernenden auf das Programm bzw. Interaktivität nichts anderes als die Kontrollmöglichkeiten der Lernenden. Wenn man betrachtet, was unter Lernerkontrolle bzw. Lernersteuerung alles untersucht wurde, stellt man fest, daß dies genau Punkte sind, die unter Interaktivität subsumiert werden. Die oben angeführten, häufig untersuchten Variablen der Kontrolle über die Inhaltsmenge, den Inhalt, die Inhaltssequenz und die Lernzeit können z.B. in Strzebowskis Interaktionsebenen (1997) bei den Navigations- und Dialogfunktionen eingeordnet werden. Eine Aussage von Floyd und Floyd (1982; zit. nach Niegemann, 1995, S. 40) bringt in einem Satz diese Variablen und Interaktivität zusammen: "Medien sind in dem Maße 'interaktiv', in dem Abfolge, Auswahl und Darbietungszeitpunkt der vom Medium zu übermittelnden Informationen wesentlich bestimmt werden durch Aktionen bzw. Reaktionen des Benutzers auf die jeweils aktuell dargebotenen Informationen".

Steinberg (1989) bezeichnet Lernerkontrolle als eine Eigenschaft von Programmen, die intuitiv die Lernenden anspricht. Die Argumente folgen dabei drei Linien. (1) Wenn Lernende ihr eigenes Lernen bestimmen können, sind sie motivierter. (2) Lernerkontrolle bindet die Aufmerksamkeit der Lernenden länger, verwickelt diese tiefer in die Materie und ermöglicht evtl. mehr Einsichten. (3) Auf der emotionalen Seite kann Lernerkontrolle Langeweile, Frustration und Angst vorbeugen oder vermindern, weil Lernende zuvor Gelerntes überspringen und unpassende Inhalte auslassen können.

In der Literatur findet man viele Studien zur Frage, ob beim Lernen mit Computern Lernerkontrolle effektiver ist als Programmkontrolle. Die Ergebnisse zur Lernerkontrolle sind uneinheitlich (Hannafin & Sullivan, 1996; Milheim & Martin, 1991; Steinberg, 1989). Vor allem scheinen sie von verschiedenen Lernervariablen abzuhängen.

1.3.1.3 Adaptivität und Adaptierbarkeit

"Benutzer multimedialer Lehr- und Informationssysteme unterscheiden sich hinsichtlich des Ausmaßes an Unterstützung, die sie benötigen, um beabsichtigte Lehr- und Informationsziele erfolgreich und mit vertretbarem Aufwand erreichen zu können" (Leutner, 1997, S. 139). Demgegenüber können multimediale Lehr- und Informationssysteme Unterstützungsangebote bereitstellen. "Die Kunst des Lehrens besteht nun darin, für eine *optimale Passung* zwischen dem (intern) gegebenen *Unterstützungsbedarf* der lernenden Person und dem (extern) in der Lehr-Lernsituation zur Verfügung gestellten *Unterstützungsangebot* zu sorgen" (Snow, 1992, zitiert nach Leutner, 1997, S. 141).

"Die Frage nach der *Adaptivität* multimedialer Lehr- und Informationssysteme bezieht sich auf die Frage, inwieweit das System selbst in der Lage ist, den Unterstützungsbedarf der Lernenden zu diagnostizieren und das Ergebnis der Diagnose in geeignete angepasste Lehrtätigkeiten umzusetzen" (Leutner, 1997, S. 141). Cronbach (1967) bezeichnet diese Anpassungsart Mikro-Adaptation. Bei der *Adaptierbarkeit* multimedialer Lehr- und Informationssysteme "geht es um die Frage, inwieweit ein System auf der Grundlage einer extern vorgenommenen Diagnose durch extern vorgenommene Eingriffe so eingestellt werden kann, daß es dem Unterstützungsbedarf der Lernenden möglichst gut entspricht" (Leutner, 1997, S. 141). Cronbach (1967) nennt diese Anpassung eines Lehrsystems Makro-Adaptation.

Makro-Adaptationen erweisen sich als sinnvoll, wenn an Eigenschaften von LernerInnen adaptiert werden soll, von denen vermutet wird, daß sie sich im Verlauf des Lernens wenig verändern. Beispiele für relativ stabile Merkmale sind kognitive Persönlichkeitseigenschaften wie Intelligenz oder Lernstile, affektiv-motivationale Merkmale wie Interessen oder Einstellungen und emotionale Merkmale wie Ängstlichkeit. Mikro-Adaptationen bieten sich für angenehme veränderliche Eigenschaften der Lernenden an. Der augenblickliche Wissensstand stellt ein oft herangezogenes veränderliches Merkmal dar.

Eine besondere Form der Adaptierbarkeit in beliebig großen oder kleinen Schritten läßt sich durch Lernersteuerung verwirklichen, welche durch Interaktionsangebote gewährleistet wird. Lernende diagnostizieren sich selbst mehr oder weniger bewußt und beeinflussen durch ihre

Aktivitäten das Unterstützungsangebot. Lernende wenden somit auf der Basis einer Selbstdiagnose Lehrtätigkeiten mit bestimmten Funktionen auf sich selbst an und führen die Lernprozesse selbst aus. Damit vereinigen sich die Rollen von Lerner und Lehrer in einer Person. Soll eine Anpassung des Unterstützungsangebotes gelingen, so stellt dies hohe Anforderungen an die Diagnose- und Lehrfähigkeiten der Lernenden und somit an ihr (meta)kognitives Wissen und ihre (meta)kognitiven Strategien.

Nicht alle Interaktionsangebote stellen eine Möglichkeit dar, das Programm durch die Lernenden selbst adaptieren zu lassen. Nur eine Teilmenge der Einfluß- und Steuerungsmöglichkeiten bezieht sich auf Lehrtätigkeiten, z.B. bei der Auswahl der Darstellungsform von Information oder der Information selbst. Die Ausführung bestimmter Lehrtätigkeiten kann dabei genauso wenig angepaßt sein als wenn sie systemgesteuert erfolgt. Eine Implementation adaptiver Lehrfunktionen im System muß nicht gegeben sein, damit ein Programm systemgesteuert abläuft.

Leutner (1997) sieht den Sinn und Zweck der Implementierung adaptiver Lehrfunktionen in der Unterstützung der Lernenden im Lernprozeß. Als Grenzfall dazu kann ein adaptives Lehrsystem Lernersteuerung bewilligen. In der Regel ist aber beim adaptiven Lehren Systemkontrolle dominierend. Für Leutner (1997) bewegt sich Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme zwischen den Polen unselbständiges/systemgesteuertes und selbständiges/selbstgesteuertes Lernen. Dazwischen muß der für den Lerner adaptierte oder angepaßte Weg gefunden werden.

1.3.1.4 Theoretische Begründungen für Lernerkontrolle und Interaktivität

Milheim und Martin (1991) stellen drei theoretische Perspektiven auf Lernerkontrolle vor: Motivation, Attribution und Informationsverarbeitung. Diese Perspektiven sollen folgend kurz charakterisiert werden. Darüber hinaus spricht sich der Konstruktivismus im Instruktionsdesign für Interaktivität in Lernprogrammen aus, welcher aber aufgrund berechtigter Kritik (Hoops, 1998) und Mängel in der Selbstdefinition (Dinter, 1998) im weiteren nicht berücksichtigt wird.

Motivation und Interaktivität

Keller (1983) stellt eine Theorie der Motivation vor und leitet daraus Merkmale der Instruktion ab, welche die Lernmotivation steigern können. Kellers Modell betrachtet das Wahlverhalten von Personen bezüglich ihrer Ziele und das Ausmaß an Anstrengung, mit welcher sie

ihre Erreichung anstreben. Keller (1983) beschreibt vier Bedingungskategorien, welche zu erhöhter Motivation und damit zu erhöhter Leistung führen sollen:

1. Interesse (interest): Die Neugierde der Lerner.
2. Relevanz (relevance): Die Wahrnehmung der eigenen Bedürfnisse.
3. Erwartung (expectancy): Die wahrgenommene Erfolgswahrscheinlichkeit.
4. Befriedigung (satisfaction): Die erwartete Belohnung für das Lernen.

Besonders Relevanz und Erwartung sind für Lernerkontrolle relevant. Relevanz verbindet die Instruktion mit den wichtigen Bedürfnissen und Motiven der Lerner. Keller (1983) nimmt an, daß eine Erhöhung der wahrgenommenen Wahrscheinlichkeit einer Aufgabe, diese Bedürfnisse und Motive zu befriedigen, die Motivation während des Lernens steigert. Lernerkontrolle über den Lernprozeß oder Wahlmöglichkeiten innerhalb einer instruktionalen Situation könnten die Instruktion relevanter für den Lerner machen. Daraus könnte sich die Motivation erhöhen und potentiell auch die Lerngewinne.

Die Erwartung über den Ausgang einer bestimmten Lernerfahrung faßt die wahrgenommene Erfolgswahrscheinlichkeit und die wahrgenommene Kontrolle über den Lernprozeß zusammen. Lernerkontrolle könnte damit die Erwartung für erfolgreiches Lernen erhöhen, da zumindest ein Teil des Instruktionsprozesses kontrolliert wird. Daraus könnte wieder eine Erhöhung der Motivation und evtl. der Leistungen resultieren.

Attribution und Interaktivität

Attributionen werden allgemein als Schlußfolgerungen oder Wahrnehmungen eines Individuums bzgl. der Ursachen von Verhalten definiert. Solche Attributionen können positive Effekte von Lernerkontrolle erklären. Das zugrundeliegende Prinzip aller Attributionstheorien liegt in der Suche nach Verständnis und Erklärung für Ereignisse. Nicht in allen Situationen wird nach Erklärungen und Verständnis gesucht, meist in unerklärlichen, unerwarteten oder wichtigen Situationen. Weiner (1979) verband den Attributionsbegriff mit dem Leistungsbegriff, indem er behauptet, daß die Belohnung aus Leistungsverhalten die jeweilig aufkommende Emotion (Ärger, Scham, Schuld, Stolz, Freude etc.) ist, welche dann nachfolgendes Verhalten beeinflusst. Weiner (1979) legt Attributionen drei Dimensionen zugrunde: Ort der Ursache, Stabilität der Ursache über die Zeit und Kontrolle über die Ergebnisse des Verhaltens (locus, stability, controllability). Vier Hauptgründe für Erfolgs- bzw. Mißerfolgserwartung sind Fähigkeiten, Anstrengung, Schwierigkeit der Aufgabe und Glück. Dabei scheint die Stabilität der Ursache die größte Rolle zu spielen.

Lernerkontrolle könnte die Lernererwartungen über den Leistungserfolg erhöhen und somit eine Leistungssteigerung bewirken. Vorerfahrungen mit Lernerkontrolle scheinen ebenso mit Attributionen verbunden zu sein. Signifikante Vorerfahrungen mit Lernerkontrolle in einem Inhaltsbereich könnten die Kompetenzgefühle, mit Lernerkontrolle umzugehen, erhöhen und potentiell Motivation und Leistung steigern.

Informationsverarbeitung und Interaktivität

Im Informationsverarbeitungsparadigma der kognitiven Psychologie wird das menschliche Gehirn als informationsverarbeitendes System betrachtet, welches Informationen empfängt, kodiert, speichert und abrufen. Man versucht, die internen Strukturen des informationsverarbeitenden Systems zu spezifizieren und die Verarbeitungsprozesse zu identifizieren, welche innerhalb dieser Strukturen ablaufen. Im allgemeinen nimmt man z.B. drei Gedächtnissysteme an: Das sensorische Gedächtnis, das Kurzzeit- und das Langzeitgedächtnis. Als wichtigster Prozeß der Informationsverarbeitung wird die Enkodierung angesehen, da hier Informationen in bedeutungsvolle Einheiten transformiert werden. Enkodierung erlaubt es dem Lerner, Information auf bedeutungsvolle Weise zu organisieren: Er entwickelt Propositionen, Konzeptionen, organisiert die Inhalte topologisch, speichert Tabellen, Diagramme und Bilder visuell ab usw. Bei den Enkodierungsstrategien greift Lernerkontrolle an. Jede dieser Strategien kann durch verschiedene Arten von Lernerkontrolle (z.B. über Zeit, Inhalt und Sequenz) beeinflusst werden. Interaktivität kann dabei die Enkodierung unterstützen und helfen, die neuen Inhalte mit vorhandenem Wissen zu verbinden (z.B. wenn die Sequenz der Informationen selbst gewählt werden kann). Die Programme sollten demnach den Lernenden vielfältige Aktionsmöglichkeiten bieten, welche klar erkennbar sind und die Lernenden auch zu ihrer Nutzung anregen.

1.3.1.5 Lernerkontrolle über Sequenz, Inhalt und Zeit

Lernerkontrolle über Sequenz, Inhalt und Zeit sind die mit am häufigsten untersuchten Variablen bzgl. der Selbstbestimmung des Lernens. In diesem Abschnitt wird ein kurzer Überblick darüber gegeben, unter welchen Bedingungen diese Kontrollarten effektiv sein können und wie das mit Hilfe von Motivation, Attribution und Informationsverarbeitung begründet werden kann. Andere wichtige Kontrollen, wie z.B. über die Menge der Übungsaufgaben, werden nicht betrachtet, da diese nicht unmittelbar für die Fragestellung dieser Untersuchung relevant sind.

Kontrolle über die Zeit

Lernerkontrolle über die Zeit erlaubt Lernenden, die Präsentationsgeschwindigkeit des instruktionalen Materials entsprechend ihren Lernbedürfnissen zu bestimmen. Lernerkontrolle könnte besonders effektiv sein (Milheim & Martin, 1991),

- da sie den Lernenden größere Relevanz und Befriedigung während dem Lernen bieten kann. Lernende können z.B. mehr Zeit mit den Bereichen verbringen, welche sich auf ihre persönlichen Bedürfnisse und Ziele beziehen oder auf die sie neugieriger sind und mehr Interesse entgegenbringen (Motivation);
- für Studenten, die glauben, daß eine längere Lernzeit oder mehr Anstrengung auch mehr Erfolg bringen wird (Attribution);
- wenn für die Studenten, welche die erforderlichen Ziele nicht erreichen, Feedback vorgeschlagen würde, mehr Zeit mit bestimmten Bereichen zu verbringen (Attribution);
- für Studenten, welche von zusätzlicher Zeit dahingehend profitieren würden, neue Informationen in bestehende Wissensstrukturen zu integrieren (Informationsverarbeitung).

Kontrolle über die Sequenz

Lernerkontrolle der Sequenz erlaubt Lernern, die Reihenfolge der Inhalte zu wählen, obwohl eventuell der ganze Inhaltsbereich abgearbeitet werden muß. Diese Kontrolle kann entweder auf dem Makro-Level (Auswahl von Kapiteln) oder auf dem Mikro-Level (Sequenzierung innerhalb von Kapiteln) erfolgen. Lernerkontrolle kann zugestanden werden (Milheim & Martin, 1991),

- wenn Lerner mit den Inhaltsbereichen vertraut und fähig sind, geeignete relevante Sequenzen zu wählen (Motivation);
- in längeren Lernprogrammen mit keiner vorgesehenen Reihenfolge. Kontrolle über die Reihenfolge kann dazu beitragen, die Motivation und das Interesse der Lernenden aufrechtzuerhalten (Motivation);
- wenn eine von der gewählten Sequenz unabhängige hohe Lernerfolgswahrscheinlichkeit besteht und Lernende durch Feedback wahrnehmen, daß Erfolg unter ihrer persönlichen Kontrolle steht und relativ kontrollierbar ist (Attribution);
- wenn Lernende Vorwissen oder adäquate Verarbeitungsstrategien besitzen. Dadurch könnten sie fähiger sein, Schemata in bedeutungsvoller Weise zu konstruieren oder zu rekonstruieren (Informationsverarbeitung und Motivation);

- wenn (auch) kognitive Strategien oder höhere Problemlösungsstrategien gelernt werden sollen. Eine freie Wahl der Sequenz könnte bei den Lernenden flexibles und neuartiges Denken erleichtern (Informationsverarbeitung).

Keine Kontrolle der Sequenz sollte gewährt werden, wenn das Lernmaterial eine bestimmte vorgedachte Sequenz beinhaltet. Bei einer ungeeigneten Wahl der Sequenz kann das Lernen gehemmt werden (Informationsverarbeitung).

Kontrolle über den Inhalt

Lernerkontrolle über den Inhalt erlaubt es den Lernern, nur die Inhaltsbereiche in einer Sitzung auszuwählen, die er auch lernen will. Lernerkontrolle über den Inhalt kann nach Milheim und Martin (1991) effektiv sein,

- wenn Lernende signifikantes Vorwissen besitzen, da die Präsentation von gewußten Inhalten irrelevant oder uninteressant für sie sein kann (Motivation);
- wenn Lernende bessere Verarbeitungsstrategien besitzen, da solche Lernende Inhaltswahlen treffen könnten, welche ihren Bedürfnissen mehr entsprechen (Motivation und Attribution);
- wenn Lernenden erlaubt wird, ihre eigenen Lehrziele zu setzen (Motivation);
- wenn eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit relativ unabhängig vom gewählten Inhalt besteht und Lernende durch Feedback wahrnehmen, daß Erfolg relativ kontrollierbar ist und unter ihrer persönlichen Kontrolle steht (Motivation und Attribution);
- während des Lernens kognitiver Strategien und höherer Problemlösestrategien, wenn verschiedene Lerner die Relevanz unterschiedlicher Inhalte sehen und fähig sind, diese Information effektiv in neuen Wegen zu nutzen (Motivation und Informationsverarbeitung).

Lernerkontrolle sollte nicht zugestanden werden, wenn alle Inhaltsbereiche notwendig für einen erfolgreichen Abschluß des Programms sind, wenn eine hierarchische Ordnung im Material vorherrscht, da kritische Information verpaßt werden kann (bei Vorwissen und höheren Fähigkeiten doch) und wenn alles ziemlich neu und interessant ist.

Zusammenfassung

Insgesamt wurden die Erwartungen gegenüber Lernerkontrolle im Lernprozeß nicht erfüllt (Steinberg, 1989). Haben Lernende die Kontrolle über den zeitlichen Ablauf, dann zeigen sie im Allgemeinen zwei gravierende Defizite. (1) Sie versagten in der Anwendung adäquater metakognitiver Kontroll- und Überwachungsstrategien, indem sie z.B. ihr Wissen ungenügend

überprüfen. (2) Sie versagten im Zeitmanagement, indem sie ihre Zeit nicht richtig einteilen konnten und daher regelmäßig ihre Lerneinheiten nicht abschlossen.

Je weniger jemand weiß, desto mehr Instruktion braucht er. Novizen in einem Gebiet fehlen oft Fertigkeiten, die Lernen erleichtern und für effektive Lernerkontrolle notwendig sind. Sie können oft wichtige und unwichtige Informationen nicht unterscheiden, besitzen ein mangelhaftes Repertoire an bereichsspezifischen Lernstrategien und wenden metakognitive Kontroll- und Planungsstrategien nicht adäquat an.

Meistens schneiden Lernende mit Kontrolle über die Sequenz schlechter ab. Erfolgreiche Lerner können ihre Lerntätigkeiten gut managen. Die meisten Studenten wählen im Schwierigkeitsgrad unangemessene Übungen aus.

Lernerkontrolle bewirkte manchmal höheres Engagement und positivere Einstellungen gegenüber den Inhalten. Positive motivationale Effekte von Lernerkontrolle schlagen sich nicht unbedingt in den Lernleistungen nieder.

1.3.2 Interaktionsangebote zur Förderung der Bildverarbeitung

Vom interaktiven Umgang mit Bildern in Lernprogrammen wird erwartet, daß die Verarbeitung von Bildern gefördert wird (Ballstaedt, 1997; Weidenmann, 1994). Die Zahl der denkbaren Interaktionsqualitäten mit Bildern ist jedoch sehr groß und als dementsprechend vielfältig könnten sich die Einflüsse auf die Verarbeitungsprozesse erweisen. Systematische Ordnungsversuche von Interaktionsformen mit Bildern fehlen noch und empirische Ergebnisse liegen nur vereinzelt vor. Zumindest aus verschiedenen Konzeptionen zur Bildverarbeitung läßt sich eine potentiell förderliche Wirkung durch Interaktivität begründen. Insgesamt ist daher festzustellen, daß man über interaktive Bilder sehr wenig weiß. Im folgenden Abschnitt werden einige Interaktionsangebote mit Bildern vorgestellt und anschließend die potentiellen Einflüsse einer ausgewählten Interaktionsform auf die Bildverarbeitung theoretisch betrachtet.

1.3.2.1 Welche Interaktionsmöglichkeiten mit Bildern sind denkbar?

In Computerlernprogrammen lassen sich Interaktionsangebote einfach verwirklichen. Anhand des Rasters von Strzebkowski (1997) werden folgend die Interaktionsmöglichkeiten mit Bildern auf den verschiedenen Ebenen gesichtet. Diese Betrachtung ist sicherlich nicht vollständig. Die Ebene der Computer-Lernumgebung wird ausgelassen, da die Folge einer Förderung der Bildverarbeitung sich hier nicht aufdrängt. Auf dieser Ebene wäre z.B. möglich, die visu-

elle Darstellung eines begleitenden Tutors auszuwählen oder ein passendes Hintergrundbild für das Lernprogramm einzustellen.

Interaktionsmöglichkeiten auf der Navigations- und Dialogebene

Auf dieser Ebene können Lernende (1) Hilfen zur Bildverarbeitung abrufen, (2) Zusatzinformationen zu den Bildern anfordern oder (3) Bilder zur Navigation nutzen.

(1) Zum Abruf von Bildverarbeitungshilfen ist alles denkbar, was im vorhergehenden Kapitel an verbalen Hilfen zur Förderung der Bildverarbeitung angeführt wurde. Man kann sich z.B. ein Bild oder Teile daraus erklären lassen oder spezifische Aufgaben und Instruktionen abholen. Wird die Leitung der Bildverarbeitung auditiv versucht, so brauchen die Lernenden auch nicht ihren Blick vom Bild abzuziehen, sondern sie können parallel zu den sprachlichen Ausführungen ihre Aufmerksamkeit auf das Bild gezielt ausrichten.

(2) Zusatzinformationen über Bilder oder Teilen daraus abzurufen, bildet eine weitere Möglichkeit, interaktiv auf Bilder zu wirken. Hinter den Bildern können verschiedene Informationsarten stehen: Darstellende und logische Bilder, Bewegtbilder, visuelle und auditive Texte, darstellende Geräusche und Laute. Angeforderte Bilder können z.B. Vergleichsbilder sein (die Benutzer holen sich zum darstellenden Bild eines afrikanischen Elefanten das Bild eines indischen Elefanten), weiterführende Bilder (der indische Elefant wird als Arbeitstier im Kontext Holzwirtschaft gezeigt) oder anders gestaltete Bilder zur Kommunikation desselben Inhalts (statt einem realistischen Foto eines Herzens eine schematische Zeichnung oder verschiedene Diagramme). Die Kombinationsmöglichkeiten sind zahlreich, weil erst einmal verschiedene Bilder Ausgangspunkte sein können (darstellende und logische Bilder mit den dazugehörigen Unterkategorien) und dahinter die verschiedenen Informationsarten mit ihren unterschiedlichen Beziehungen zu den Bildern stehen. Denkbar ist auch eine Verknüpfung zu gleichzeitig präsenten Informationen. Die Benutzer fahren z.B. mit dem Cursor über ein Bild und die zugehörige Informationen in einem Text oder in einem anderen Bild werden kenntlich gemacht.

(3) Bilder können auch als Strukturierungsmittel ähnlich einem Inhaltsverzeichnis benutzt werden. Die Strukturierung erfolgt hier allerdings nicht hierarchisch, sondern räumlich. Wenn z.B. in einem Textteil die Struktur des Auges beschrieben und erläutert wird, welche Funktionen die anatomischen Teile haben, so könnte man über ein Querschnittsbild des Auges, welches diese Komponenten zeigt, diese Informationen portioniert abrufen lassen. Als weiteres Beispiel können Flußdiagramme dienen, welche ebenso die Struktur eines Textes veranschaulichen können. Die sequenzielle Information einer zeitlichen, kausalen, argumentativen Ab-

folge etc. wird hier in einer räumlichen Anordnung (z.B. von links nach rechts oder von oben nach unten) widergespiegelt.

Interaktionsmöglichkeiten auf der Ebene der Informationspräsentation

Hier ist denkbar, daß statische Bilder so transformiert werden, daß (1) entweder wieder statische Bilder oder (2) zeitabhängige Bewegtbilder daraus resultieren. Mit wachsender Interaktivität gehen einige dieser Manipulationen in Simulationen über.

(1) Programmnutzer können z.B. Bilder oder Ausschnitte daraus vergrößern oder verkleinern, ihre Position bestimmen oder irgendwelche Effekte darauf anwenden (z.B. ein Mosaikbild erzeugen). Bei Diagrammen ergeben sich darüber hinaus auch Möglichkeiten, z.B. über Tabellen Daten einzugeben, um Graphen zu erzeugen oder durch Ziehen mit der Maus Graphen zu verändern usw.

(2) Über die statischen Möglichkeiten hinaus können Bilder auch bewegt werden. Eine dargestellte Szene fängt zu leben an und spielt ein Ereignis vor (z.B. die Killerzellen unseres Immunsystems greifen Erreger an) oder räumliche Objekte können gedreht und von allen Seiten betrachtet werden. Wenn ein komplexes System bildlich als Modell dargestellt ist, könnten z.B. Anfangsparameter für dynamische Abhängigkeiten der Komponenten eingestellt und dann die Entwicklung anhand zeitlich ablaufender Veränderungen des Modells betrachtet werden. Schnotz, Böckheler, Grzondziel, Gärtner und Wächter (1998) führten eine erste Studie zu animierten interaktiven Bildern durch.

Interaktionsmöglichkeiten auf der Ebene der Bearbeitungsfunktionen

Auf dieser Ebene können Bilder oder Bildteile markiert oder gesammelt werden. Dadurch lassen sich wichtige Bilder und Bildelemente leichter wieder auffinden und für den Lernprozeß nutzbar machen. Z.B. hat ein Lernender im Programm ein Bild gefunden, welches sehr gut die Zusammenhänge zwischen den Komponenten eines technischen Systems wiedergibt. Dieses Bild kann er einem Sammelcontainer zuführen, welcher einen sicheren Platz für das Wiederfinden bietet. Das Bild kann auch nachher ausgedruckt (Ebene 1) oder weiterverarbeitet (Ebene 5) werden. Der Lernende kann sich das Bild auch nur markieren, um diese Visualisierung und die damit verbundenen Informationsarten noch einmal aufsuchen und durcharbeiten zu können.

Interaktionsmöglichkeiten auf der Wissensdiagnostik- und Transferebene

Auf dieser Ebene werden die Benutzer in eine Anwendungs- oder Problemsituation gestellt, in der sie ihr Wissen äußern oder anwenden dürfen. Bilder können dabei maßgeblich Teil der Situation sein. Sie können Teil der Aufgaben sein, indem sie z.B. beschriftet, gezeichnet, organisiert oder geordnet werden müssen. Über Bilder kann aber auch die Bedienung von virtuellen Geräten verlangt werden, indem man z.B. die Benutzung eines technischen Gerätes vorspielt oder Kontrollmaßnahmen und -einstellungen am Schaltpult eines Kernkraftwerkes simuliert werden. Wichtig auf dieser Ebene ist, daß die Möglichkeiten nicht mehr zur Erarbeitung von Wissen eingesetzt werden, sondern der Erfolg des Lernprozesses überprüft werden soll.

Interaktionsmöglichkeiten auf der Ebene der Datenbasis

Auf dieser Ebene können Bilder (1) verändert, (2) in neue Zusammenhänge gebracht oder (3) zur Datenbasis hinzugefügt werden. Dazu wird von den multimedialen Anwendungen ein eigener Arbeitsbereich bereitgestellt.

(1) Bilder können verändert werden, wenn die Programmnutzer z.B. Teile ausschneiden oder Teile aus anderen Bildern einfügen, ihre Farbe, Kontrast und Helligkeit manipulieren oder andere Bearbeitungsfiler verwenden (Schärfen, Mosaikeffekt etc.).

(2) Bilder können (über Hyperlinks) mit verschiedenen Informationsarten neu verknüpft oder innerhalb eines Informationsknoten neu arrangiert werden.

(3) Bilder können der Datenbasis neu hinzugefügt werden. Dazu kreieren die Benutzer entweder selbst Bilder durch Zeichnen (mit einem Zeichenprogramm oder gezeichnete Bilder werden eingescannt) oder integrieren bereits existierende Bilder.

Fazit

Insgesamt gibt es potentiell vielfältige Möglichkeiten einer Interaktion mit Bildern. Welche Interaktionen angeboten werden, hängt immer von den Autoren der Programme und ihren Intentionen ab. Dabei müssen die Autoren besonders für Lernsoftware entscheiden, welche Interaktionsmöglichkeiten bereitgestellt werden sollen und für eine Lehrzielerreichung angemessen und hilfreich sind. Wie in den Abschnitten 1.3.1.4. und 1.3.1.5 dargestellt, lassen sich aus der Theorie und Empirie geleitete Begründungen vor allem für die Bereitstellung von Lernerkontrolle auf der Navigations- und Dialogebene finden. Für viele der oben angeführten Interaktionsmöglichkeiten liegen keine Befunde und theoretischen Einbettungen vor. Zu Inter-

aktionen mit Bildern besteht noch reichlich Forschungsbedarf. Auf einer allgemeineren Ebene wird gefordert, daß eine Didaktik der Interaktionen erarbeitet werden muß, damit Interaktionen in ein (didaktisch) fundiertes Gesamtkonzept integriert werden können. Für die Bereitstellung von Interaktionsangeboten in Lernprogrammen wird das Ziel sein, eine Auswahl unter den Interaktionsmöglichkeiten zu treffen und diese dann einheitlich, aufeinander abgestimmt und zielgerichtet in einem Gesamtkonzept einzusetzen.

Im folgenden Abschnitt wird eine besondere interaktive Nutzung von Bildern herausgegriffen und Argumente für ihre Wirksamkeit zur Förderung der Bildverarbeitung und des gesamten Lernprozesses vorgestellt.

1.3.2.2 Navigieren über Bilder mit Organisationsfunktion

Über Interaktionen mit Bildern auf der Navigations- und Dialogebene in Lernprogrammen weiß man noch sehr wenig. Obwohl es sich anbietet, über Bilder (1) Hilfen zur Bildverarbeitung abzurufen, (2) Zusatzinformationen zu den Bildern anzufragen oder (3) Bilder zur Navigation zu nutzen, gibt es anscheinend nur wenige Untersuchungen dazu. Noch weniger ist über differentielle Effekte in Abhängigkeit von Lernermerkmalen und Lehrzielen bekannt.

Besonders interessant ist es, Bilder als Strukturierungsmittel bzw. Organisationshilfe ähnlich einem Inhaltsverzeichnis zu verwenden. Die Strukturrepräsentation erfolgt entsprechend räumlich. Analog zu Verzeichnissen, in denen zu jedem Eintrag in einer Zeile eine Informationseinheit gehört, sind bei Bildern bestimmten definierten Bildbereichen ebenfalls Informationseinheiten zugeordnet. Diese Bereiche können abgrenzbare Bildstrukturen (z.B. die Linse im Querschnittsbild eines Auges oder ein Kästchen eines Flußdiagramms) oder unbegrenzte Areale (die Pupille im Querschnittsbild eines Auges oder das Hörzentrum im Abbild eines Gehirns) sein. Diejenigen Teile, zu denen Informationen vorliegen, müssen dabei kenntlich gemacht werden. Es muß eindeutig werden, wieviel Information in einem Bild steckt und welche Teile des Bildes den Zugang bieten. Das muß nicht unbedingt von vornherein klar sein. Aber spätestens dann, wenn der Lernende mit der Bildkomposition zu interagieren beginnt, sollten diese Punkte für den Lernenden erkennbar werden. Interaktive Bilder stellen dementsprechend zusätzliche kognitive Anforderungen an die Lernenden. Sie müssen sensitive Bildbereiche finden und entscheiden, wie sie die interaktiven Bilder nutzen. Im allgemeinen ist man daran gewöhnt, mit Verzeichnissen umzugehen. Demgegenüber ist der Informationszugang über Bilder außergewöhnlich und muß erst gelernt werden. Es kann davon ausgegangen werden, daß ein Teil der Verarbeitungskapazitäten der Lernenden von dieser Naviga-

tionsart beansprucht wird und damit weniger Ressourcen für eine semantische Verarbeitung bereitstehen (Sweller, 1988; Sweller & Chandler, 1994).

Begründungen für eine Unterstützung der Bildverarbeitung

In diesem Abschnitt werden einige Begründungen für die Förderung der Bildverarbeitung durch die Nutzung von Bildern als Verzeichnisse aufgeführt. Im Modell effektiver Bildverarbeitung von Drewniak (1992) lassen sich verschiedene Hypothesen bzgl. der Navigation über Bilder aufstellen. Interaktive Bilder könnten auf allen von Drewniak (1992) beschriebenen Komponenten prozessualer Selbstregulation wirken. Die verschiedenen Möglichkeiten werden nun vorgestellt (entsprechend Abschnitt 1.2.5.2). Eine Argumentation bzgl. der Unterstützung der Organisationsfunktion nach Levin et al. (1987) oder von Lernstrategien läßt sich im folgenden ebenso finden. Zuletzt werden die potentiellen Einflüsse des Informationsabrufs über Bilder auf den Verarbeitungsprozeß von Bildern noch einmal zusammengefaßt.

Bei den strategischen Regulationsaktivitäten zur aufgaben- und situationsangemessenen Verarbeitung der Bilder können interaktive Bilder dreifach wirken:

(1) Sie können die Aufmerksamkeit steuern. Die Notwendigkeit, über Bilder die Informationen abzurufen, fordert von den Lernenden eine im Durchschnitt genauere und längere Bildbetrachtung. Genauer muß die Bildbetrachtung werden, weil die Bildteile entdeckt werden müssen, die zu Informationen führen. Länger wird die Bildbetrachtung, weil jede Information über sensitive Bildteile abgerufen werden muß. Der Lernende ist also gezwungen, jedesmal aufs Neue das Bild zu betrachten. Die Aufmerksamkeit muß selektiv auf relevante Bildinformationen ausgerichtet werden, da nur relevante Bildteile zu wichtigen Informationen führen. Weiter wird die Unterscheidung von wichtigen und unwichtigen Bilddetails gefördert, da eben nur zu wichtigen Bilddetails Informationen existieren. Anders formuliert heißt das, daß "wichtig" und "relevant" durch die Eigenschaft "Es gibt Informationen dazu" vom Autor eines Lern- oder Informationsprogramms definiert und vom Lernenden erkannt wird.

(2) In besonderen Fällen kann die Identifikation und das Nachvollziehen von Beziehungen zwischen Bildelementen gefördert werden. Beziehungen können in Illustrationen dargestellt werden, indem sie z.B. explizit als Informationszugang symbolisch (durch Pfeile, Verbindungen) repräsentiert oder implizit in der zugehörigen Textinformation zu Bildelementen angesprochen werden. Die Visualisierung von Beziehungen wäre eine Möglichkeit, auf bestehende Beziehungen aufmerksam zu machen. Dies könnte die Lernenden weiter dazu bewegen, sich über die Beziehung mehr Gedanken zu machen. Die Textinformation ist demnach eine kon-

krete Erläuterung zur Beziehung und trägt sprachlich zu einer Förderung der Bildverarbeitung bei.

(3) Durch die besondere Verbindung der Bilder und Bildteile mit den darüber abgerufenen sprachlichen Informationen könnte die Verknüpfung zwischen Bild- und Textinformationen gefördert werden. Es wäre denkbar, daß die explizite Verbindung zwischen Bildteilen und zugehörigen Textinformationen beispielsweise vermehrt zu einer komplementären Informationsergänzung oder zu Vergleichsprozessen anregt. Drewniak (1992) geht u.a. bei erfolgreichen Strategiehilfen davon aus, daß sie beispielsweise die Betrachtung eines Bildes für das Verstehen einer spezifischen Textpassage nahelegen. So legt dieser bildhafte Informationszugang die Betrachtung des Bildteiles nahe, zu dem der Text abgerufen wurde.

Für höherrangige Kontroll- und Steuerungsaktivitäten könnten interaktive Bilder die Nutzung von Illustrationen als Orientierungshilfe für das Erkennen der Organisationsstruktur des Textes und für die Planung des geeigneten strategischen Vorgehens bedeuten.

Organisierende Prozesse sind wichtig beim Lernen mit komplexen und umfangreichen Materialien. Der Lerner reduziert die Informationen und setzt sie aktiv zueinander in Beziehung. Gerade logische und darstellende Bilder sollen oft die Makrostruktur eines Textes aufzeigen und die Organisationsprozesse bzgl. Textinformationen unterstützen. Dabei wird darauf geachtet, daß die Bilder nicht zu komplex sind, aber dennoch alle nötigen Informationen beinhalten. Durch die Nutzung von Bildern oder Bildkompositionen als Verzeichnis wird die Makrostruktur des Textes noch deutlicher kommuniziert. Bilder, welche als Orientierungshilfe dienen, erhöhen die Kohärenz von Texten. Sie verdeutlichen den Aufbau und die Struktur eines Textes und dienen als Bezugspunkt für die Textinhalte. Genau diese Funktion kann durch die interaktive Nutzung von Bildern betont werden. Wenn Lernende Bilder benutzen, um an Informationen ranzukommen, wird ihnen zwangsläufig diese organisierende Bildfunktion nahegelegt. Die Bildteile sind Bezugspunkte für die Textinhalte, weil nur über sie die Informationen abgerufen werden können. Weiter stehen die Bildteile zueinander in (räumlicher) Beziehung und werden durch das Gesamtbild integriert. Durch die Struktur des Bildes und die Integration der Bildteile im Gesamtbild wird die Struktur des Textes visualisiert und seine Kohärenz erhöht. Folglich sollten durch diese Interaktionsmöglichkeit mit Bildern Lernende viel öfters diese Organisationsfunktion nutzen und somit sollte das Behalten und Verstehen von Textinhalten und Bildern gefördert werden.

Bildbezogene Organisationsstrategien scheinen nur geringes Gewicht zu haben. Daher dürften nur bei sehr komplexen und unübersichtlichen Bildern Organisationsprozesse wichtig sein. Durch die Interaktivität über Bilder können auch diese bildbezogenen Organisationsprozesse unterstützt werden, da hier bestimmte Bildkomponenten als relevant markiert werden und somit deutlich aus dem Bild hervortreten.

Bei metakognitiven Strategien handelt es sich um Strategien der Kontrolle und Steuerung kognitiver Prozesse. Die metakognitiven Kontrollprozesse planen, überwachen, bewerten und steuern den Fortgang von Lernprozessen. Visuelle Inhaltsverzeichnisse könnten dabei vermehrt Planungsprozesse hervorrufen, indem sich die Lernenden fragen, welche Information sie am besten abrufen werden. Durch Inhaltsverzeichnisse wird eine sequentielle Informationsabfolge vorgeschlagen, die durch Bilder oftmals durchbrochen wird. Durch die meist fehlende lineare (hierarchische) Ordnung könnten Planungsprozesse vermehrt ausgelöst werden. Für Motivationsmuster und Attributionstendenzen kann diese Art der Interaktion mit sich bringen, daß die Verknüpfung von Bildteilen und Text zu einer intensiveren Bildverarbeitung motiviert und mehr Anstrengungsbereitschaft aufbaut. Beispielsweise wird die Bildbetrachtung oft abgebrochen, wenn das Bild auf den ersten Blick als zu schwer verständlich erscheint. Wird aber zu unverständlichen Bildteilen adäquater Text geboten, der die Unverständlichkeit auflöst, so werden die Bemühungen belohnt. Kognitiv gesprochen wird eventuell eine höhere Selbstwirksamkeits- und/oder Handlungs-Ergebnis-Erwartung aufgebaut. Im schlechtesten Fall könnten interaktive Bilder bedeuten, daß lediglich ungünstigen Motivationstendenzen entgegengewirkt wird, da sich die Lernenden mit den Bildern beschäftigen müssen, um an die Informationen zu kommen. Ein gänzlicher Abbruch der Bildverarbeitung ist damit nicht ratsam. Ein Abbruch der Bildverarbeitung kommt dann letztendlich einem Abbruch des Programms bzw. des Programmabschnitts gleich.

Zusammenfassend könnte eine Navigation über Bilder

1. die Aufmerksamkeit gezielt auf die verfügbaren Bilder sowie auf die relevanten Bildabschnitte lenken,
2. zu einer angemessenen Häufigkeit und Dauer der Bildbetrachtung anregen und insbesondere bei komplexen visuellen Darstellungen die Betrachtung solange aufrechterhalten, bis ein Bildverständnis erreicht wird,
3. die integrative Verarbeitung durch die Bildung von Verknüpfungen zwischen Text und Bild gezielt fördern,

4. emotionale und motivationale Prozesse bei der Bildverarbeitung fördern und

5. metakognitive Prozesse der Orientierung und Planung anregen.

Die meisten der postulierten Wirkungen zur Navigation über Bilder müssen erst noch empirisch gestützt werden. Einige dieser Fragen oder Vermutungen sollen in dieser Arbeit angegangen werden.¹

1.3.2.3 Ergebnisse zur Navigation über Bilder

Eiwan (1998) untersuchte den Einfluß von Persönlichkeitsmerkmalen (Computervorerfahrung, Computerselbstwirksamkeit, Handlungs- vs. Lageorientierung, Studieninteresse, Motivation, Kontrollüberzeugungen, Selbstwirksamkeitsüberzeugungen, Vorwissen und Interesse am Thema) und Lernstrategien auf den Lernprozeß und die Behaltensleistung beim Wissenserwerb mit einem linearen und einem frei navigierbaren Lernprogramm. Die Programmversionen unterscheiden sich nicht bzgl. der Inhalte (Gehirn) und ihrer Darstellung (Bilder und Texte). Der Unterschied liegt darin, wie die Probanden zu den Informationen kommen.

Zu Beginn des Programmes erscheint auf dem Bildschirm die Gliederung der Inhalte, über welche die Informationseinheiten zugänglich sind. Die Gliederung besteht aus vier Kapiteln zu zwei bis vier Unterkapiteln. In der linearen Version können die Inhalte nur vom obersten bis zum untersten Punkt durchgearbeitet werden. Erst wenn ein Punkt abgearbeitet ist, kann der nächste Punkt aufgerufen werden. In der frei navigierbaren Version ist dagegen der Zugang zu sämtlichen Themenpunkten offen. Die Probanden können frei über die Abfolge der Themenbereiche entscheiden. Wurde ein Bereich durchgearbeitet, so erhält der Gliederungspunkt ein Häkchen. Einmal durchgearbeitete Bereiche können in beiden Versionen jederzeit wieder besucht werden.

Nach der Auswahl eines Themenpunktes erscheint ein Vorspann zu diesem Thema. Danach wird ein darstellendes oder logisches Bild zu den Inhalten gezeigt, welches die relevanten

¹ Sollten Lernende im Behalten und Verstehen besser abschneiden, so kann dies auch mit gedächtnispsychologischen Modellen erklärt werden. Demnach könnte die explizite Verbindung von Bildteilen und Texten zu einer effektiveren Wissensrepräsentation führen und durch das bessere Gedächtnis für Bilder (picture superiority effect) können diese Bilder und Teile davon als Abrufhilfe benutzt werden. Nach Paivio (1971, 1977, 1978, 1983, 1986; Clark & Paivio, 1991) wäre eine häufiger auftretende Doppelkodierung dafür verantwortlich, bei Kieras (1978) die vernetztere Struktur, bei Bock (1983) die differenzierteren semantischen Analyseprozesse, welche keine sprachlichen Transformationen benötigen und auf konkretere, spezifischere Kategorien mit größerem Bedeutungsgehalt referieren. Nach Engelkamp (1990) haben Bildmarken zu Konzepten einen direkteren Zugang als Wortmarken und ein Teil der sensorischen Eigenschaften kann explizit als sprachlich-konzeptuelles Prädikat einem Objekt assoziiert werden. Bilder machen über Bildmarken die entsprechenden Konzepte schneller und besser verfügbar als Wörter. Darüber hinaus begründen sie Konzepte. All das führt zu einer besseren Abspeicherung, welche mit einem besseren Abruf einhergeht und somit eine bessere Performanz erklären könnte.

Strukturen dieses Bereiches visualisiert. In der frei navigierbaren Version können nun über einzelne Strukturen der Bilder Informationen abgerufen werden. Durch maximal drei zusätzliche Tasten (Allgemeines, Funktion, Läsion) können diese Informationen durchvariiert werden. So können die Lernenden z.B. im Themenpunkt Nervenzelle die Taste „Allgemeines“ aktivieren und dann zu verschiedenen Strukturen (Axon, Dendriten etc.) in den Bildern die allgemeine Information abrufen oder eine Struktur (z.B. Dendriten) anwählen, um dann allgemeine Informationen oder Informationen zur Funktion anzufordern. In der linearen Version können sich die Lernenden lediglich entlang eines vorgegebenen Weges die Informationen erarbeiten. Die Reihenfolge der besprochenen Strukturen liegt fest und die zugehörigen Informationen werden immer in der Folge Allgemeines, Funktion und Läsion (falls vorhanden) präsentiert. Durch Vor- und Zurückblättern können diese Einheiten erreicht werden. Daneben existieren zwei immer zugängliche Übersichtsbilder, ein Glossar (direkt oder über Hotwords abrufbar) und das Inhaltsverzeichnis. In der interaktiven Version kann auch direkt von einem Themenbereich zum anderen über Hotwords verzweigt werden.

An der Studie beteiligten sich 91 Studenten, 46 lernten mit der frei navigierbaren und 45 mit der linearen Programmversion. Ein paar Ergebnisse aus Eiwán (1998) sollen angeführt werden, welche für die hier durchgeführte Untersuchung wichtig sind.

Die Gruppen unterschieden sich nicht bzgl. der Lernleistung. Sowohl bei den Textaufgaben, bei den Bildbeschriftungsaufgaben als auch im zusammengefaßten Gesamttest ergeben sich zwischen den Gruppen keine Unterschiede. In der aufgewendeten Lernzeit tritt dagegen ein hoch signifikanter Unterschied auf ($t = -2.66$, $p < .01$). Mit dem frei navigierbaren Programm lernten die Probanden im Durchschnitt um ca. 21min schneller als mit der linearen Version. Dies spiegelt sich auch in einer signifikant höheren mittleren Themendauer ($t = -2.96$, $p < .01$) wider. Demgegenüber bearbeiten die Probanden in der interaktiven Version signifikant mehr Themen ($t = 4.26$, $p < .01$). Das bedeutet, daß Themen öfters wiederholt werden. Weiter rufen die Lernenden signifikant häufiger die Übersichtsbilder ($t = 2.45$, $p < .05$) auf. In den eingesetzten computerbezogenen Lernstrategien konnte zwischen den Gruppen kein Unterschied gefunden werden. Unabhängig von den Programmversionen gehen beide Probandengruppen mit ähnlichen Strategien beim Wissenserwerb vor.

1.4 Lernen mit auditiven und visuellen Texten

Schon lange wird in der Pädagogik das Ideal des Lernens unter Einbindung möglichst vieler Sinne vertreten. Unkritisch wird oftmals behauptet, daß das Ansprechen mehrerer Sinne besser motiviere und zu einem größeren Lernerfolg beitrage. Da Multimedia mehrere Sinneskanäle einbeziehen kann, wird dem Lernen mit Multimedia dementsprechend zugeschrieben, daß es zu einer Verbesserung des Behaltens/Verstehens beiträgt und durch eine abwechslungsreiche Gestaltung die Lernenden motiviert werden (Weidenmann, 1997b). Daß diese Aussagen einer kritischen Betrachtung und Multimodalität einer differenzierten Analyse bedürfen, hat z.B. Weidenmann (1997b) herausgearbeitet und diskutiert.

Verschiedene Sinnesmodalitäten zeigen empirisch Besonderheiten in der Verarbeitungsqualität und Verarbeitungskapazität. "Systematische Vergleiche zwischen den Modalitäten beim Lernen mit Medien sind allerdings kaum durchzuführen, weil die Sinnesmodalitäten mit den Codierungen und Strukturierungen der medialen Angebote interagieren" (Weidenmann, 1997b, S. 72). Z.B. unterscheiden sich Lesen und Zuhören. Sprache wird über den auditiven Sinneskanal anders präsentiert und rezipiert als über den visuellen Sinneskanal. Verschiedene andere Informationsarten wie Bewegtbilder und Geräusche lassen sich auch nur in einer Modalität präsentieren. Im Bereich der Sprache lassen sich trotzdem noch eher Vergleiche durchführen, da innerhalb eines gemeinsamen Symbolsystems verschiedene Sinnesmodalitäten angesprochen werden können. Aus kognitionspsychologischer Sicht sind nicht die Sinnesmodalitäten entscheidend beim Lernen, sondern die (externen) Symbolsysteme, interne Codierungen und Verarbeitungsprozesse. Die Sinnesmodalitäten können dabei die Informationsaufnahme, die Informationsverarbeitung und die Gedächtnisrepräsentationen beeinflussen.

Beim multimedialen Lernen werden hauptsächlich die auditive und die visuelle Sinnesmodalität angesprochen. Visuelle Texte, Stand- und Bewegtbilder sprechen den Gesichtssinn an, gesprochene Texte, Musik, Geräusche und Signaltöne wenden sich an den Hörsinn. Dabei ist der Hörsinn der am wenigsten stimulierte Sinn. Die meisten Informationen werden visuell vermittelt. Somit erhält der gesprochene Text eine Sonderstellung.

1.4.1 Charakterisierung von sprachlichen Informationsarten

Sprachliche Präsentationen unterscheiden sich in ihrem Symbolsystem von anderen Symbolsystemen, wie z.B. dem der Bilder oder der Zahlen. Die Informationsdarstellung und ihre Nutzung in der Kommunikation differieren dementsprechend. Weiter können sprachliche Dar-

bietungen bzgl. des Eingangskanals (Modalität) und ihrer Zeitabhängigkeit oder Zeitunabhängigkeit (Dynamik) unterschieden werden. Vor allem mit den genutzten Modalitäten, einem Wechsel zwischen ihnen und der damit zusammenhängenden Dynamik der Informationspräsentation werden verschiedene Vor- und Nachteile assoziiert.

Codierung

In der Psychologie werden als grundlegende Symbolsysteme Sprache und Bild gegenübergestellt. Dabei wird auf die unterschiedliche Qualität und Quantität der Informationsdarstellung in diesen Codierungen hingewiesen. Geschriebene und gesprochene Texte benutzen dabei dasselbe Symbolsystem Sprache.

Darstellende Bilder kommunizieren spezifische Informationen. Sie visualisieren ein bestimmtes Objekt (evtl. kontextuell eingebettet) oder eine bestimmte Szene der Welt mit spezifischen Eigenschaften. Sprache hebt sich von diesen konkreten und spezifischen Merkmalen ab und stellt die Bedeutung von Begriffen auf einer abstrakteren Ebene dar. Sie reduziert auf Kategorien (Engelkamp, 1991), indem sie Objekte und Szenen über ihre besonderen Eigenschaften Kategorien zuordnet. Dadurch können leichter Grundbedeutungen vermittelt und auf abstrakte Sachverhalte aufmerksam gemacht werden. Darüber hinaus können Bedeutungen oder Kategorien unter- und miteinander in Beziehung gesetzt werden.

Bilder präsentieren meist mehr Informationen als Worte (Engelkamp, 1991), da konkrete Objekte oder Szenen dargestellt werden. Die Information wird im Ganzen visualisiert. Pro Zeiteinheit werden daher mehr Informationen vermittelt als über Worte. Besonders in Bereichen, in denen es um die Darstellung von Gegenständen, räumlichen Beziehungen und Situationen geht, zeigen Bilder einen Vorteil. Was mit Worten nur schwer und zeitraubend zu beschreiben ist, läßt sich durch ein Bild oftmals leichter und schneller vermitteln. Dies gilt teilweise auch für logische Bilder wie Kurvendiagramme, Histogramme, Flußdiagramme etc. Nach Ballstaedt (1988) nehmen Lernende Bilder ganzheitlich und Texte sequentiell wahr, die semantische Verarbeitung von Bildern erfolgt allerdings wie bei der Textverarbeitung sequentiell und zeitlich erstreckt.

Mit Worten läßt sich dagegen viel leichter auf bestimmte Eigenschaften eines Konzepts, eines Objekts, einer Situation oder eines Ereignisses verweisen. Worte erfüllen somit eine Referenzfunktion (Engelkamp, 1991). Aus vielen möglichen Merkmalen wird eines benannt, herausgegriffen und tritt somit in den Vordergrund.

Modalität

Auditive Texte nehmen unter den Informationsarten eine Sonderstellung ein, weil sie als einzige Informationsart unseren Hörsinn ansprechen. Geschriebene Texte, Stand- und Bewegtbilder werden über den Sehsinn aufgenommen. Empirische Befunde zeigen, daß unsere Sinnesysteme für Überlastungen und Interferenzen anfällig sind (Weidenmann, 1997b). Demgegenüber läßt sich eine Überlastung reduzieren, wenn das Informationsangebot auf verschiedene Modalitäten (und Symbolsysteme) verteilt wird (Engelkamp & Zimmer, 1990). Bei einer längeren Inanspruchnahme eines Sinnessystems sinkt die Aufmerksamkeit im Zuge von Gewöhnungs- und Ermüdungseffekten (Holding, 1983). Ein Wechsel in den Modalitäten kann diesen Effekten entgegenwirken und Monotonie vermeiden (Davies, Shackleton & Parasuraman, 1983). Abwechslung in den Sinnesmodalitäten kann dazu verhelfen, Gewöhnungs- und Ermüdungserscheinungen zu minimieren, und damit ein Absinken der Aufmerksamkeit verhindern oder die Aufmerksamkeit wieder erwecken. Hier bietet sich besonders ein Wechselspiel zwischen visuellen und auditiven Texten an. Jones (1983) zeigte, daß Audio sich gut dafür eignet, das Aktivierungsniveau positiv zu beeinflussen und die Aufmerksamkeit zu erhöhen. Ein Wechsel zwischen gesprochenen und geschriebenen Texten kann die Aufmerksamkeit auf die entsprechend dargestellte Information lenken.

Über eine Integration von auditiven Texten in das mediale Angebot sollte nachgedacht werden, wenn der visuelle Kanal besonders gefordert und beansprucht wird (Weidenmann, 1997b). Anstatt visueller Texte können z.B. gesprochene Erläuterungen und Kommentare zu komplexen Bildern und Bilderfolgen die visuelle Sinnesmodalität entlasten. Für die Lernenden ist es nicht mehr erforderlich, zwischen der visuellen Bild- und Textinformation hin und her zu wechseln. Es werden Kapazitäten für eine intensivere Verarbeitung der Bilder frei. Allerdings wachsen mit der Informationsverteilung auf verschiedene Sinnesmodalitäten (und Symbolsysteme) auch die Anforderungen an die Lernenden. Sie sind aufgefordert, ihre Aufmerksamkeit zu steuern und ihre begrenzten Verarbeitungskapazitäten optimal einzusetzen. Weiter müssen sie dazu in der Lage sein, die in den verschiedenen Informationsarten präsentierten Informationen in ihrer Bedeutung zu einer kohärenten Repräsentation zu vereinen (Ballstaedt, 1990; Weidenmann, 1997b).

Einer auditiv sprachlichen Informationsdarbietung schreibt man gegenüber einer visuellen darüber hinaus eine besondere motivationale, affektive und kognitive Komponente zu. Auditive Texte tragen neben den semantischen Bedeutungen der Wörter und Sätze auch Informatio-

nen in den paraverbalen Merkmalen wie Tonhöhe, Lautstärke, Klangfarbe, Betonung, Sprechgeschwindigkeit usw. Über den Stimmausdruck und das Sprechtempo können Emotionen und Motivationen kommuniziert werden (Grimm & Engelkamp, 1981). Zudem wirken wegen dieser Zusatzinformationen gesprochene Texte persönlicher als geschriebene Texte. Diese Zusatzinformationen werden ergänzend mit der semantischen Bedeutung der Wörter zur Interpretation der übermittelten Botschaften verwendet. Auch kognitive Komponenten können unterstützt werden. Durch eine auditive Darbietung kann die Struktur der Inhalte hervorgehoben oder die Wichtigkeit einzelner Wörter im Satz betont und damit organisierende und elaborative Prozesse begünstigt werden. Gesprochene Sprache gilt zudem als besonders einprägsam (Baddeley, 1986, 1997; Engelkamp, 1990).

Dynamik

Als flüchtige Informationsangebote finden sich in multimedialen Anwendungen Bewegtbilder und auditive Texte. Dabei bestimmt meist das Lernprogramm selber, in welchem Tempo die Informationen präsentiert werden und wieviel Zeit damit den Lernenden zur Aufnahme und Verarbeitung der Informationen gegeben wird. Die Lernenden sind also an die dynamische Zeitvorgabe der Informationspräsentation gebunden. Damit erfordert eine auditive Rezeption einen andauernden stetigen Aufmerksamkeitspegel. Das ist besonders belastend für die Aufmerksamkeit und diese sinkt somit früher ab als bei einer visuellen Rezeption von Texten (Berg & Imhof, 1996; Grimm & Engelkamp, 1981). Durch die Zeitvorgabe der Präsentation werden beim Hören im Vergleich zum Lesen pro Zeiteinheit auch weniger Informationen verstanden. Die Darbietungsgeschwindigkeit von auditiven Texten mit ca. 120 bis 150 Wörtern pro Minute ist klar geringer als die durchschnittliche Lesegeschwindigkeit mit ca. 250 Wörtern pro Minute (Rinck & Glowalla, 1996).

Eine besondere Schwierigkeit kann eine dynamische Informationspräsentation ohne Wiederholungsmöglichkeiten für Lernende mit wenig Vorwissen oder schlechten Lernstrategien bilden. Sie sind gezwungen, ihre Verarbeitungsgeschwindigkeit der Präsentation anzugleichen und können schwierige Sequenzen nicht repetieren. Werden mit einer zeitabhängigen Präsentation die Verarbeitungskapazitäten der Lernenden überfordert, so wird auch weniger gelernt. Der Unterschied in der Dynamik zwischen visuellen und auditiven Texten wirkt sich auf die Verarbeitungsstrategien aus. Bei geschriebenen Texten ergeben sich viele Verarbeitungsstrategien, welche man bei gesprochenen Texten (noch) nicht bzw. seltener hat. Man kann z.B. Pausen beim Lesen einlegen, Passagen wiederholen, Informationen gezielt elaborieren, Texte

zuerst überfliegen und dann genauer lesen. Beim Hören fällt es dagegen schwer, sich Passagen herauszugreifen und noch einmal vorzuspielen, Pausen einzulegen oder innezuhalten, um Informationen zu elaborieren. In der Regel laufen auditive Texte ohne Einflußmöglichkeiten seitens der Lerner ab. Die Darbietungsgeschwindigkeit wird vom System vorgegeben und damit muß sich der Lerner in seiner Verarbeitungsgeschwindigkeit danach richten. Die Informationen müssen auch der präsentierten Reihenfolge entsprechend verarbeitet werden.

Technisch gesehen lassen sich Interaktionsmöglichkeiten mit auditiven Texten und infolge dessen Freiheitsgrade in der Verarbeitung schaffen. Die negativen Effekte von auditiven Texten können in der Lernsoftware beseitigt oder zumindest minimiert werden, wenn ein beliebiger Zugriff auf Informationen gewährleistet wird. Dieser beliebige Zugriff besteht im Auswählen eines Zeitintervalls aus der Audiosequenz oder der ganzen Sequenz (z.B. durch Vorspielen, Zurückspielen oder Direktwahl), in einer jederzeit möglichen Wiederholung der dynamischen Präsentation (z.B. durch Zurückspielen oder Direktwahl), der Bestimmung der Präsentationsgeschwindigkeit (z.B. durch Einstellen eines Geschwindigkeitsparameters oder durch Einlegen von Pausen). Mit diesen Einflußmöglichkeiten kann bestimmt werden, wann Information präsentiert wird, wieviel Verarbeitung für die Information aufgewendet und wie die Aufmerksamkeit auf verschiedene Informationsarten verteilt werden kann. Damit werden die Lernenden unabhängiger von der zeitlichen Vorgabe der Präsentation, sie können somit ihre Aufmerksamkeitskapazitäten entlasten und ihre Verarbeitung adäquater bestimmen (z.B. durch Wiederholen schwieriger Passagen). Eine weitere Möglichkeit besteht in einer bimodalen Präsentation der Sprachinformationen. Die Nachteile der Zeitabhängigkeit gesprochener Texte können durch die vorliegenden visuellen Texte aufgehoben werden.

Die Zeitabhängigkeit von auditiven Texten und Bewegtbildern kann sich auch positiv auswirken. Indem das Lernprogramm die Geschwindigkeit der Präsentation bestimmt und Informationen Zeit zuteilt, zeitlich gruppiert und ordnet, kann den Lernenden eine Strukturierung der Inhalte kommuniziert werden. Besonders für Lernende mit wenig Vorwissen kann auditiver Text als Strukturierung und Lernhilfe für das Verstehen dienen (Paechter, 1996).

Zur Notwendigkeit multimodaler Informationsdarstellung

Für die Darstellung von Lehrinhalten bieten sich verschiedene Informationsarten an. Standbilder, Bewegtbilder, geschriebene und gesprochene Texte sind die normal anzutreffenden Präsentationsarten in multimedialen Lehr/Lernprogrammen. Dabei sollte die Informationsart ausgewählt werden, welche die Inhalte adäquat wiedergibt, die Verarbeitungsprozesse unter-

stützt und das Behalten und Verstehen der Informationen fördert. Autoren müssen sich überlegen, welche Codierung sie verwenden wollen, welche Modalität sich innerhalb der Codierung anbietet (falls möglich) und ob die Präsentation dynamisch sein soll.

Ein sehr abstrakt und theoretisch gehaltener Lehrinhalt muß z.B. vorwiegend über Texte kommuniziert werden und kann höchstens mit Bildern noch angereichert, aber nicht ausschließlich dargestellt werden. Auf der anderen Seite ist ein räumlich-analoger Lehrinhalt ohne Bilder nicht vorstellbar. In der Regel wird heutzutage eine multicodierte Präsentation von Lehrinhalten bevorzugt, wodurch sich die Vor- und Nachteile der Codierungen ausgleichen können. Darüber hinaus ergibt sich ein Mehrwert der Informationsdarstellungen, der über die Addition der Effekte hinausgeht.

Zwischen den Modalitäten des Sehens und des Hörens läßt sich nur innerhalb der sprachlichen und musikalischen Codierung wählen. Auch hier empfiehlt sich wieder die Frage, welche Modalität eine angemessene Darstellung der Inhalte erlaubt. Ist der Lerngegenstand auditiver Natur, sollte eine auditive Informationspräsentation bevorzugt werden. Geht es z.B. um das Verstehen und Sprechen einer Sprache, so sollte nicht auf eine gesprochene Darstellung der Inhalte verzichtet werden. Setzen sich die Inhalte mit musikalischen Themen wie Dynamik, Klang und Ausdruck auseinander, sollten entsprechende Stücke und Klänge enthalten sein. Wenn die Art der Modalität eine wichtige Rolle zum Erreichen der Lehrziele beiträgt, sollte diese nicht weggelassen werden. Durch Audio können hier die Inhalte realistisch dargestellt und ein Transfer auf reale Situationen begünstigt werden. Ansonsten läßt sich über die Notwendigkeit verschiedener Modalitäten diskutieren und man kann das Für und Wider eines Verzichts auf eine multimodale Darstellung der Inhalte abwägen.

Die Dynamik einer Informationsart sollte ebenso entsprechend den Lerninhalten ausgewählt werden. Dynamische Bilder (Animationen, Filme) werden z.B. als hilfreich angesehen, wenn die Lehrinhalte als wesentlichen Aspekt Bewegungen (z.B. Stabhochsprung) und Veränderungen in der Zeit mit einschließen (Lewalter, 1997b).

Insgesamt lassen sich Codierung, Modalität und Dynamik nicht so leicht trennen, da sie nicht unabhängig voneinander sind. So läßt sich eine bildhafte Codierung nur in der visuellen Modalität empfangen und eine gesprochene Informationsdarbietung nur dynamisch verwirklichen. Insofern stellt sich eine differenzierte analytische Betrachtungsweise als problematisch heraus.

Die Beanspruchung unterschiedlicher Sinneskanäle in einer Lernsoftware soll einen Vorteil gegenüber einer nur einseitigen Beanspruchung bringen. Wird ein Sinneskanal über längere Zeit belastet, lassen sich Gewöhnungseffekte und Ermüdung feststellen und die Aufmerksamkeitsleistung sinkt. Durch Abwechslung in den Sinnesmodalitäten läßt sich solchen Symptomen entgegenwirken (Paechter, 1996). Somit können gesprochene Texte im Wechsel mit visueller Information die Aufmerksamkeit aufrechterhalten. Andererseits sind sie besonders belastend für die Aufmerksamkeit, infolgedessen die Aufmerksamkeit schneller absinkt. Durch einen beliebigen Informationszugriff auf auditive Texte oder durch zusätzliche visuelle Texte lassen sich viele Nachteile minimieren.

1.4.2 Ergebnisse zum multimodalen Lernen mit Texten

Verwertbare Ergebnisse zum Lernen mit auditiven und visuellen Texten für komplexes Lernmaterial liegen nur spärlich vor. Paechter (1996) findet in ihrer Literaturrecherche zur Wirkung auditiver und visueller Texte eine Menge von Studien aus der Zeit von 1960 bis 1977 und führt dies auf die Einführung des Lehrfernsehens und die darin gesetzten positiven Erwartungen zurück. Neuere Untersuchungen lassen sich dagegen kaum finden. Besonders für den Einsatz auditiver Texte in Lehr/Lernsoftware gibt es enormen Forschungsbedarf (Barron et al., 1993; Paechter, 1997; Rinck & Glowalla, 1996).

Die zahlreich vorliegenden Ergebnisse aus Untersuchungen mit einfachem Lernmaterial (z.B. Worte, Silben, Wortpaare, Zahlen) spielen für das Lernen komplexer Materialien nur eine untergeordnete Rolle. Dies wird mit unterschiedlichen Bedingungen im Lernprozeß begründet, welche andere Verarbeitungsprozesse erfordern. Daher werden diese Ergebnisse hier nur kurz abgehandelt. Im folgenden werden vor allem einige Studien mit komplexem und umfangreichem Material inner- und außerhalb von Lernprogrammen angeführt, wobei der Schwerpunkt bei Untersuchungen mit computergesteuerten Systemen liegt.

1.4.2.1 Einfaches Lehr/Lernmaterial außerhalb von Lernprogrammen

Vor allem in der Grundlagenforschung wurden sehr einfache und kurze Lernmaterialien, Wortlisten, Zahlenlisten und Listen sinnloser Silben verwendet. Für die reale Unterrichtssituation spielen solche Materialien so gut wie keine Rolle. Untersuchungsergebnisse mit solch einfachem Material dürfen daher nicht bedenken- und fraglos auf komplexe und reale Lehr/Lernsituationen übertragen werden, da man nicht von gleichen Bedingungen beim Lernen ausgehen kann. Lernen komplexen Materials erfordert viel mehr elaborative und reduktive Verarbei-

tungsprozesse als Lernen einfachen Materials (Mandl et al., 1993; Paechter, 1997). In realen Lernsituationen ist der Lerner gefordert, komplexes Lernmaterial zu organisieren, zu reduzieren, Schlußfolgerungen zu ziehen und die Informationen in die vorhandene Wissensstruktur einzuordnen. Dies ist bei einfachem Material (z.B. Wortlisten) meist nicht notwendig.

In vielen dieser Untersuchungen wird auditive Sprachinformation im Langzeitgedächtnis besser behalten als visuelle Sprachinformation (Conway & Gathercole, 1987; Gathercole & Conway, 1988; Gardiner & Gregg, 1979; Gardiner, Gardiner & Gregg, 1983). In einer Studie von Conway und Gathercole (1987) wurde z.B. das Behalten einer Liste von gelesenen und gehörten Wörtern verglichen. In der auditiven Bedingung konnten die Lernenden mehr Wörter wiedererkennen oder erinnern. Erklärungen für die Überlegenheit der gesprochenen Informationen im Langzeitgedächtnis finden sich im Kapitel 1.4.3.

1.4.2.2 Auditive und visuelle Texte außerhalb von Lernprogrammen

Neben dem Vergleich einer auditiven mit einer visuellen sprachlichen Präsentation von Informationen wurde in mehreren Untersuchungen auch eine integrierte Präsentation dieser Informationsarten als Untersuchungsbedingung mit aufgenommen. Eine gleichzeitige Darbietung auditiver und visueller Texte hat sich in vielen Studien einer rein visuellen oder auditiven Darstellung als überlegen im Behalten von Lerninhalten erwiesen. Zwischen einer visuellen und einer auditiven Darbietung von Texten konnten sich oftmals keine Unterschiede ermitteln lassen. Stellten sich doch Unterschiede ein, so schnitt meist die visuelle gegenüber der auditiven Darbietung besser ab.

Studien mit wenig komplexem Lehr/Lernmaterial

In diesen Studien wurde Lehr/Lernmaterial verwendet, welches komplexer oder umfangreicher war als die relativ einfachen und kurzen Lehr/Lernmaterialien, Wortlisten, Zahlenlisten und Listen sinnloser Silben des vorhergehenden Abschnittes (Hartman, 1961a, 1961b). Hartman (1961a) verwendete z.B. in seiner Untersuchung Vor- und Nachnamen, welche auditiv, visuell oder bimodal präsentiert wurden und prüfte ihr Wiedererkennen².

Eine Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse ergibt keine grundsätzliche Überlegenheit einer Informationsart (auditiver oder visueller Text) und keinen eindeutigen Vorteil einer Modalität (Hartman, 1961b; Paechter, 1996). Hartman (1961b) untersuchte z.B. 14 Studien, in

² Zwischen der auditiven und visuellen Bedingung konnte kein Unterschied gefunden werden. Die Probanden der bimodalen Bedingung konnten mehr Namen wiedererinnern als in den unimodalen Bedingungen.

denen auditive und visuelle Sprachinformationen in ihrer Wirkung verglichen wurden. In acht Studien stellten sich geschriebene Informationen als wirkungsvoller heraus, in 5 Studien gehörte Information und in einer Studie konnte kein Unterschied festgestellt werden. Insgesamt ermöglichen die Ergebnisse unterschiedliche und widersprüchliche Folgerungen. Modalitätseffekte scheinen von Merkmalen der Lernenden und des Lehr/Lernmaterials abzuhängen.

Studien mit komplexerem Lehr/Lernmaterial

In einer älteren Zusammenfassung von Hartman (1961b) zum Vergleich auditiven und visuellen Textmaterials (längere Wortlisten, Aufsätze oder Vorlesungen) sprechen die Ergebnisse mehr für die Verwendung von visuellem Textmaterial. Ergänzend weisen die Studien auf eine Interaktion zwischen Lernermerkmalen und der Informationsart hin. Auditives Material scheint z.B. besonders für Personen mit geringen Lesefertigkeiten begünstigend zu wirken.

Hartman (1961b) analysierte 17 Untersuchungen, welche eine bimodale simultane Wiedergabe von visuellen und auditiven Sprachinformationen mit visuellen Informationen verglichen. In sieben Studien schnitt die bimodale Präsentation besser ab, in zwei Studien gab es keinen Unterschied und in acht Studien war die visuelle Präsentation besser. Hartman (1961b) zog insgesamt den Schluß, daß eine simultane bimodale Präsentation effektiver sei als eine rein visuelle oder auditive Sprachwiedergabe, wenn die Informationen zueinander redundant sind.

Hsia (1969) verglich die Behaltenserfolge beim Lernen von Versen bei 12- bis 14jährigen Schülern. Die Verse wurden auditiv, visuell oder auditiv und visuell vorgegeben. Die bimodale Präsentation schnitt mit Abstand am besten ab. In der freien Wiedergabe der Texte erinnerten die Probanden mehr Textpassagen und begingen am wenigsten Fehler. Ebenso zeichneten sich die Behaltenserfolge bei gelesenem Text gegenüber gehörtem Text mit mehr reproduzierten Textpassagen und weniger Fehlern aus.

Severin (1967) stellte vier Versuchsbedingungen gegenüber: (1) Visuelle Texte, (2) auditive Texte, (3) bimodale Texte und (4) auditive Texte mit Bild wurden in ihren Behaltenseffekten untersucht. Die unimodalen Präsentationen unterschieden sich nicht bzgl. der Behaltensleistung. Probanden der bimodalen Bedingung profitierten mehr gegenüber den unimodalen Bedingungen, als überlegene Bedingung stellte sich allerdings die Kombination von Bildern mit auditiven Texten heraus.

Nasser und McEwen (1976) stellten die Erinnerungsleistung von Probanden einer auditiven, einer visuellen und einer audio-visuellen Vorlesung gegenüber. Die Performanz zwischen der

auditiven und visuellen Vorlesung unterschieden sich nicht, die bimodale Vorlesung ergab höhere Leistungen gegenüber den unimodalen Vorlesungen.

Nugent (1982) untersuchte verschiedene Präsentationsarten komplexer Lehrinhalte aus der Biologie (Tierleben). Film (ohne Ton), auditiver Text, visueller Text und ihre drei Kombinationen wurden auf ihre Verständlichkeit hin getestet. Die Kombination von visuellem und auditivem Text schnitt dabei nicht besser ab als die Einzeldarbietung der drei Medien. Film und auditiver oder visueller Text trugen zum Verständnis der Probanden mehr bei. Es liegt die Annahme nahe, daß eine grundlegende bildliche Darstellung die Lehrinhalte adäquater präsentieren kann als eine rein sprachliche Darstellung. Eine sprachliche Ergänzung der bildhaften Präsentation scheint zur Interpretation des piktoralen Angebotes notwendig.

In den aufgeführten Untersuchungen stellten die auditiven und visuellen Texte dieselben Inhalte dar. Werden unterschiedliche Inhalte dargeboten, so fällt die Lernleistung. Hartman (1961b) nimmt an, daß es zu Störungen in der Verarbeitung der Inhalte kommt, da die beschränkten Verarbeitungskapazitäten und somit die Aufmerksamkeit auf die unterschiedlichen Inhalte aufgeteilt werden müssen. Die sprachlichen Informationen nutzen dasselbe sprachliche Verarbeitungssystem und nehmen sich dementsprechend Ressourcen weg. Insgesamt konnte wieder kein Nachweis einer Überlegenheit einer Informationsart (visueller oder auditiver Text) oder einer Modalität erbracht werden. Eine bimodale Präsentation der Informationen scheint hingegen Behaltensvorteile gegenüber einer rein visuellen oder auditiven Darbietung zu erbringen.

Mousavi, Low und Sweller (1995) experimentierten mit auditiven und visuellen Texten in Verbindung mit geometrischen Abbildungen. Sie führten insgesamt sechs Experimente durch. Die beiden ersten Experimente sollen im folgenden näher beschrieben werden. Mousavi et al. (1995) kreierten drei alternative Präsentationsmodi. In einer bimodalen Version wurde zu den Abbildungen visueller und auditiver Text dargeboten. Der gesprochene Text wurde über einen Tape-Recorder abgespielt, die Abbildungen und visuellen Texte lagen in Papierform vor. Die visuelle Version enthielt als Sprachinformation nur geschriebenen, die auditive Version nur gesprochenen Text. Die beiden Experimente wurden jeweils mit 30 Schülern der achten Jahrgangsstufe (australisches Schulsystem) durchgeführt. Alle Schüler durchliefen einen dreistufigen Lernprozeß, zuerst eine Erklärungsphase, dann eine Erwerbsphase und zuletzt eine Testphase. In der ersten Phase wurden maximal fünf Minuten für die Erklärung der Grundprinzipien kongruenter Dreiecke mit Hilfe eines Informationsblattes verwendet. Danach konnten die

Schüler solange Fragen stellen und Antworten bekommen, bis sie der Meinung waren, die Inhalte verstanden zu haben. In der Erwerbsphase wurden vier geometrische Probleme präsentiert, zwei Anwendungsbeispiele und zwei entsprechende Aufgaben, wobei immer nach dem Beispiel die Aufgabe folgte. Die Präsentation der Anwendungsbeispiele entsprach den beschriebenen drei Präsentationsmodi. Die Lernzeit für die Beispiele sowie die Lösungszeiten der Aufgaben wurden für jede Versuchsperson aufgezeichnet. Für die Probanden der auditiven und bimodalen Version wurde das Band mit dem gesprochenen Text zweimal abgespielt, während die Anwendungsbeispiele präsentiert wurden. Diese Zeit bestimmte gleichzeitig die Lernzeit. Den Probanden der visuellen Version wurden im ersten Experiment maximal fünf Minuten Bearbeitungszeit für die Beispiele zugestanden, im zweiten Experiment sollten die Probanden die Beispiele in einer vorgegebenen Zeit bearbeiten (nämlich genau so lange, wie das Abspielen der Sprachaufnahmen dauert). Die Aufgaben konnten in allen Gruppen maximal fünf Minuten bearbeitet werden. Bei einem Fehler wurden die Schüler darauf hingewiesen, diesen zu korrigieren, bevor sie weitermachen. Mehrere Lösungsversuche waren erlaubt. Wurde die richtige Lösung innerhalb der fünf Minuten nicht gefunden, so erfolgte ihre Darbietung. In der Testphase mußten vier Aufgaben gelöst werden, zwei zu den Beispielen ähnliche Aufgaben und zwei Aufgaben, bei denen Transfer nötig war. Fehler wurden nicht korrigiert. Wurde eine falsche Lösung abgegeben, wurden die Schüler aufgefordert, die Aufgabe noch einmal anzugehen. Konnte keine Lösung erzielt werden, wurde die richtige Lösung nicht präsentiert. Jede Aufgabe mußte innerhalb von fünf Minuten gelöst werden. Für alle Aufgaben wurden die Lösungszeiten protokolliert. Die auditive Version wies durchwegs immer die niedrigsten durchschnittlichen Bearbeitungszeiten der Aufgaben in der Aneignungsphase und die niedrigsten durchschnittlichen Lösungszeiten in der Testphase auf. Die durchschnittlichen Zeiten der bimodalen Version lagen entweder mit den Zeiten der visuellen Version gleich auf, oder deutlich darunter. Die Ergebnisse erreichten aber oftmals nicht das erforderliche Signifikanzniveau. Wenn ein Test signifikant wurde, dann hauptsächlich zu Gunsten der auditiven Version. Insgesamt erwies sich die auditive Version als die effektivere gegenüber der visuellen Version. Die bimodale Version näherte sich mal der visuellen, mal der auditiven Version an. In den weiteren Experimenten wurden die Unterschiede zwischen dem Einsatz von gesprochenen und geschriebenen Texten deutlich untermauert. Dabei konnte auch für eine Mischung von auditiven und visuellen Texten ohne Bild der Nachweis von kürzeren Lösungszeiten gegenüber rein visuellen Texten erbracht werden.

1.4.2.3 Auditive und visuelle Texte innerhalb von Lernprogrammen

Es gibt nur wenige empirische Untersuchungen zum Lernen mit umfangreichem und komplexem Material in Lernprogrammen. Einen Überblick liefert Tabelle 1.8.

Tabelle 1.8.: Überblick über die neueren Untersuchungen zu auditiven und visuellen Texten mit komplexem Lernmaterial innerhalb von Lernprogrammen.

Komplexes Lehr/Lernmaterial innerhalb von Lernprogrammen			
AutorInnen	Jahr	Anzahl der Vpn und der Bedingungen	Dauer in Minuten
Enerson und Tuney	1984	28 Vpn, 2 Bedingungen	ca. 3
Barron und Kysilka	1993	60 Vpn, 3 Bedingungen	ca. 13 - 23
Pyter	1994	30 Vpn, 3 Bedingungen	?
Rinck und Glowalla	1996	56 Vpn, 2 Bedingungen	ca. 5 * 120
Pyter und Issing	1996	38 Vpn, 3 Bedingungen	?
Paechter	1996	73 Vpn, 3 Bedingungen	132 - 192

Enerson und Tuney (1984) untersuchten auditive und visuelle Texte in einem Informationssystem. Einem System mit auditiven und visuellen Texten wurde ein System mit nur visuellen Texten gegenübergestellt. Die bimodale Darbietung präsentierte auditive Texte in natürlicher Sprache in ganzen Sätzen und Schlüsselwörter als visuelle Texte. Somit überlappten sich die auditive und visuelle Information nur teilweise. Der Text in der visuellen Version wurde im Gegensatz zu dem gesprochenen Text aufgrund von Platzbeschränkungen konzentrierter dargeboten. Die enthaltenen Informationen unterschieden sich jedoch nicht. Insgesamt bestand das Programm aus drei kurzen thematischen Einheiten (Versammlung von Abrüstungsgegnern, Sicherheitssystem der Untergrundbahn, Wochenmarkt in New York City) zu je ca. 1 min, welche linear (nicht interaktiv) dargeboten wurden. Nach der Präsentation der ersten beiden Einheiten füllten die Probanden einen Akzeptanzbogen aus. Anschließend wurde mit dem letzten Programmpunkt fortgefahren. Zu diesen Inhalten wurde ein Wissenstest aus zwei Fragen (zusammen mit fünf weiteren Fragen) vorgelegt. Die Autorinnen behaupten, daß die bimodale Informationsdarbietung sich gegenüber der unimodalen Darbietung als klar im Vorteil im Erinnern der Inhalte zeigt. Dies ist allerdings an den veröffentlichten Daten nicht nachvollziehbar und durch eine wiederholte statistische Prüfung abzuweisen. In den Akzeptanzmaßen wurde kein Unterschied zwischen den Versionen gefunden.

Barron und Kysilka (1993) untersuchten drei unterschiedliche Präsentationen von Lerninhalten. Sie boten die Inhalte (1) als visuellen Text, (2) gleichzeitig als visuellen und auditiven Text mit identischen Wortlauten und (3) als auditiven Text mit visuellen Schlüsselwörtern dar. Zwischen den Untersuchungsbedingungen konnte im Erinnern und Verstehen des Lernmaterials kein Unterschied ermittelt werden. In allen drei Bedingungen lernten die Versuchspersonen signifikant und in etwa gleich viel hinzu. Ein signifikanter Unterschied bestand in der durchschnittlich aufgewendeten Lernzeit. Die Probanden in der Version mit visuellem Text lernten kürzer als die Probanden der anderen Bedingungen. Insgesamt brachten die Lernenden allen drei Versionen hohe Akzeptanz entgegen.

Pyter (1994) verglich drei Hypertextsysteme zur modernen Physik. Eine Version bestand nur aus visuellen Texten, in der zweiten Version konnten sich die Probanden dieselben visuellen Texte auch auditiv vorspielen lassen, die dritte Version präsentierte auditive Texte mit visuellen Schlüsselbegriffen. Die bimodale Präsentation wurde als weniger anstrengend erlebt und erzeugte höhere Werte im Verständnistest. Allerdings führte die auditive Hypertextversion zu verlängerten Lernzeiten.

Rinck und Glowalla (1996) führten eine Untersuchung zum Erwerb und Behalten von Sachwissen anhand zweier Hypermediasysteme zur Gedächtnispsychologie durch. Die Ergebnisse acht bekannter Experimente wurden mittels Liniendiagrammen veranschaulicht und mit visuellen oder auditiven Texten erläutert. Dieses Lernmaterial war in einen umfangreichen, etwa zehnstündigen Kurs für Studienanfänger eingebettet. Der Kurs teilte sich in fünf Lektionen und einen finalen Wissenstest auf. Er wurde in drei Wochen zu 2 Sitzungen durchgeführt. Während jeder Lektion wurde die Lernzeit der betrachteten Informationen erfaßt. Nach jeder Lektion wurden Verstehen und Behalten der Ergebnisse anhand von Aussagen abgefragt. Die Versuchspersonen sollten korrekt und so schnell wie möglich die Richtigkeit der Aussagen beurteilen. Die Antworten und Antwortzeiten wurden vom Computer protokolliert. Im abschließenden Wissenstest eine Woche nach Kursende wurden äquivalente Aussagen zur Wissensdiagnose verwendet sowie das Wiedererkennen der Graphen getestet. Analysiert wurden die mittleren Fehlerraten und Urteilszeiten bei der Beurteilung der Aussagen sowie beim Wiedererkennen der Graphen. Bzgl. der Aussagenbeurteilungen konnte kein signifikanter Unterschied bei den mittleren Fehlerraten und Urteilszeiten weder im Wissenstest nach den Lektionen noch im abschließenden Wissenstest festgestellt werden. Auch bei der Wiedererkennungsrates der Liniendiagramme zeigte sich kein signifikanter Unterschied. Lediglich die Versuchs-

personen der auditiven Bedingung antworteten durchschnittlich 2s schneller als die Versuchspersonen der visuellen Bedingung ($M_1 = 20.2s$, $M_2 = 22.5s$, $F_{(1,55)} = 8.62$, $p < .01$). Die Analyse der Lernzeit der Text-Bild-Kombinationen wies dagegen einen hoch signifikanten Unterschied ($t_{(55)} = 23.57$, $p < .001$) zwischen den Hypermediaversionen auf. In der auditiven Bedingung rezipierten die Probanden im Durchschnitt 77.4s lang die Ergebnisse, während in der visuellen Bedingung die Probanden nur 36.4s dazu verwendeten. Das auditive Hypermediasystem erwies sich somit nicht als effektiver als das visuelle Hypermediasystem.

Pyter und Issing (1996) untersuchten, ob in einem unicodalen Hypertextprogramm eine audiovisuelle Informationsdarbietung zu einem besseren Lernerfolg und einer höheren Akzeptanz führt als eine visuelle Textpräsentation. Dazu benutzten sie drei Varianten eines Hypertextsystems: (1) ein Hypertext, der die Information schriftlich und ohne Ton darbietet (Textversion), (2) ein Hypertext, der die Informationen schriftlich und akustisch identisch darbietet (Text und Vortrag), (3) ein Hypertext, der die Informationen akustisch darbietet und mit stichwortartigen schriftlichen Thesen eine Strukturierungshilfe des akustischen Vortrags visualisiert (Thesen und Vortrag). Die Versuchspersonen beurteilten die bimodale Präsentation „Text und Vortrag“ als motivierender ($p < .01$), weniger anstrengend ($p < .05$), schöner ($p < .01$) und origineller ($p < .01$) als die rein textliche Darbietung. Die Darbietung mit „Thesen und Vortrag“ wurde ebenfalls als motivierender ($p < .01$), origineller ($p < .01$) und tendenziell auch als weniger anstrengend ($p < .06$) als die Textversion angesehen. Bzgl. des Lernerfolges zeigten die Probanden in der Version mit identischer akustischer und geschriebener Information höhere Lernwerte im Verständnistest ($p < .05$) und längere Lernzeiten ($p < .01$) als in der unimodalen Darbietung. In der Version „Thesen und Vortrag“ wiesen die Probanden längere Lernzeiten ($p < .01$), aber nur tendenziell höhere Lernwerte ($p < .06$) auf. Dabei lernten die Probanden mit der Version „Text und Vortrag“ signifikant länger ($p < .05$) als mit der Version „Thesen und Vortrag“. Aufgrund ihrer Ergebnisse empfehlen Pyter und Issing (1996) eine bimodale Präsentation der Informationen, da diese als motivierender und angenehmer empfunden wird und zu einem besseren Verständnis des Textes führt als eine rein unimodale schriftliche Textdarbietung.

Paechter (1996) gestaltete Lernprogramme zu Grundkenntnissen der Textverarbeitung (Word for Windows). Sie verglich drei Versionen mit unterschiedlicher auditiver und visueller Textverwendung: (1) eine bimodale Variante mit redundanter Textinformation in auditiver und visueller Form, (2) eine auditive und (3) eine visuelle Variante. Diese Unterscheidung ihrer drei

Varianten gilt nur für die Präsentation der Hauptinformation in Überblick und Zusammenfassung. Der Überblick besteht aus einer allgemeinen, übergreifenden Darstellung eines Konzepts (z.B. Datei, Verzeichnis oder Menüleiste) oder einer Prozedur (z.B. Drucken von Text, Verschieben einer Textpassage). Die Zusammenfassung enthält eine kurze, präzise Beschreibung der Eigenschaften eines Konzepts oder der Schritte und des Ziels einer Prozedur. Ergänzende Informationen, Beispiele und Übungsteile wurden im visuellen Modus präsentiert. In der bimodalen Version gibt der visuelle Text den auditiven Text in einer leicht gekürzten Form wieder. Paechter (1996) führte auch in der visuellen Variante eine akustische Komponente ein, um den Hauptinformationsteil vom Rest abzuheben und eventuelle Aufmerksamkeitseffekte eines Modalitätenwechsels auszugleichen. Die Menüpunkte (Überblick, genaue Erklärungen und Zusammenfassung) wurden deshalb akustisch durch einen kurzen auditiven Satz angekündigt. Bzgl. des Erlernens von Konzepten und Prozeduren während der Bearbeitung der Lernsoftware konnte zwischen den Versuchsbedingungen kein Unterschied festgestellt werden. Die Anzahl erinnerter Konzepte unterschied sich nach zwei von fünf bearbeiteten Lektionen nicht signifikant zwischen den drei Versuchsbedingungen. Während der Bearbeitung der dritten bis fünften Lektion wurden bzgl. dem Erlernen der Prozeduren die Anzahl richtig gelöster Aufgaben, die Zeitdauer der Lösungsversuche, die Anzahl von Fehlern und die mittlere Anzahl von Lösungsversuchen für eine Aufgabe erhoben. Auch in diesen Maßen konnte kein Unterschied zwischen den Bedingungen festgestellt werden. Nach der Bearbeitung des Lernprogramms wurden bzgl. der Prozeduren diese vier Maße noch einmal in einem Abschlußtest erhoben. In der bimodalen Bedingung erreichten die Probanden mehr Lehrziele als in der visuellen Bedingung. Die auditive Bedingung schnitt am schlechtesten ab. In der Lösungszeit und der Anzahl der Lösungsversuche unterschieden sich die Gruppen nicht, die Probanden der bimodalen Bedingung machten aber weniger Fehler als die Probanden der auditiven und visuellen Versuchsbedingung. Paechter (1996) schließt daraus, daß die Versuchsteilnehmer der bimodalen Bedingung ein besseres mentales Modell aufbauen. In der allgemeinen Akzeptanzeinschätzung ergaben sich keine Unterschiede.

1.4.2.4 Zusammenfassung

Außer bei den Untersuchungen im Rahmen der Grundlagenforschung mit sehr einfachem Lernmaterial läßt sich keine eindeutige und allgemeine Empfehlung zugunsten einer auditiven oder visuellen Darbietung von Texten aussprechen. Insgesamt halten sich die Untersuchungen zugunsten der einen oder anderen Präsentation die Waage. Zudem existieren Studien, welche

keine Unterschiede nachweisen. Die Wirkung einer auditiven oder visuellen Textpräsentation wird in Abhängigkeit von Merkmalen der Lernenden, des medialen Angebots und der ablaufenden Verarbeitungsprozesse in der Auseinandersetzung mit dem medialen Angebot gesehen. Auf Seiten des medialen Angebots scheinen zuerst einmal die Inhalte und die Komplexität der Informationen eine Rolle zu spielen. Es stellt sich die Frage nach der adäquaten Repräsentation der Inhalte und dem Zusammenspiel der verschiedenen Informationsarten sowie einer geeigneten didaktischen Struktur. Bei den Lernermerkmalen können das Vorwissen, Lesefertigkeiten oder die Einstellung zum medialen Angebot ihren Einfluß geltend machen. Zuletzt können Einflüsse bzgl. der Nutzung und der durchgeführten Verarbeitungsprozesse wesentlich zum Ergebnis beitragen. Der Elaboration der Informationen kommt hier ein besonderes Gewicht zu.

Demgegenüber scheint eine bimodale Darbietung sprachlicher Informationen einen Lernvorteil mit sich zu bringen und über die Wirkung einer rein auditiven oder visuellen Präsentation hinauszugehen. Pyter und Issing (1996) empfehlen sogar den bimodalen Einsatz von Sprachinformationen. Es ist zu vermuten, daß die Vor- und Nachteile einer auditiven oder visuellen Präsentation der Informationen durch eine bimodale Darbietung kompensiert werden können und letztendlich die Vorteile dominieren. Wahrscheinlich äußert sich eine bimodale Präsentation in den Verarbeitungsprozessen und ermöglicht den Lernenden eine ihren Bedürfnissen angepaßtere kognitive Auseinandersetzung mit den Informationen. Dabei wird nicht nur auf die geeignetere Informationsdarstellung geschwenkt, sondern sowohl die auditive als auch die visuelle Informationsart genutzt. Ansonsten sollte die Lernwirkung nicht über das Basismaß bei unimodaler Darbietung steigen. Dies sollte sich auch in der Benutzung des Lernmediums zeigen.

1.4.3 Verarbeitung visueller und auditiver Texte

Untersuchungen aus der Gedächtnispsychologie lassen vermuten, daß auditive und visuelle Texte im Kurz- und Langzeitgedächtnis unterschiedlich verarbeitet werden (Paechter, 1996). Dabei gelangen alle Informationen zuerst ins Kurzzeitgedächtnis, werden in diesem System verarbeitet und von dort ins Langzeitgedächtnis transferiert. Auf dem Weg der Information ins Langzeitgedächtnis müssen daher alle Informationen das Kurzzeitgedächtnis durchlaufen. Das Kurzzeitgedächtnis ist in seiner Verarbeitungskapazität beschränkt und kann daher nur eine begrenzte Anzahl von Informationen verarbeiten. Es wird in drei unterschiedliche Einheiten aufgliedert (Baddeley, 1997):

- Eine artikulatorische Wiederholungsschleife für sprachliche Information. Gelesene oder gehörte Sprache wird phonologisch (nach ihrer Lautgestalt) repräsentiert und durch ständiges Wiederholen im Kurzzeitgedächtnis gehalten.
- Ein visuell-räumlicher Speicher für die Verarbeitung bildlicher Information.
- Eine zentrale Verarbeitungsinstanz für die Kontrolle und Koordination der Verarbeitungsprozesse und der zwei vorher aufgeführten Verarbeitungsinstanzen.

Für das Kurzzeitgedächtnis existiert ein klarer Modalitätseffekt. Auditives sprachliches Material wird im Kurzzeitgedächtnis besser behalten als visuelles Material (Conrad & Hull, 1968; Crowder, 1993; Crowder & Morton, 1969; Fenk, 1980; Penney, 1975). Dabei handelte es sich in den Studien meist um kurze, einfache Wort- und Zahlenlisten, welche unmittelbar nach der Darbietung wiedergegeben werden mußten. Wenn das Kurzzeitgedächtnis auditive Texte verarbeitet, ist es auch weniger störanfällig als bei geschriebenen Texten (Baddeley, 1986, 1997). Zusätzliche schriftliche Aufgaben beeinträchtigten die Gedächtnisleistung von visuellem Sprachmaterial wesentlich, von auditivem Sprachmaterial kaum. Umgekehrt beeinträchtigen zusätzliche auditive Aufgaben die Gedächtnisleistung für visuelles Sprachmaterial (Baddeley, 1986, 1997).

Für reale Lernprozesse ist es hingegen wichtiger, das Gelernte im Langzeitgedächtnis dauerhaft abzulegen, damit es in späteren Situationen abgerufen werden und in das Verhalten eingehen kann. Wie man im vorhergehenden Abschnitt gesehen hat, ist der klare Modalitätseffekt des Kurzzeitgedächtnisses für das Langzeitgedächtnis nicht gegeben. Meist stellen sich keine Unterschiede zwischen visuellen und auditiven Sprachinformationen ein. Darüber hinaus war das Lernmaterial auch komplexer und umfangreicher. Im folgenden Abschnitt werden die multimodale Gedächtnistheorie von Engelkamp (1990) für gesprochene und visuelle Sprache betrachtet und einige Begründungen vorgestellt, warum mit auditiv, visuell oder bimodal präsentierte Sprachinformation das Behalten und Verstehen gefördert oder behindert wird. Im Zentrum des Interesses liegt dabei die bimodale Präsentation von Texten.

1.4.3.1 Verarbeitung visueller und auditiver Texte im Langzeitgedächtnis

In der multimodalen Gedächtnistheorie nimmt Engelkamp (1990) an, daß Wörter und Texte vorrangig nach ihrer Bedeutung als Konzept propositional im Langzeitgedächtnis kodiert werden. Darüber hinaus wird innerhalb des verbalen Systems modalitätsspezifische Information von Sprache im Langzeitgedächtnis mit abgespeichert. Wenn Menschen Texte hören oder lesen, werden zusätzlich zur Bedeutung der Informationen die phonologischen Eigenschaften

der akustischen Darbietung oder die graphemischen Eigenschaften der visuellen Darbietung als akustische oder visuelle Wortmarken im Gedächtnis abgelegt. Als übergeordnete Einheiten integrieren abstrakte Wortmarken die akustischen und visuellen Wortmarken. Diese abstrakten Wortmarken sind modalitätsfrei, d.h. ihnen fehlen die modalitätsspezifischen Informationen über die Eigenschaften der sprachlichen Darbietung. Engelkamp (1990) geht somit von einer teilweise multimodalen Struktur des Gedächtnisses aus.

Für das Sprechen und Schreiben werden weiter ein Sprech- und Schreibprogramm angenommen. Diese benutzen Informationen darüber, wie Wörter gesprochen oder geschrieben werden. Diese Informationen sind in den artikulatorischen und Schreibkomponenten abgelegt, welche bei der entsprechenden Tätigkeit aktiviert werden. Insgesamt werden beim Sprechen/Hören die akustischen Wortmarken und beim Lesen/Schreiben die visuellen Wortmarken benötigt.

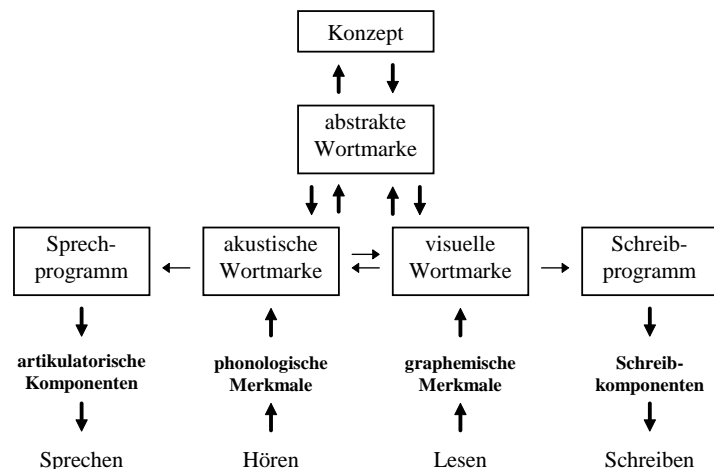


Abbildung 1.12: Struktur des verbalen sensumotorischen Systems (Engelkamp, 1990, S. 59)

1.4.3.2 Begründungen für eine auditive oder visuelle Präsentation

Es existieren unterschiedliche Positionen bzgl. der Überlegenheit von auditivem oder visuellem Sprachmaterial im Langzeitgedächtnis. Eine Erklärung für die Überlegenheit auditiven Materials liefert die Theorie der zeitlichen Abgrenzung (Gardiner et al., 1983; Glenberg & Swanson, 1986). Sie begründet einen generellen Behaltensvorteil auditiver Informationen aus der exakten zeitlichen Abgrenzung der auditiven Reizdarbietungen (z.B. von Wörtern aus

einer Liste mit 20 Wörtern). Zusammen mit der Bedeutung der Stimuli werden gleichzeitig immer Informationen über den Kontext der Darbietung abgespeichert. Dabei unterscheiden sich die einzelnen Gedächtniseinheiten untereinander bzgl. der Bedeutung und der Kontextinformationen. Je mehr sie sich darin unterscheiden, desto leichter können die entsprechenden Informationen wiedererinnert werden.

Unter den Kontextinformationen nimmt die zeitliche Reihenfolge und die Dauer der Informationsdarbietungen die wichtigste Rolle ein. Dieser temporale Kontext ist bei auditiven Präsentationen exakter zu bestimmen als bei visuellen, weil ein auditiver Reiz durch eine externe Vorgabe genau auf ein zeitlich begrenztes Intervall festgelegt wird. Durch die Informationen über den Darbietungszeitpunkt und die Darbietungsdauer können die Informationseinheiten (z.B. gesprochene Wörter) genau voneinander unterschieden und daher leichter wiedererinnert werden. Eine äquivalente zeitliche Abgrenzung visueller Sprachinformationen konnte dementsprechend das Behalten und Erinnern fördern (Glenberg & Swanson, 1986). Daraus ergibt sich, daß ein Behaltensvorteil auditiver Sprachinformationen nicht primär aufgrund der Modalität begründet ist, sondern durch die Besonderheiten einer Präsentation in dieser Modalität.

Penney (1989) nimmt an, daß keine Informationsart generell einer anderen Informationsart überlegen ist. Sie geht davon aus, daß gehörte und gelesene Sprachinformationen in unterschiedlichen Gedächtnissystemen verarbeitet werden. Eine effiziente Speicherung der Informationen im Langzeitgedächtnis hängt von der Modalität und der Aufgabe ab. Je nachdem, ob die Aufgabe eine Elaboration der phonologischen oder visuellen Eigenschaften erfordert, wird die entsprechende Informationsart besser behalten und erinnert (Penney, 1989). Entsprechend der multimodalen Gedächtnistheorie von Engelkamp (1990) wird die modalitätsspezifische Information der unterschiedlichen Informationsarten in den visuellen und akustischen Wortmarken abgelegt. Je nach Aufgabe ist es denkbar, daß diese modalitätsspezifischen Wortmarken einen Vorteil beim Erinnern bieten.

Aus den Untersuchungen zur visuellen und auditiven Textpräsentation komplexen Materials (Abschnitt 1.4.2) weiß man, daß sich kein allgemeiner Überlegenheitseffekt einer Modalität ergeben hat. Lediglich im Bereich der Grundlagenforschung mit sehr einfachem Material konnte für auditive Sprachinformationen ein Vorteil gefunden werden. Die Theorie der zeitlichen Abgrenzung, welche von einer allgemeinen Überlegenheit auditiven Materials ausgeht, konnte ebenso für komplexes Lernmaterial nicht bestätigt werden. Demgegenüber zieht Penney (1989) weitere Faktoren heran, um Vorteile einer einmal visuellen und einmal auditiven

Präsentation zu erklären. Allgemein sprechen die Studien dafür, die Wirkung einer auditiven oder visuellen Textpräsentation entsprechend differenzierter in Abhängigkeit von anderen Variablen zu betrachten. Zu diesen Variablen gehören verschiedene Lernermerkmale, Eigenschaften des medialen Angebots, Lehrziele, die in der Situation ablaufenden Verarbeitungsprozesse und Nutzungsweisen.

Mousavi, Low und Sweller (1995) betrachten gesprochene und geschriebene Texte in Verbindung mit Bildern oder gemischt unicodal und argumentieren für den Einsatz von Audio. Nach Baddeley (1986, 1997) wird Sprachinformation in der artikulatorischen Wiederholungsschleife und Bildinformation im visuell-räumlichen Speicher relativ unabhängig voneinander verarbeitet, koordiniert und kontrolliert von einer zentralen Verarbeitungsinstanz. Werden visuelle Texte und Bilder präsentiert, so müssen Lernende gleichzeitig Bild- und Sprachinformationen im Gedächtnis behalten und diese Informationen integrieren, z.B. indem sie die im Text referierten Bildteile suchen müssen. Diese Prozesse belasten das Arbeitsgedächtnis enorm. Lernen kann nun dadurch erleichtert werden, indem diese Belastung gemindert wird. Mousavi et al. (1995) gehen davon aus, daß gesprochene Texte die Belastung des Arbeitsgedächtnisses reduzieren und damit seine Kapazitäten erweitern. Mit gesprochenen Texten können die Effekte einer geteilten Aufmerksamkeit abgeschwächt werden, da einige Prozesse wegfallen oder erleichtert werden. Darüber hinaus könnte die Menge an verarbeiteter Information von der Modalität der Präsentation abhängig sein. Gesprochene Sprache geht direkt in die artikulatorische Wiederholungsschleife, während geschriebene Sprache die Verarbeitung im visuell-räumlichen Speicher beeinträchtigt, da sie visuell vorliegt.

1.4.3.3 Begründungen für Vorteile einer bimodalen Präsentation

Die Gründe für den Einsatz einer bimodalen Präsentation scheinen für die Frage nach der Präsentation auditiver und visueller Texte interessanter zu sein, da sich momentan in gewisser Weise ein Behaltens- und Verstehensvorteil einer bimodalen Präsentation gegenüber einer unimodalen Darstellung abzeichnet.

Hartman (1961a) erklärt die Vorteile im Behalten und Verstehen einer bimodalen Sprachpräsentation durch eine Summierung von Hinweisreizen. Danach werden durch eine bimodale Präsentation mehr Kontextinformationen zur eigentlich semantischen Information abgespeichert als bei einer unimodalen Präsentation. Die Menge der Kontextinformationen bestimmt nun die Gedächtnisleistungen bzgl. der Informationen. Je mehr Kontextinformationen zu Informationen vorhanden sind, desto leichter können diese Informationen behalten und erinnert

werden. Die Nutzung der Kontextinformationen hängt dabei von der Schwierigkeit des Lernmaterials und diversen Lernereigenschaften ab.

Hsia (1968a, 1968b, 1977) zieht die Redundanz von Informationspräsentationen heran, um Unterschiede im Verstehen und Behalten von Informationen zu erklären. Er unterscheidet dabei zwischen Redundanz, welche sich innerhalb einer Sinnesmodalität oder zwischen Sinnesmodalitäten ergibt. Innerhalb einer Sinnesmodalität werden bzgl. Sprachinformationen z.B. dieselben Sachverhalte syntaktisch unterschiedlich dargestellt, zwischen Sinnesmodalitäten z.B. dieselben geschriebenen Sätze gesprochen dargeboten. Ein gewisses Maß an Redundanz ist für Hsia in jedem Kommunikationsakt notwendig, um Verständnisschwierigkeiten und Fehler in der Gedächtnisrepräsentation zu minimieren. Die bimodale Sprachdarbietung bietet Redundanz zwischen Sinnesmodalitäten, fördert somit das Verstehen der Informationen und sorgt für eine effektivere Encodierung im Langzeitgedächtnis.

Entsprechend der multimodalen Gedächtnistheorie von Engelkamp (1990) werden bei einer bimodalen Präsentation neben der semantischen Codierung sowohl modalitätsspezifische akustische und visuelle Wortmarken angelegt und aktiviert. Geht man davon aus, daß bei einer bimodalen Sprachdarbietung mehrere Wortmarken angelegt werden als bei einer unimodalen Darbietung und damit evtl. eine tiefere Verarbeitung einher geht, so sollte sich das in einer intensiveren Verarbeitung der Sprachinformationen, einer dauerhafteren Repräsentation im Langzeitgedächtnis und einem erleichterten Abruf der Informationen zeigen (Paechter, 1996; Weidenmann, 1997b). Nelson (1977) untermauert diese Annahmen. In seiner Untersuchung konnten bimodal präsentierte Begriffe besser behalten werden.

Eine weitere Argumentation für eine bimodale Präsentation von Sprachinformationen ergibt sich aus den einer auditiven Darbietung zugeschriebenen Aufmerksamkeitseffekten und den durch die visuellen Texte ausgeglichenen Nachteilen einer auditiven Präsentation. Da bisher auditive Texte als einzige Informationsart eine andere Modalität ansprechen, bietet ihre Verwendung eine Abwechslung zur herkömmlichen visuellen Präsentation der Lehrinhalte. Im Wechsel mit anderen Informationsarten beugen gesprochene Texte somit einer aufkommenen Monotonie und damit Langeweile, einer Überbeanspruchung einer Sinnesmodalität und dem Absinken der Aufmerksamkeit vor (Davies, Shackleton & Parasuraman, 1983). Aufmerksamkeit und Lernleistung werden somit aufrecht erhalten. Andererseits sinkt bei auditiven Angeboten die Aufmerksamkeit schneller ab und die Informationen sind schwerer zu verstehen. Daher sollte auf längere Darbietungen verzichtet werden (Grimm & Engelkamp,

1981). Außerdem kann nur in eingeschränktem Maße das eigene Lerntempo bestimmt werden. Diese Nachteile können durch eine bimodale Präsentation, indem zusätzlich visuelle Texte vorliegen, beseitigt werden. Die Lernenden haben wieder die Kontrolle über den Lernweg und können bestimmen, welchen Informationen Aufmerksamkeit zugewendet werden soll. Die Nachteile, welche sich aus der Dynamik der gesprochenen Sprache ergeben, können durch die Zeitunabhängigkeit der visuellen Texte beseitigt werden. So können die Vorteile von visuellen und auditiven Texten gemeinsam genutzt werden.

Salomon (1984) geht in seinem theoretischen Modell von einem Zusammenhang zwischen der Einstellung der Lernenden dem medialen Angebot gegenüber und der investierten mentalen Anstrengung in der Auseinandersetzung mit dem medialen Angebot aus. Demnach beeinflusst die investierte mentale Anstrengung den Lernerfolg. Je mehr Anstrengung erfolgt, desto größer ist der Lernerfolg. Die Anstrengung der Lernenden ist dabei umso kleiner, je geringer die Anforderungen des Lehrangebots eingeschätzt werden. In seiner Untersuchung konnte er diese Annahmen tendenziell bestätigen. Nimmt man an, daß multimediale Lernprogramme durch die Vielzahl der verwendeten Informationsarten (und die vor allem über Audio und Bewegtbilder vermittelte Realitätsnähe) als leichtes mediales Angebot erlebt wird, fällt die investierte Anstrengung entsprechend niedrig aus und der Lernerfolg bleibt mäßig.

Eine weitere Annahme spricht von einer hemmenden Wirkung multicodierter und multimodaler medialer Angebote, welche gleichzeitig viel Abwechslung bieten. Demnach soll eine intensive Verarbeitung der Informationen durch rasche Bildsequenzen, Spezialeffekte, Gleichzeitigkeit von Bild und Sprache usw. erschwert werden (Weidenmann, 1997b). Die Lernenden können das wechselhafte und vielfältige Angebot nur noch automatisch Encodieren (Friedman, 1979). Dazu existieren Ergebnisse, daß einfaches Lernmaterial intensiver verarbeitet und besser erinnert wird und es bei sehr komplexem Material immer wieder zu überlastungsbedingten Verarbeitungsunterbrechungen kommt (Weidenmann, 1997b).

1.4.4 Zum Einsatz auditiver und visueller Texte

In vielen multimedialen Anwendungen wird gesprochene Sprache verwendet und unterschiedlich eingesetzt. Paechter (1996) stellt fest, daß weitgehend Begründungen und fundierte Einsatzkonzepte fehlen und insgesamt ein großer Forschungsbedarf bzgl. auditiver und visueller Sprachinformation in Lernprogrammen besteht. Als besondere Forderungen an die zukünftige Forschung stellt sie die folgenden Aspekte heraus:

(1) Der Einsatz auditiver und visueller Sprachinformationen und insgesamt die didaktische Gestaltung von Lernprogrammen soll an einem Unterrichtsmodell ausgerichtet sein. In den bisherigen Untersuchungen wurde z.B. der didaktisch begründete Einsatz von auditiven und visuellen Texten eher vernachlässigt. Es ist aber anzunehmen, daß sich die Strukturierung und Aufbereitung der Inhalte auf die Verarbeitung der Informationsarten und das Verstehen der Informationen auswirken. Darüber hinaus kann man davon ausgehen, daß die Komplexität und Schwierigkeit der Lehrinhalte durch die didaktische Aufbereitung und Strukturierung beeinflusst wird. Wie man aus den widersprüchlichen Ergebnissen zwischen der Grundlagenforschung mit einfachem Lernmaterial und der angewandten Forschung mit komplexerem Material ersehen kann, scheint eben die Komplexität und Schwierigkeit des Lernmaterials die Effekte zu beeinflussen. Zusätzlich birgt der Übergang von einfachen Wort- und Zahlenlisten zu einfachen oder komplexeren Sachverhalten, Fähigkeiten und Fertigkeiten auch eine zusätzliche Qualität der Inhaltsaufbereitung und -präsentation.

(2) In zukünftigen Studien sollten die Informationsarten durchvariiert werden und ein Wechsel zwischen ihnen bestehen. Bisher wurde in den meisten Studien eine Informationsart angeboten. Alle Inhalte wurden entweder visuell, auditiv oder audio-visuell dargeboten. Erst in neueren Untersuchungen (Paechter, 1996) geht man dazu über, das Lernmaterial durch diverse Informationsarten didaktisch begründet zu strukturieren.

(3) In weiteren Untersuchungen ist es von Nöten, die Studien auf relativ umfangreiche Programme und damit längere Lernzeiten auszuweiten. Bisher wurden zumeist relativ kurze Lernprogramme eingesetzt. Daher eröffnet sich die Frage, ob und wie sich die diversen Informationsarten auf einen längeren Lernprozeß auswirken und ob sie bei kurzen Lernprogrammen überhaupt zum Tragen kommen.

(4) In Zukunft müssen die spezifischen Nutzungsangebote auf Seiten der Lernprogramme und die genutzten Möglichkeiten auf Seiten der Lernenden besser untersucht werden, damit geklärt werden kann, was Lernende mit einem Programm sinnvollerweise tun können sollen, damit sie mit den Programmen und Informationsarten effektiv lernen können. Eine bestimmte Nutzungsart könnte mögliche Nachteile einer Informationsart ausgleichen, indem z.B. durch eine beliebige Wiederholbarkeit einer Sprachaufnahme die Verarbeitung verbessert werden kann oder durch das zusätzliche Lesen eines visuellen Textes die noch bestehenden Unklarheiten beseitigt werden.

2 Fragestellung und Hypothesen

Multimedia zieht seit einigen Jahren die Aufmerksamkeit von Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Bildung auf sich. Im Zuge der sich durch multimediale Technologie bietenden Möglichkeiten begegnet man in der psychologischen Forschung dem Lernen und Lehren mit dem Computer wieder mit steigendem Interesse (Dörr & Jüngst, 1998; Klimsa & Issing, 1997; Petersen & Reinert, 1994). Angesichts der technischen Möglichkeiten von heute sind allerdings die Kenntnisse bzgl. des Lernens und Lehrens mit multimedialen Systemen nicht sehr ausgeprägt. Auf Erkenntnissen aus der älteren Literatur läßt sich zwar aufbauen, die Möglichkeiten zur Gestaltung und Nutzung von Lernsoftware haben sich aber drastisch erweitert, so daß viele Fragen offen stehen. Auch wird von verschiedenen Seiten angezweifelt, ob Erkenntnisse zu anderen Medien, wie z.B. Film, Fernsehen und Hörfunk, einfach auf das Lernen mit Computern übertragen werden können. So stellt sich das Lernen mit Computern als ein offenes Forschungsfeld dar, das trotz vorhandenen Wissens weitgehend unkultiviert ist. Vor allem den Aspekten Multikodierung und Multimodalität als Eigenschaften multimedialer Programme werden auf naive Weise lernfördernde Wirkungen zugeschrieben, genauso wie der gesteigerten Interaktivität dieser Programme (Weidenmann, 1997b). Nicht unbegründet wird deshalb von Weidenmann (1997b) eine reflektiertere Betrachtung und differenziertere Analyse gefordert.

Bilder spielen beim multimedialen Lernen und Lehren eine wesentliche Rolle. Kein Programm wird auf diese attraktive Informationsart verzichten. Von Bildern wird dabei erwartet, daß sie motivationale und kognitive Funktionen im Lernprozeß erfüllen. Interaktivität und Multimodalität sollen in Verbindung mit Bildern die Informationsverarbeitung beeinflussen. Über eine interaktive Nutzung von Bildern verspricht man sich eine Förderung der Bildverarbeitung und infolgedessen auch eine allgemeine Förderung des Lernens (Ballstaedt, 1997). Mit Informationsangeboten für mehrere Sinnesmodalitäten erhofft man sich entsprechend ein höheres und stetiges Aufmerksamkeitsniveau mit einer Entlastung der Verarbeitungskapazitäten. In Kombination mit Bildern können gesprochene Texte vermutlich auch zu einer Verbesserung der Bildverarbeitung beitragen. Ziel dieser Studie ist es daher, die Auswirkungen von gesprochener Sprache und Interaktivität über Bilder auf Verarbeitungsprozesse und Lernergebnisse in Abhängigkeit von verschiedenen Persönlichkeitsmerkmalen zu untersuchen. Dabei steht besonders die Bildverarbeitung im Blickpunkt des Interesses.

Die allgemeinen Fragestellungen dieser Untersuchung beziehen sich auf Interaktivität und Multimodalität bei multimedialen Lernprogrammen. Im besonderen liegen dieser Untersuchung folgende Fragen zugrunde:

1. Allgemeine Fragestellungen bzgl. Interaktivität

- Werden beim Lernen mit Computerprogrammen, in denen dasselbe Ausmaß an Interaktivität auf unterschiedliche Weise realisiert ist, auch unterschiedliche Lernstrategien bzgl. des Computers und der Bilder eingesetzt?
- Ergeben sich aus unterschiedlichen qualitativen Umsetzungen von Interaktionsangeboten unterschiedliche Lernleistungen?
- Wie wirken sich unterschiedliche Interaktionsqualitäten auf Motivation und Einstellung der Lernenden aus?
- Wie beeinflussen Lernermerkmale Lernstrategien und -erfolg der Lernenden?

2. Allgemeine Fragestellungen bzgl. Multimodalität

- Werden beim Lernen mit Computerprogrammen, in denen unterschiedliche sprachliche Informationsangebote integriert sind, auch unterschiedliche Lernstrategien bzgl. des Computers und der Bilder eingesetzt?
- Wie wirken sich unterschiedliche sprachliche Informationsangebote auf angewandte Lernstrategien bzgl. des Computers und der Bilder aus?
- Wie wirken sich unterschiedliche sprachliche Informationsangebote auf Motivation und Einstellung der Lernenden aus?
- Wie beeinflussen Lernermerkmale Lernstrategien und -erfolg der Lernenden?

3. Allgemeine Fragestellungen bzgl. Interaktivität und Multimodalität

- Gibt es Wechselwirkungen zwischen Interaktivität und Multimodalität bzgl. Lernstrategien, Lernerfolg, Motivation und Einstellung und welche Rolle spielen dabei Lernermerkmale?
- Wie hängen die eingesetzten Lernstrategien bzgl. Computer und Bilder mit der Lernleistung zusammen?

Aufgrund der in Kapitel 1 aufgeführten theoretischen Konzeptionen und empirischen Ergebnisse können aus den allgemeinen Fragestellungen konkrete Hypothesen abgeleitet werden. Im folgenden werden die in dieser Untersuchung maßgebenden Hypothesen vorgestellt. Das Interesse richtet sich besonders auf Lernleistungen und Lernstrategien. Der Untersuchung liegen vier Lernprogrammversionen zugrunde, welche zum besseren Verständnis der Hypothesen

kurz charakterisiert werden. In den einzelnen Programmen erfolgt (1) der Abruf auditiver und visueller Texte über Bilder, (2) der Abruf visueller Texte über Bilder, (3) der Abruf auditiver und visueller Texte über Verzeichnisse und (4) der Abruf visueller Texte über Verzeichnisse.

Hypothesen bzgl. der Lernleistungen

Es wird davon ausgegangen, daß sich die unterschiedliche Gestaltung von Lernprogrammen bzgl. Interaktivität und der sprachlichen Informationsarten auf die Lernleistung auswirkt. Die Hypothesen 1 - 3 konkretisieren diese Aussage.

Hypothese 1: Probanden, welche mit visuellen und auditiven Texten lernen, erzielen im Wissenstest bessere Leistungen als Lernende, welche nur mit visuellen Texten lernen.

Hypothese 2: Probanden, welche Informationen über Bilder abrufen, erzielen im Wissenstest bessere Leistungen als Lernende, welche Informationen über ein Verzeichnis anfordern.

Weiter wird eine Wechselwirkung zwischen den vorhandenen sprachlichen Informationsarten und den Interaktionsqualitäten bzgl. der Lernleistungen vermutet.

Hypothese 3: Probanden, welche über Bilder visuelle und auditive Texte abrufen, erzielen im Wissenstest bessere Leistungen als Lernende, welche über ein Verzeichnis hauptsächlich visuelle Texte anfordern. Versuchspersonen, welche mit den verbleibenden Programmversionen lernen, liegen in ihren Leistungen dazwischen.

Die Leistungen beim Lernen mit den verschiedenen Programmversionen hängen darüber hinaus von Merkmalen der Probanden ab. Verschiedene kognitive und motivationale Faktoren bieten sich hier an. Für diese Untersuchung werden Vorwissen, Erfahrung im Umgang mit Computern, thematisches Interesse und Interesse am Studienfach herausgegriffen. Die Hypothesen 4 - 7 spiegeln die Erwartungen wider.

Hypothese 4: Versuchspersonen mit Vorwissen in bezug auf die Inhalte der Lernprogramme zeigen in den vier Lernprogrammen bessere Leistungen im Wissenstest als Versuchspersonen ohne Vorwissen.

Hypothese 5: Versuchspersonen mit thematischem Interesse in bezug auf die Inhalte des Lernprogramms zeigen in den vier Lernprogrammen bessere Leistungen im Wissenstest als Versuchspersonen ohne Interesse.

Hypothese 6: Versuchspersonen mit Computervorerfahrung zeigen in den vier Lernprogrammen bessere Leistungen im Wissenstest als Versuchspersonen ohne Computervorerfahrung.

Hypothese 7: Versuchspersonen mit Interesse am Studienfach zeigen in den vier Lernprogrammen bessere Leistungen im Wissenstest als Versuchspersonen ohne Interesse am Studienfach.

Lernstrategien beziehen sich über die Eingangsbedingungen wie Merkmale der Probanden oder des medialen Angebotes hinaus direkt auf den Lernprozeß. Die Verarbeitungsleistungen der Versuchspersonen bestimmen letztendlich, wie gut gelernt wird. Dabei können einige Lernstrategien in besonderem Zusammenhang mit der Lernleistung stehen, andere Strategien dagegen wenig Einfluß ausüben.

Hypothese 8: Die Lernleistungen der Probanden hängen von den eingesetzten computerbezogenen Lernstrategien ab.

Hypothese 9: Die Lernleistungen der Probanden hängen von den eingesetzten Bildverarbeitungsstrategien ab.

Im besonderen kann man annehmen, daß verschiedene Lernprogramme unterschiedliche Anforderungen an die Verarbeitungsleistungen der Lernenden stellen und deshalb einzelne Lernstrategien sich gegenüber anderen Strategien als adäquater für ein erfolgreiches Lernen herausstellen. Dieser These entspringen die Hypothesen 10 und 11.

Hypothese 10: Die Lernleistungen der Probanden hängen mit unterschiedlichen computerbezogenen Lernstrategien zusammen, je nachdem, mit welcher Lernprogrammversion gelernt wird.

Hypothese 11: Die Lernleistungen der Probanden hängen mit unterschiedlichen Bildverarbeitungsstrategien zusammen, je nachdem, mit welcher Lernprogrammversion gelernt wird.

Ebenso kann vermutet werden, daß Lernleistungen mit der beobachtbaren Nutzung eines Computerprogramms zusammenhängen. Im Lernprozeß mit dem Computer können konkrete Verhaltensdaten vom Computer selbst registriert und protokolliert werden. Diese beobachtbaren Verhaltensakte sind zum Teil Ergebnisse von Verarbeitungsprozessen der Lernenden. Eine unterschiedliche Nutzung kann mit unterschiedlichen Leistungen einhergehen. In dieser Untersuchung wird davon ausgegangen, daß Zusammenhänge zwischen der beobachtbaren Nut-

zung der Lernprogramme und den Lernleistungen existieren. Als Nutzungsdaten liegen Dauer und Aufrufhäufigkeiten einzelner Programmteile vor.

Hypothese 12: Die Lernleistungen der Probanden hängen mit unterschiedlichen Programm-nutzungen zusammen.

Hypothesen bzgl. Bildverarbeitungsstrategien und Lernstrategien

Die unterschiedlichen Navigationsmöglichkeiten in den Lernprogrammen und die Verwendung von visuellen und/oder auditiven Texten könnten bei den Versuchspersonen unterschiedliche bild- und computerbezogene Lernstrategien induzieren. Folgend werden zunächst die Hypothesen 13 - 18 für die bildbezogenen Lernstrategien angeführt.

Hypothese 13: Probanden, welche mit visuellen und auditiven Texten lernen, setzen andere bildbezogene Lernstrategien ein als Probanden, welche nur mit visuellen Texten lernen.

Hypothese 14: Probanden, welche Informationen über Bilder abrufen, setzen andere bildbezogene Lernstrategien ein als Lernende, welche Informationen über ein Verzeichnis anfordern.

Des weiteren wird eine Wechselwirkung zwischen den vorhandenen sprachlichen Informationsarten und den Interaktionsqualitäten bzgl. der Bildverarbeitungsstrategien vermutet.

Hypothese 15: Probanden, welche über Bilder visuelle und auditive Texte abrufen, setzen vermehrt bildbezogene Lernstrategien ein als Lernende, welche über ein Verzeichnis hauptsächlich visuelle Texte anfordern. Versuchspersonen, welche mit den verbleibenden Programmversionen lernen, zeigen ein mittleres Maß an Strategieeinsatz.

Die eingesetzten Lernstrategien in den verschiedenen Programmversionen hängen vermutlich vom Vorwissen, von der Erfahrung im Umgang mit Computern und vom thematischen Interesse der Probanden ab. Entsprechend sind die Hypothesen 16, 17 und 18 formuliert.

Hypothese 16: Versuchspersonen mit Vorwissen in bezug auf die Inhalte der Lernprogramme setzen in den vier Lernprogrammen andere bildbezogene Lernstrategien ein als Versuchspersonen ohne Vorwissen.

Hypothese 17: Versuchspersonen mit thematischem Interesse in bezug auf die Inhalte des Lernprogramms setzen in den vier Lernprogrammen andere bildbezogene Lernstrategien ein als Versuchspersonen ohne Interesse.

Hypothese 18: Versuchspersonen mit Computervorerfahrung setzen in den vier Lernprogrammen andere bildbezogene Lernstrategien ein als Versuchspersonen ohne Computervorerfahrung.

Analog zu den Hypothesen 13 - 18 zu den bildbezogenen Lernstrategien ergeben sich bezüglich der computerbezogenen Lernstrategien die Hypothesen 19 - 24.

Hypothese 19: Probanden, welche mit visuellen und auditiven Texten lernen, setzen andere computerbezogene Lernstrategien ein als Probanden, welche nur mit visuellen Texten lernen.

Hypothese 20: Probanden, welche Informationen über Bilder abrufen, setzen andere computerbezogene Lernstrategien ein als Lernende, welche Informationen über ein Verzeichnis anfordern.

Hypothese 21: Probanden, welche über Bilder visuelle und auditive Texte abrufen, setzen vermehrt computerbezogene Lernstrategien ein als Lernende, welche über ein Verzeichnis hauptsächlich visuelle Texte anfordern. Versuchspersonen, welche mit den verbleibenden Programmversionen lernen, zeigen ein mittleres Maß an Strategieeinsatz.

Hypothese 22: Versuchspersonen mit Vorwissen in bezug auf die Inhalte der Lernprogramme setzen in den vier Lernprogrammen andere computerbezogene Lernstrategien ein als Versuchspersonen ohne Vorwissen.

Hypothese 23: Versuchspersonen mit thematischem Interesse in bezug auf die Inhalte des Lernprogramms setzen in den vier Lernprogrammen andere computerbezogene Lernstrategien ein als Versuchspersonen ohne Interesse.

Hypothese 24: Versuchspersonen mit Computervorerfahrung setzen in den vier Lernprogrammen andere computerbezogene Lernstrategien ein als Versuchspersonen ohne Computervorerfahrung.

Hypothesen bzgl. der Benutzeraktivitäten

Es ist plausibel anzunehmen, daß die Programmnutzung von den Interaktionsmöglichkeiten und vorhandenen Informationsarten abhängt. Die Aufrufhäufigkeit einzelner Programmteile und die Verweildauer in den Programmteilen könnte z.B. davon abhängen, wie gut eine gesprochene Information aufgenommen und verarbeitet wird oder wieviel und wie lange Verarbeitungskapazitäten für das Auffinden von Informationseinheiten benötigt werden. Die folgenden drei Hypothesen umfassen diesen Bereich.

Hypothese 25: Die Dauer und die Aufrufhäufigkeiten einzelner Programmteile von Probanden unterscheiden sich zwischen den Programmen mit visuellen und auditiven Texten und den Programmen mit hauptsächlich visuellen Texten.

Hypothese 26: Die Dauer und die Aufrufhäufigkeiten einzelner Programmteile von Probanden unterscheiden sich zwischen den Programmen mit Navigation über Bilder und den Programmen mit Navigation über Verzeichnisse.

Hypothese 27: Probanden, welche über Bilder visuelle und auditive Texte abfragen, unterscheiden sich im Abruf einzelner Programmteile und ihrer Verweildauer in den Programmteilen am größten von Lernenden, welche über ein Verzeichnis hauptsächlich visuelle Texte anfordern. Versuchspersonen, welche mit den verbleibenden Programmversionen lernen, weisen Abrufdauern und Häufigkeiten im dazwischenliegenden Bereich auf.

Die Nutzung der verschiedenen Programmversionen hängt möglicherweise vom Vorwissen, von der Erfahrung im Umgang mit Computern und vom thematischen Interesse der Probanden ab. Aufgrund dessen wurden die Hypothesen 28 - 30 formuliert.

Hypothese 28: Versuchspersonen mit Vorwissen in bezug auf die Inhalte der Lernprogramme unterscheiden sich in der Dauer und den Aufrufhäufigkeiten einzelner Programmteile von Versuchspersonen ohne Vorwissen.

Hypothese 29: Versuchspersonen mit thematischem Interesse in bezug auf die Inhalte des Lernprogramms unterscheiden sich in der Dauer und den Aufrufhäufigkeiten einzelner Programmteile von Versuchspersonen ohne Interesse.

Hypothese 30: Versuchspersonen mit Computervorerfahrung unterscheiden sich in den Dauern und Aufrufhäufigkeiten einzelner Programmteile von Versuchspersonen ohne Computervorerfahrung.

Hypothesen bzgl. der motivationalen Anregung und der allgemeinen Akzeptanz

Allgemein wird multimedialen Lernprogrammen durch den hohen Grad an Interaktivität und dem Potential, verschiedene Sinnesmodalitäten ansprechen zu können, ein hoher Anregungsgehalt zugeschrieben und es wird erwartet, daß die Benutzer diesen Programmen hohe Akzeptanz entgegenbringen. Ob diese Vermutung für die Programme dieser Untersuchung richtig ist, soll mit den Hypothesen 31 - 33 für die motivationale Anregung und mit den Hypothesen 34 - 36 für die allgemeine Akzeptanz geprüft werden.

Hypothese 31: Den Programmen, in denen die Lernenden Informationen über Bilder abrufen, wird mehr motivationale Anregung zugesprochen als den Programmen, in denen über Verzeichnisse navigiert wird.

Hypothese 32: Die Lernprogramme mit gesprochenen Texten werden als motivational anregender bewertet als die Lernprogramme ohne gesprochene Texte.

Weiter wird eine Wechselwirkung zwischen den vorhandenen sprachlichen Informationsarten und den Interaktionsqualitäten bzgl. der motivationalen Anregung vermutet.

Hypothese 33: Probanden finden das Programm am anregendsten, in welchem über Bilder visuelle und auditive Texte abgerufen werden können. Am schlechtesten wird das Programm bewertet, in welchem Lernende hauptsächlich visuelle Texte über ein Verzeichnis anfordern. Die verbleibenden Programmversionen liegen in ihrer Bewertung dazwischen.

Analog zu den Hypothesen 31-33 zur motivationalen Anregung ergeben sich bezüglich der Akzeptanz der Lernprogramme die Hypothesen 34-36.

Hypothese 34: Den Programmen, in denen die Lernenden Informationen über Bilder abrufen, wird mehr Akzeptanz zugesprochen als den Programmen, in denen über Verzeichnisse navigiert wird.

Hypothese 35: Die Lernprogramme mit gesprochenen Texten werden mehr akzeptiert als die Lernprogramme ohne gesprochene Texte.

Hypothese 36: Probanden bringen dem Programm mehr Akzeptanz entgegen, in welchem über Bilder visuelle und auditive Texte abgerufen werden können. Am wenigsten wird das Programm akzeptiert, in welchem über ein Verzeichnis hauptsächlich visuelle Texte angefordert werden. Die verbleibenden Programmversionen liegen in ihrer Bewertung dazwischen.

Im folgenden Kapitel wird die Methode zur Prüfung dieser Hypothesen dargestellt.

3 Methode

In diesem Abschnitt wird das Vorgehen zur Untersuchung der Fragestellung und Hypothesen erläutert. Nach der Beschreibung der Stichprobe wird auf die Versuchsdurchführung mit ihrem Ablauf eingegangen. Daran schließt sich die Beschreibung der Erhebungsverfahren und der Lernmaterialien an. Zum Abschluß werden der Ablauf der Analyse vorgestellt und die eingesetzten statistischen Methoden angeführt.

3.1 Stichprobe

An der Untersuchung nahmen 71 Versuchspersonen teil, 27 Männer und 44 Frauen. Die Altersspanne erstreckte sich von 19 bis 37 Jahre. Im Durchschnitt waren die Probanden 24.41 Jahre alt. Der Großteil der Stichprobe setzt sich aus Studenten der Psychologie zusammen (77.46 %). Weitere Studienrichtungen sind Pädagogik (8.45 %), Lehramt (4.23 %) und Informations-, Kunstwissenschaften, Wirtschaftsinformatik, Philosophie, Germanistik, Slavistik (9.86 %). Die Semesterzahl variierte von einem bis zu vierzehn Semestern. 29.58 % der Versuchspersonen haben bereits eine abgeschlossene Berufsausbildung. Fünf Probanden waren Studenten der Universität Regensburg und sind nun berufstätig.

Tabelle 3.1: Beschreibung der Stichprobe

Stichprobenbeschreibung		
Variablen	N	%
Geschlecht		
weiblich	44	61.97
männlich	27	38.03
Studienfach		
Psychologie (Diplom)	55	77.46
Lehramt	3	4.23
Pädagogik	6	8.45
Sonstiges	7	9.86
Abgeschlossene Berufsausbildung		
Ja	21	29.58
Nein	50	70.42

3.2 Versuchsdurchführung

Zum Testen der Hypothesen werden vier Untersuchungsgruppen gegenübergestellt, von denen jede ein eigenes Lernprogramm bekommt. Die Programme unterscheiden sich darin, wie der Informationsabruf funktioniert und ob gesprochener Text eingesetzt wird. Die Untersuchung teilt sich in drei Blöcke auf. Einen Überblick über den Ablauf der Untersuchung gibt die folgende Abbildung 3.1.

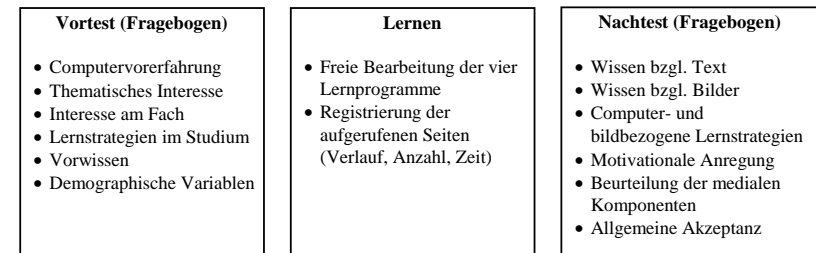


Abbildung 3.1: Überblick über den Ablauf der Untersuchung

Zuerst füllten die Versuchspersonen in einer eigenen Sitzung ca. 20 bis 25 Minuten lang einen Vorfragebogen aus, welcher verschiedene Merkmale der Versuchspersonen erfaßte (Vorwissen, Computervorerfahrung, Interesse am Studienfach, thematisches Interesse, Lernstrategien im Studium, demographische Variablen). Anhand der Merkmalsausprägungen wurde dann die Zuweisung zu einer der vier Versuchsbedingung vorgenommen. Die Versuchsgruppen wurden nach Geschlecht, Vorwissen, Computervorerfahrung, Interesse am Studienfach, thematischem Interesse und Studienfach (Psychologie vs. nicht Psychologie) parallelisiert. Der Nachweis für eine gelungene Parallelisierung ist statistisch abgesichert. Die Mittelwerte der Merkmale in den vier Untersuchungsgruppen wurden auf Gleichheit getestet. Aufgrund der Ergebnisse können die Mittelwerte als gleich angesehen werden (siehe Tabelle 3.2). In Tabelle 3.3 sind die absoluten Verteilungen der Geschlechter und Studiengänge auf die vier Programmversionen angegeben.

In der zweiten Sitzung lernten die Versuchspersonen die Inhalte der Programme. Dazu erhielten sie zu Beginn der Sitzung eine genaue Beschreibung zur Bedienung der zugeteilten Programmversion. Der Versuchsleiter erkundigte sich nach dem Durchlesen der Bedienungsanleitung, ob noch offene Fragen zum Programm existieren. Danach wurden die Versuchspersonen in ihre Aufgabe eingewiesen und genauer instruiert (siehe Anhang G). Nachdem keine

Fragen mehr bestanden, verließ der Versuchsleiter den Raum und die Probanden konnten sich ungestört mit dem Programm auseinandersetzen.

Direkt im Anschluß an die Lernphase füllten die Versuchspersonen den abschließenden Fragebogen aus. Darin beurteilten sie die eingesetzten Informationsarten, die Akzeptanz und motivationale Anregung des Programms und gaben Auskunft über die eingesetzten Lernstrategien bzgl. des Programms und der Bilder. Der letzte Teil des Fragebogens bestand aus einem Wissenstest. Die Beantwortung des Fragebogens dauerte in etwa 45 bis 60 Minuten.

Tabelle 3.2: Überprüfung des Erfolgs der Parallelisierung. Mittelwertsvergleich der Merkmale Vorwissen, Computervorerfahrung, thematisches Interesse und Interesse am Studienfach zwischen den vier Lernprogrammversionen

Variablen	Verz		Bild		Verz/Audio		Bild/Audio		p
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
Vorwissen	11.65	7.47	12.11	6.27	12.06	6.28	11.94	4.75	> .20
Computervorerfahrung	29.82	4.97	30.00	4.91	30.11	5.12	30.22	4.58	> .20
thematisches Interesse	20.12	2.50	20.00	3.51	20.39	2.33	20.50	2.71	> .20
Interesse am Studienfach	66.71	9.23	68.29	9.62	67.28	9.61	66.78	10.56	> .20

Tabelle 3.3: Verteilung der Probanden bzgl. Studiengänge und Geschlecht auf die vier Programmversionen

	Studiengänge				Geschlecht		n
	Psychologie	Pädagogik	Lehramt	Sonstiges	weiblich	männlich	
Verz	13	1	2	1	10	7	17
Bild	14	1	1	2	12	6	18
Verz/Audio	14	0	2	2	11	7	18
Bild/Audio	14	1	1	2	11	7	18
n	55	3	6	7	44	27	71

Die Lerngruppen wurden bzgl. der Lernstrategien im Studium nicht parallelisiert. Trotzdem werden sie in diesen Lernermerkmalen verglichen, damit bei der Interpretation der Ergebnisse die potentiellen Einflüsse dieser Merkmale unberücksichtigt bleiben können. Die Mittelwerte der Lernstrategien im Studium in den einzelnen Gruppen können als gleich betrachtet werden (siehe Tabelle 3.4).

Tabelle 3.4: Mittelwertsvergleich der Lernstrategien im Studium zwischen den vier Lernprogrammversionen

Variablen	Verz		Bild		Verz/Audio		Bild/Audio		p
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
Organisation	28.59	5.41	29.50	7.63	29.83	6.56	28.56	5.18	> .20
Zusammenhänge	30.12	3.46	30.72	5.43	31.67	2.66	29.83	5.15	> .20
Kritisches Prüfen	24.53	3.41	24.67	5.93	24.83	4.05	24.06	6.90	> .20
Wiederholen	20.24	4.96	22.06	5.86	21.67	6.56	21.56	5.72	> .20
Metakog. Strategien	39.76	6.27	38.17	8.28	37.83	6.69	39.56	6.29	> .20
Anstrengung	28.92	3.61	28.78	4.55	26.39	4.63	27.07	5.31	> .20
Aufmerksamkeit	17.41	3.78	16.78	4.56	15.39	5.14	16.28	4.61	> .20

3.3 Erhebungsverfahren

Im Untersuchungsablauf werden die Variablen in drei Meßperioden aufgezeichnet. Entsprechend dem Ablauf werden die eingesetzten Verfahren folgend besprochen. Zuerst wird der Vorfragebogen näher betrachtet, welcher abgetrennt von der Lernsitzung vorgegeben wurde und hauptsächlich zur Parallelisierung der Gruppen dient. Im Anschluß wird aufgeführt, welche Aufzeichnungen der Computer während der Lernphasen durchführte und welche Maße daraus entnommen wurden. Zuletzt werden die verschiedenen Teile des Nachfragebogens erklärt, welcher direkt nach der Lernsitzung ausgefüllt wurde und wichtige abhängige Variablen erfaßt.

3.3.1 Der Vorfragebogen

Im Vorfragebogen werden neben den demographischen Variablen die Merkmale der Lernenden erhoben, von denen angenommen wird, daß sie den Lernprozeß mit dem Computer beeinflussen. Dazu gehören Computervorerfahrung, thematisches Interesse, Interesse am Studienfach und Vorwissen. Die Ausprägungen dieser Variablen und das Geschlecht wurden zur Parallelisierung der Probanden für die Untersuchung benutzt. Zusätzlich wurden Lernstrategien im Studium erfaßt. Bei allen Verfahren bis auf den Vorwissenstest wurde auf bereits in anderen Untersuchungen erprobte Skalen oder standardisierte Verfahren zurückgegriffen. Einen Überblick der Skalen und Verfahren gibt Tabelle 3.5. Der ganze Fragebogen ist in Anhang A wiedergegeben. Die Itemanalysen der Skalen finden sich in Anhang C.

Tabelle 3.5: Überblick über die im Vortest erfaßten Variablen und die Anzahl der Items

Im Vortest erfaßte Variablen			
Variablen	Items	Variablen	Items
Computervorerfahrung	8	Lernstrategien	56
Thematisches Interesse	5	Vorwissen	22
Studieninteresse	18	Demographische Daten	5

Computervorerfahrung

Die Skala Computervorerfahrung wurde aus der Untersuchung von Eiwan (1998) entnommen. Diese Skala mißt die Erfahrung, welche die Lernenden allgemein im Umgang mit Computern haben und inwieweit Computer genutzt werden. Den Probanden wurden acht Aussagen vorgelegt, deren Zutreffen auf einer fünfstufigen Skala (trifft gar nicht zu, trifft kaum zu, trifft etwas zu, trifft ziemlich zu, trifft völlig zu) eingeschätzt werden sollte. Beispiele für diese Aussagen sind "Ich halte den Computer für ein sehr brauchbares und nützliches Instrument" oder "Meine Referate und sonstige Sachen schreibe ich am liebsten am Computer". Die Skalenskennwerte von Eiwan (1998) und aus dieser Untersuchung sind in Tabelle 3.6 angegeben. Insgesamt sind die Werte zufriedenstellend.

Tabelle 3.6: Kennwerte der Skala *Computervorerfahrung* aus Eiwan (1998) und dieser Untersuchung

Skala <i>Computervorerfahrung</i>						
	Items	M	SD	r_{tt}	Schiefe	Exzeß
Eiwan (1998)	8	29.33	4.86	.79	-.48	.17
diese Studie	8	30.04	4.79	.78	-.77	.46

Thematisches Interesse

Zur Erfassung des Interesses an den Inhalten der Lernprogramme wurde eine aus fünf Items bestehende Skala von Lewalter (1997b) übernommen. Diese Skala beruht auf einer leicht veränderten Fassung einer Skala von Schiefele (1990). Im theoretischen Hintergrund wird angenommen, daß Interesse emotionale und wertbezogene Komponenten umfaßt (Lewalter, 1997b). Die Items *anregend*, *langweilig* und *interessant* spiegeln die emotionale Komponente wieder, *bedeutsam* und *unwichtig* die wertbezogene Komponente. Den Probanden wurde eine Aussage vorgegeben, welche mit diesen Items abgeschlossen werden soll: Für mich persönlich ist die Bearbeitung eines Lernprogramms zu diesem Thema *anregend*, *langweilig*, *inter-*

essant, *bedeutsam*, *unwichtig*. Diese Aussage sollte dann auf einer erweiterten fünfstufigen Skala (trifft gar nicht zu, trifft kaum zu, trifft etwas zu, trifft ziemlich zu, trifft völlig zu) eingeschätzt werden. Damit diese Einschätzung auch gut gelingt, wurde dieser Prozedur eine kurze Beschreibung der Inhalte der Lernprogramme vorangestellt. Lewalter (1997b) verwendete in ihrer Untersuchung eine vierstufige Einschätzungsskala (stimmt überhaupt nicht, stimmt ein wenig, stimmt ziemlich, stimmt sehr). Die Kennwerte der Skala *thematisches Interesse* sind insgesamt zufriedenstellend.

Tabelle 3.7: Kennwerte der Skala *thematisches Interesse* aus Lewalter (1997b) und dieser Untersuchung. Für die Skala von Lewalter (1997b) lag eine vierstufige Einschätzungsskala vor, in dieser Untersuchung eine fünfstufige Skala

Skala <i>Thematisches Interesse</i>						
	Items	M	SD	r_{tt}	Schiefe	Exzeß
Lewalter (1997b)	5	14.05	2.95	.81	--	--
diese Studie	5	20.25	2.75	.76	-.73	1.92

Interesse am Studienfach

Das allgemeine Studieninteresse wurde mit dem überarbeiteten Fragebogen zum Studieninteresse nach Schiefele, Krapp, Wild und Winteler (1992, 1993) erfaßt. 18 Items messen das Studieninteresse als eindimensionales Konstrukt. Die 4-stufige Antwortvorgabe des Originals wurde wie bei Eiwan (1998) in eine fünfstufige (trifft gar nicht zu, trifft kaum zu, trifft etwas zu, trifft ziemlich zu, trifft völlig zu) abgewandelt, um die Antwortvorgabe im Vorfragebogen zu vereinheitlichen. Beispiele für Items sind "Ich bin mir sicher, das Fach gewählt zu haben, welches meinen persönlichen Neigungen entspricht" oder "Wenn ich ehrlich sein soll, ist mir mein Studienfach manchmal eher gleichgültig". Die Skalenskennwerte von Eiwan (1998) und aus dieser Untersuchung sind in Tabelle 3.8 angegeben. Insgesamt sind die Werte zufriedenstellend.

Tabelle 3.8: Kennwerte der Skala *Studieninteresse* aus Eiwan (1998) und dieser Untersuchung

Skala <i>Studieninteresse</i>						
	Items	M	SD	r_{tt}	Schiefe	Exzeß
Eiwan (1998)	18	66.33	8.55	.83	-.41	-.32
diese Studie	18	67.27	9.59	.87	-.13	-.73

Lernstrategien

Zur Erfassung der Lernstrategien wurde der Fragebogen "Lernstrategien im Studium - LIST" nach Wild und Schiefele (1994) in Auszügen verwendet. Der Originalfragebogen besteht aus 10 Einzelskalen zu insgesamt 77 Items. Die Lernstrategien lassen sich in drei Bereiche ordnen: metakognitive, kognitive und ressourcenbezogene Lernstrategien. Zu den Skalen der kognitiven Lernstrategien gehören die Skala *Organisation* (8 Items), *Zusammenhänge herstellen* (8 Items), *Kritisches Prüfen* (8 Items) und *Wiederholen* (7 Items). Zu den Skalen der ressourcenbezogenen Lernstrategien gesellen sich die Skala *Aufmerksamkeit* (6 Items), *Anstrengung* (8 Items), *Zeitmanagement* (4 Items), *Lernumgebung* (6 Items), *Lernen mit Studienkollegen* (7 Items) und *Literatur* (4 Items). Die metakognitiven Lernstrategien bilden eine einzige Skala (11 Items). Diesem Fragebogen wurden jene Skalen entnommen, welche für das Lernen mit dem Computer als relevant erschienen. Die ursprüngliche fünfstufige Skala (sehr selten, selten, manchmal, oft, sehr oft) wurde in ihren Bezeichnungen geändert (trifft gar nicht zu, trifft kaum zu, trifft etwas zu, trifft ziemlich zu, trifft völlig zu). Beispiele für Aussagen sind "Ich präge mir den Lernstoff von Texten durch Wiederholen ein" oder "Ich stelle mir manche Sachverhalte bildlich vor". In Tabelle 3.9 sind die übernommenen Skalen aufgeführt und die Kennwerte von Wild und Schiefele (1994) sowie aus dieser Studie angegeben. Insgesamt sind die Werte zufriedenstellend.

Tabelle 3.9: Kennwerte ausgewählter Skalen aus dem Fragebogen "Lernstrategien im Studium" von Wild und Schiefele (1994) und dieser Untersuchung

Skalen	Items	Wild und Schiefele (1994)						diese Studie (N = 71)					
		M	SD	r_{tt}	Schiefe	Exzeß		M	SD	r_{tt}	Schiefe	Exzeß	
Organisation	8	24.96	6.01	.82	-.23	--		29.13	6.17	.82	-.59	-.24	
Zusammenhänge	8	28.43	4.47	.72	-.16	--		30.59	4.31	.76	-.16	-.60	
Kritisches Prüfen	8	21.85	5.15	.77	.22	--		24.52	5.18	.84	.24	-.27	
Wiederholen	7	18.59	4.69	.73	.14	--		21.39	5.73	.86	.15	-.98	
Metakognitive Strategien	11	38.31	5.18	.64	-.42	--		38.82	6.84	.81	-.22	-.22	
Anstrengung	8	28.03	4.66	.74	-.75	--		27.77	4.61	.77	-.48	.06	
Aufmerksamkeit	6	19.65	4.55	.90	-.34	--		16.45	4.52	.93	.20	-.14	

Vorwissen

Das Vorwissen der Probanden wurde anhand von 15 Fragen zum Thema des Lernprogramms erhoben. Es konnten 0 bis 30 Punkte erreicht werden. Drei Fragen (13 Punkte) gehörten zum Bereich der allgemeinen psychologischen Begriffe (Teil Einleitung in den Lernprogrammen), sieben Fragen (12 Punkte) zu den allgemeinen physiologischen Grundlagen (Teil Forschung im Lernprogramm) und fünf Fragen (5 Punkte) zu den physiologischen Grundlagen des Sehens (Teil Sehen im Lernprogramm). 14 Fragen sind Multiple-choice-Aufgaben, eine Frage stellt eine Zuordnungsaufgabe dar. Bei der Zuordnungsaufgabe wurde für jede richtige Kombination ein Punkt verteilt, bei den Multiple-choice-Aufgaben konnte pro richtig angekreuzter Lösung ein Punkt gesammelt werden. Wurde eine falsche Lösung angekreuzt, so wurde 1 Punkt wieder abgezogen. War keine Lösung richtig, wurden null Punkte verteilt.

Tabelle 3.10: Kennwerte der Skala *Vorwissen* aus dieser Untersuchung (N = 71)

Skala <i>Vorwissen</i>					
Items	M	SD	r_{tt}	Schiefe	Exzeß
22	11.94	6.11	.84	-0.01	-.91

Demographische Daten

Als demographische Daten wurden Geschlecht, Alter, Studienfach, Semesterzahl und eine bereits abgeschlossene Berufsausbildung abgefragt. Diese Variablen dienen hauptsächlich der Stichprobenbeschreibung. Das Geschlecht der Probanden wurde zusätzlich zur Parallelisierung der Untersuchungsgruppen genutzt.

3.3.2 Protokollierung durch den Computer

Während die Lernenden sich mit den Inhalten des Lernprogramms auseinandersetzen, protokolliert der Computer mit, welche Informationen wie lange angeschaut wurden. Diese Daten werden danach analysiert, wieviel Zeit mit bestimmten Programmteilen verbracht wurde und wie oft einzelne Seiten abgerufen wurden. Tabelle 3.11 gibt einen Überblick über die erfaßten Variablen anhand eines Probanden der Untersuchung. Insgesamt wird erfaßt,

- wie lange sich die Probanden im Lernprogramm befunden haben,
- wieviel Zeit sie davon auf den Themenseiten (= Lernprogramm ohne Menü, Glossarseiten und Lernweg) verbracht haben und wie oft Themenseiten abgerufen wurden,

- wie oft die Versuchspersonen aus den Themenseiten heraus eine Glossarerklärung aufgerufen haben und wieviel Zeit sie mit diesen Erklärungen verbrachten,
- wie oft die Versuchspersonen den Lernweg aufgerufen haben und wieviel Zeit sie mit dieser Übersicht verbrachten,
- wie lange und wie oft die Probanden im Menü oder im Programmteil Glossar waren,
- wie lange und wie oft die Probanden Pause gemacht haben,
- wie lange die Versuchspersonen auf den Einstiegsseiten der Kapitel verweilten, bis sie die ersten sprachlichen Informationen abriefen,
- wie viele Kapitel von insgesamt 11 bearbeitet wurden,
- wie viele Einleitungen (von insgesamt 16) und Zusammenfassungen (von 11) aufgerufen wurden und wieviel Zeit die Probanden mit ihnen verbracht haben,
- wie viele Informationsseiten von insgesamt 92 wie lange abgerufen wurden,
- falls gesprochene Texte im Programm waren, wie viele von 92 Sprachaufnahmen vollständig angehört wurden und wieviel Zeit alle Audios insgesamt zu hören waren.

Tabelle 3.11: Beispiel für Daten aus der Computerprotokollierung

Daten aus der Computerprotokollierung		
Variablen	Gesamtdauer in s	absolute Häufigkeit
Gesamtprogramm	7024	- -
Themenseiten	5684	141
Einstiegsseiten	125	- -
Einleitungen	423	8 (von 16)
Informationsseiten	4224	79 (von 92)
Zusammenfassungen	912	10 (von 11)
Glossaraufruf aus Themenseiten	899	57
Menü	382	21
Lernweg	59	2
Programmteil Glossar	0	0
Pause	145	1
Kapitel	- -	10
Vollständig gehörte Audios	- -	30
Dauer der Audios insgesamt	3425	- -

3.3.3 Der Fragebogen nach der Lernsitzung

Direkt nach der Lernsitzung mit dem Lernprogramm erhielten die Probanden den abschließenden Fragebogen. Tabelle 3.12 zeigt die erfaßten Variablen und die Anzahl der Items bzgl. der entsprechenden Skalen. In Anhang B kann der Originalfragebogen eingesehen werden, in Anhang D befinden sich die Skalen- und Itemanalysen.

Tabelle 3.12: Überblick über die im Nachtest erfaßten Variablen und die Itemanzahl

Im Nachtest erfaßte Variablen			
Variablen	Items	Variablen	Items
Akzeptanz		Verständlichkeit	
Polaritätenprofil	13	Auditive Texte	0 oder 9
fünfstufige Skala	7	Visuelle Texte	5 oder 7
Anregung	9	Bilder	4
Lernstrategien (Computer)	37	Wissenstest	
Lernstrategien (Bilder)	47	Text	57
Lernstrategien (Audio)	0 oder 2	Bilder	60

Akzeptanz der Lernprogramme

Akzeptanz und Einstellung gegenüber den Lernprogrammen wurde mit zwei Verfahren gemessen. Das erste Verfahren stammt von Champness und Ikhlef (1982; zitiert nach Enerson & Tuney, 1984) und wurde extra zur Beurteilung von Lernsoftware entwickelt. Den Probanden wird ein Polaritätenprofil mit 13 bipolaren Items vorgegeben. Jedes Item besteht aus einem Eigenschaftspaar, wobei jede Eigenschaft das Ende einer siebenstufigen Skala markiert. Die Eigenschaften sind Gegensätze und kennzeichnen entsprechend eine positive oder negative Wertung. Die Probanden sollen die Lernprogramme auf den Dimensionen *Verständlichkeit*, *Nützlichkeit* und *Attraktivität* beurteilen. *Verständlichkeit* wird über die vier Begriffspaare *klar - unklar*, *strukturiert - unstrukturiert*, *zielgerichtet - verwirrend*, *schwierig - leicht* erfaßt, *Nützlichkeit* über die vier Paare *sinnvoll - sinnlos*, *nützlich - nutzlos*, *relevant - irrelevant*, *wichtig - unwichtig* und *Attraktivität* über die fünf Paare *heiter - dumpf*, *langweilig - interessant*, *angenehm - unangenehm*, *ansprechend - nicht ansprechend* und *öde - anregend*. Mit diesem Verfahren erfolgte die allgemeine Beurteilung der Lernprogramme. Paechter (1996) setzte dieses Verfahren in ihrer Untersuchung ein, gibt aber außer Mittelwert und Streuung keine Kennwerte der Einzelskalen an.

Tabelle 3.13: Kennwerte der Akzeptanzskalen Nützlichkeit, Verständlichkeit und Attraktivität aus Paechter (1996) und dieser Untersuchung

Akzeptanzskalen Nützlichkeit, Verständlichkeit und Attraktivität								
Studie	Skalen	Items	M	SD	r_{tt}	Schiefe	Exzeß	n
Paechter (1996)	Nützlichkeit	4	25.08	2.48	--	--	--	69
	Verständlichkeit	4	21.88	2.20	--	--	--	69
	Attraktivität	5	26.05	4.35	--	--	--	67
diese Studie	Nützlichkeit	4	24.04	3.12	.82	-.88	.41	71
	Verständlichkeit	4	22.51	3.16	.69	-1.04	2.02	71
	Attraktivität	5	27.32	4.52	.87	-.52	-.06	71

Das zweite Verfahren wurde von Eiwan (1998) übernommen. Mit ihrer Skala soll festgestellt werden, inwieweit das Lernen mit den Lernprogrammen eine positive Akzeptanz und Einstellung gegenüber den Programmen bewirkt hat. Die Items wurden als Aussagen vorgelegt, deren Zutreffen auf einer fünfstufigen Skala (trifft gar nicht zu, trifft kaum zu, trifft etwas zu, trifft ziemlich zu, trifft völlig zu) eingeschätzt werden sollte. Beispiele für Aussagen sind "Dadurch, daß man von einem Themengebiet direkt in ein anderes wechseln kann, ist es leicht möglich, daß man völlig den Überblick verliert" oder "Ich eigne mir wichtige Inhalte lieber aus Büchern an". Aussage 5 wurde den verschiedenen Programmversionen angeglichen. In den Versionen mit Navigation über Bilder lautete die Aussage "Durch die interaktive Auseinandersetzung mit den Bildern konnte ich mir viele Inhalte leichter einprägen" gegenüber der Aussage "Durch die anschauliche Darstellung mit Hilfe der Bilder konnte ich mir viele Inhalte leichter einprägen" in den anderen Versionen. Die Skalenkennwerte von Eiwan (1998) und aus dieser Untersuchung sind in Tabelle 3.14 angegeben. Insgesamt sind die Werte zufriedenstellend.

Tabelle 3.14: Kennwerte der Skala Akzeptanz/Einstellung aus Eiwan (1998) und dieser Untersuchung

Skala Akzeptanz/Einstellung							
Studie	Programmversion	Items	M	SD	r_{tt}	Schiefe	Exzeß
Eiwan (1998)	lineare Version	6	19.16	5.42	.88	-.28	-1.08
	interaktive Version	7	23.00	4.48	.76	-.04	-.57
diese Studie	Bildinteraktive Version	7	24.75	4.80	.86	-.52	.19
	Verzeichnis-interaktive Version	7	24.74	4.50	.83	-.59	-.28

Motivationale Anregung durch die Lernprogramme

Die Skala *Motivationale Anregung* ist, außer einer kleinen Änderung in Item 5, mit der Skala für die interaktive Programmversion aus Eiwan (1998) identisch. Aus Item 5 ("Durch die interaktive Auseinandersetzung mit den Bildern habe ich mich viel länger mit dem Programm beschäftigt, als ich es sonst getan hätte") wurde lediglich das Eigenschaftswort interaktiv gestrichen. Mit dieser Skala sollte erfaßt werden, inwieweit die Programminhalte, der Aufbau und die Nutzungsmöglichkeiten die Probanden anregen, motivierter oder auch länger zu lernen. Dazu wurden den Lernenden neun Aussagen vorgelegt, welche anhand einer fünfstufigen Skala (trifft gar nicht zu, trifft kaum zu, trifft etwas zu, trifft ziemlich zu, trifft völlig zu) auf ihr Zutreffen eingeschätzt werden sollten. Beispiele für Aussagen sind "Ich hätte gerne etwas weniger Entscheidungsfreiheit bei der Bearbeitung des Lernprogramms gehabt" oder "Das Programm war so aufgebaut, daß ich sehr gerne damit gelernt habe". Die Skalenkennwerte von Eiwan (1998) und aus dieser Untersuchung sind in Tabelle 3.15 angegeben. Insgesamt sind die Werte zufriedenstellend.

Tabelle 3.15: Kennwerte der Skala *Motivationale Anregung* aus Eiwan (1998) und dieser Untersuchung

Skala <i>Motivationale Anregung</i>							
Studie	Programmversion	Items	M	SD	r_{tt}	Schiefe	Exzeß
Eiwan (1998)	lineare Version	7	22.87	6.05	.81	-.41	-.50
	interaktive Version	9	32.70	5.09	.74	.23	-.53
diese Studie	alle Versionen	9	32.25	4.64	.68	-.37	.72

Beurteilung der Informationsarten

Neben der allgemeinen Beurteilung (s.o. Akzeptanz) wurden die Probanden zu den verwendeten Bildkompositionen, den auditiven und visuellen Texten befragt. Die Beurteilung der Illustrationen erfolgt mit vier Items, welche an einer fünfstufigen Skala (trifft gar nicht zu, trifft kaum zu, trifft etwas zu, trifft ziemlich zu, trifft völlig zu) eingeschätzt werden. Dazu wird der unvollständige Satz "Die Bilder, die mir beim Verstehen der Inhalte behilflich sein sollen, waren aus meiner persönlichen Sicht insgesamt" vorgegeben und durch die vier Items *hilfreich*, *verständlich*, *anschaulich* und *kompliziert* abgeschlossen. Dieser Teil wurde von Lewalter (1997b) abgeändert übernommen. Das einleitende Satzfragment ist umformuliert, die vierstufige Skala (überhaupt nicht, ein wenig, ziemlich, sehr) um eine Stufe aufgestockt und die Kategorien sind umbenannt worden.

Die Items zu den auditiven und visuellen Texten wurden von Paechter (1996) übernommen. Paechter (1996) gibt an, daß der von ihr verwendete Fragebogenteil eigens für ihre Untersuchung anhand zweier kognitionspsychologischer Modelle zum Lese- und Hörverstehen entwickelt wurde. In dieser Untersuchung wurde der Fragebogenteil den Lernprogrammversionen angepaßt. Die sprachlichen Informationsarten wurden nach Menge, Wahrnehmbarkeit, Verständlichkeit und Nützlichkeit beurteilt.

Zur Beurteilung der auditiven Texte wurden neun Items vorgegeben. Sieben davon stellen Aussagen zu den Programmen dar. Beispiele für Aussagen sind "Die gesprochenen Informationen waren klar und deutlich zu hören" oder "In den gesprochenen Textteilen waren Stil und Wortwahl für mich verständlich". Ein Item aus dem Fragebogenteil von Paechter (1996) wurde weggelassen ("Die gesprochenen Informationen haben mir geholfen, die Aufgabenlösungen besser zu verstehen"). Die Aussagen wurden anhand einer fünfstufigen Skala eingeschätzt (ja, eher ja, teils teils, eher nein, nein). Dazu wurde die von Paechter (1996) verwendete vierstufige Skala (ja, eher ja, eher nein, nein) zu einer fünfstufigen ergänzt. Zwei weitere Items lagen als Satzanfänge vor, welche anhand dreier Alternativen ergänzt werden konnten. Ein Beispiel dafür ist "Die gesprochenen Informationen wurden *zu schnell, in angemessener Geschwindigkeit, zu langsam* präsentiert".

Zur Beurteilung der visuellen Texte wurden sieben Aussagen vorgegeben. Beispiele für Aussagen sind "Auf einem Bildschirm wurden meistens zuviel geschriebene Informationen präsentiert" oder "Die geschriebenen Informationen waren deutlich lesbar". Wiederum wurde ein Item aus dem Fragebogenteil von Paechter (1996) weggelassen ("Die geschriebenen Informationen haben mir geholfen, die Aufgabenlösungen besser zu verstehen"). Diese Aussagen wurden anhand einer fünfstufigen Skala eingeschätzt (ja, eher ja, teils teils, eher nein, nein). Auch hier wurde die von Paechter (1996) verwendete vierstufige Skala (ja, eher ja, eher nein, nein) zu einer fünfstufigen ergänzt.

Zur Beurteilung der Programmversionen mit gesprochenen Texten wurden alle Items zu den auditiven und visuellen Texten vorgelegt. In dem Nachtest zu den Versionen mit reduzierten auditiven Textvorgaben wurden nur fünf Items bzgl. der visuellen Texte integriert. Dazu wurden alle Items weggelassen, welche keinen Sinn ergaben (z.B. "Ich habe auf die geschriebenen Informationen kaum geachtet" und "Die geschriebenen Informationen haben mich gestört").

Lernstrategien im Umgang mit den Lernprogrammen

Zur Erfassung der Lernstrategien beim Lernen mit dem Computer wurden die Skalen von Eiwani (1998) übernommen. Eiwani (1998) formulierte ihre Items auf der Basis des Fragebogens "Lernstrategien im Studium - LIST" nach Wild und Schiefele (1994). Sie übernahm für ihre Untersuchung nur jene Einzelskalen und Items, welche für das Lernen mit dem Computer relevant erschienen. In Tabelle 3.16 sind die Skalen und ausgewählten Items aus dem LIST angegeben.

Tabelle 3.16: Ausgewählte Skalen und Items aus dem Fragebogen zur Erfassung von "Lernstrategien im Studium - LIST" (Wild & Schiefele, 1994)

Einzel­skalen	Anzahl der Items	Aus LIST gewählte Items
Kognitive Lernstrategien		
Organisation	3 von 8	14, 36, 65
Zusammenhänge	8 von 8	02, 17, 28, 39, 49, 58, 67, 73
Kritisches Prüfen	5 von 8	03, 18, 29, 59, 74
Wiederholen	4 von 7	04, 30, 51, 60
Metakognitive Strategien	7 von 11	05, 06, 13, 31, 52, 61, 77
Ressourcenbezogene Strategien		
Anstrengung	5 von 8	21, 32, 53, 71, 76
Aufmerksamkeit	5 von 6	10, 22, 33, 44, 63

Gleichzeitig wurden die allgemeinen Formulierungen (z.B. ich versuche ...) konkret auf die Lernsituation bezogen (z.B. ich habe versucht ...). Die ursprüngliche fünfstufige Skala (sehr selten, selten, manchmal, oft, sehr oft) wurde in ihren Bezeichnungen geändert (trifft gar nicht zu, trifft kaum zu, trifft etwas zu, trifft ziemlich zu, trifft völlig zu). Beispiele für Aussagen sind "Vor der Durcharbeitung des Programms habe ich mir überlegt, wie ich am effektivsten vorgehen kann" oder "Ich habe mich auch dann angestrengt, wenn mir ein Themengebiet überhaupt nicht lag". Insgesamt wurden 37 Items aus dem LIST umformuliert übernommen. In Tabelle 3.17 sind die Kennwerte der Skalen bei Eiwani (1998) und in dieser Untersuchung angegeben. Insgesamt erweisen sich die Werte als zufriedenstellend.

Tabelle 3.17: Kennwerte der Skalen zu den Lernstrategien bei der Computernutzung aus Eiwani (1998) und dieser Untersuchung

Lernstrategien	Items	Eiwani (1998)					diese Studie				
		M	SD	r_{tt}	Schiefe	Exzeß	M	SD	r_{tt}	Schiefe	Exzeß
Organisation	3	9.52	3.17	.68	-.16	-.74	8.24	3.47	.73	.25	-.81
Zusammenhänge	8	24.05	5.06	.73	.17	-.45	24.86	5.96	.83	-.11	-.19
Kritisches Prüfen	5	10.63	2.86	.65	.15	-.62	11.15	3.82	.81	.66	1.24
Wiederholen	4	11.35	3.06	.70	.03	-.45	9.97	3.33	.80	.13	-.86
Metakognitive Strategien	6	18.22	3.54	.57	-.16	.31	19.28	4.20	.76	-.26	.31
Anstrengung	5	15.59	3.29	.64	-.39	.72	17.43	3.13	.68	-.82	1.53
Aufmerksamkeit	5	17.43	4.55	.91	.59	-.58	18.10	4.90	.96	-.74	.13

Lernstrategien im Umgang mit Bildern

Zur Erfassung der Lernstrategien beim Lernen mit Bildern wurden auf der Basis des Fragebogens "Lernstrategien im Studium - LIST" nach Wild und Schiefele (1994) relevante Items umgeschrieben bzw. neue Items auf der Basis der Literatur formuliert. Sechs Lernstrategien wurden für das Lernen mit Bildern als besonders wichtig ausgewählt. Zu den Skalen der kognitiven Lernstrategien gehören die Skala *Organisation* (5 Items), *Zusammenhänge herstellen* (11 Items) und *Wiederholen* (6 Items). Zu den Skalen der ressourcenbezogenen Lernstrategien zählen die Skala *Aufmerksamkeit* (7 Items) und *Anstrengung* (5 Items). Die metakognitiven Lernstrategien bilden eine einzige Skala (12 Items). Die Items waren entsprechend als Aussagen formuliert, welche auf einer fünfstufigen Skala (trifft gar nicht zu, trifft kaum zu, trifft etwas zu, trifft ziemlich zu, trifft völlig zu) eingeschätzt werden mußten. Beispiele für Aussagen sind "Ich habe die Textinformation mit der Information in den Illustrationen verglichen" oder "Ich habe versucht, eine Beziehung zwischen den Elementen der Illustrationen zu erkennen". Die Skalenkennwerte aus dieser Untersuchung sind in Tabelle 3.18 angegeben. Insgesamt sind die Werte zufriedenstellend. Von den ursprünglich fünf Items zur Lernstrategie *Anstrengung* wurde ein Item mangels Trennschärfe weggelassen.

Tabelle 3.18: Kennwerte der Skalen zu den bildbezogenen Lernstrategien

Bildbezogene Lernstrategien						
Skalen	Items	M	SD	r_{tt}	Schiefe	Exzeß
Organisation	5	18.01	4.01	.81	-.18	-.52
Zusammenhänge	11	41.48	6.96	.81	-.12	-.58
Wiederholen	6	18.56	5.17	.85	.10	-.07
Metakognitive Strategien	12	40.93	6.66	.83	-.04	-.39
Anstrengung	4	14.63	2.77	.76	-.96	1.09
Aufmerksamkeit	7	27.79	4.02	.75	-.40	-.25

Lernstrategien im Umgang mit gesprochenen Texten

Für die Programmversionen mit gesprochenen Texten wurden zusätzlich zwei Items formuliert, welche abfragen, was die Versuchspersonen mit den geschriebenen Texten und Bildern machen, während die gesprochenen Texte ablaufen. Die Items lauteten: "Während die gesprochenen Informationen präsentiert wurden, habe ich den geschriebenen Text mitgelesen" und "Während die gesprochene Information präsentiert wurde, habe ich die Bilder aufmerksam mitverfolgt". Aus diesen Items wurde eine gemeinsame Skala gebildet.

Tabelle 3.19: Kennwerte der Skala zu den audiobezogenen Lernstrategien

Audiobezogene Lernstrategie						
Skala	Items	M	SD	r_{tt}	Schiefe	Exzeß
Aufmerksamkeit	2	5.17	1.87	.47	.32	-.71

Wissenstest

Die Leistungsprüfung erfolgt mit einem Wissenstest, der hauptsächlich Faktenwissen abfragt. Damit soll das Behalten und Verstehen der Informationen überprüft werden. Der Wissenstest besteht aus zwei Untertests, einem Test zu den Textinformationen und einem Test zu den Bildern.

Test zu den Textinformationen (56 Items): In diesem Test werden Informationen aus den visuellen und auditiven Texten abgefragt. Insgesamt konnten 69 Punkte erreicht werden. Die Aufgaben setzen sich aus vier Aufgabentypen zusammen:

1. Multiple-choice-Fragen (4 Items): Dieser Abfragemodus entspricht einer Wiedererkennungsaufgabe (Recognition). Richtige und falsche Lösungen sind angegeben und die richti-

gen Lösungen müssen angekreuzt werden. Je nach Anzahl richtiger Lösungen werden zwischen 0 und 3 Punkte verteilt. Bei der richtigen Beantwortung aller Multiple-choice-Fragen konnten 6 Punkte erreicht werden.

2. Aufzählungen (3 Items): Diese Art von Aufgaben entsprechen Reproduktionsaufgaben (Recall). Die Probanden müssen sich an die gefragte Information erinnern und diese wiedergeben können. Pro richtig reproduzierter Informationseinheit wird ein Punkt verteilt. Insgesamt konnten vier oder fünf Punkte pro Aufgabe erzielt werden. Bei einer richtigen Beantwortung aller Aufgaben konnten 14 Punkte erreicht werden.
3. Offene Fragen (5 Items): Diese Aufgabenart entspricht ebenfalls Reproduktionsaufgaben (Recall). Bei einer richtigen Beantwortung aller offenen Fragen konnten 5 Punkte erreicht werden.
4. Lückentexte (8 Aufgaben, 44 Items): Dieser Aufgabentyp entspricht Reproduktionsaufgaben mit Hinweisreizen (cued recall). Die Lückentexte sind wörtlich aus den Programmen entnommen und die gefragten Begriffe durch eine Linie als Platzhalter ersetzt worden. Die unvollständigen Sätze dienen dabei als Hinweisreiz für den gefragten Begriff, indem sie einen Kontext liefern, bei dem genau mit diesen Worten der Begriff im Lernprogramm auftauchte. Beim richtigen Ausfüllen aller Lücken (genaues oder sinngemäßes Wort) konnten insgesamt 44 Punkte erreicht werden.

Test zu den Bildern (60 Items): In diesem Test werden Informationen zu den Bildern erfragt. Insgesamt konnten 60 Punkte erreicht werden. Alle Aufgaben sind Erinnerungsaufgaben (Recall). Der Test setzt sich aus zwei Aufgabentypen zusammen:

1. Bildbeschriftungen (10 Aufgaben, 52 Items): Die Mehrzahl der Aufgaben im Bildertest ist von dieser Art. Dazu wird zu Elementen aus den Illustrationen die konkrete Beschriftung gefordert, wie sie auch im Lernprogramm gegeben ist, oder die Bezeichnung einzelner Strukturen verlangt. Pro richtige Beschriftung wird ein Punkt verteilt. Insgesamt konnten mit dieser Aufgabengruppe 52 Punkte erreicht werden.
2. Zeichnen (2 Aufgaben, 8 Items): Die Aufgaben bestehen darin, daß die Probanden in das Abbild des Gehirns verschiedene Strukturen einzeichnen und den Kurvenverlauf eines Aktionspotentials mit der Kennzeichnung wichtiger Stufen zeichnen müssen. Pro richtig reproduzierter Zeicheneinheit wurde ein Punkt verteilt. Insgesamt konnten mit diesem Aufgabentyp 8 Punkte erreicht werden.

Die Aufgaben des Wissenstests wurden zu drei Skalen gebündelt. Die Aufgaben zur Textinformation wurden in der Skala *Textwissen* und die Aufgaben zu den Bildern zur Skala *Bildwissen* zusammengefaßt. Alle Aufgaben zusammen bilden die Skala *Gesamtwissen*. Im gesamten Wissenstest konnten 129 Punkte erreicht werden.

Tabelle 3.20: Kennwerte der Skalen des Wissenstests in dieser Untersuchung

Skalen	Items	M	SD	r_{tt}	Schiefe	Exzeß
Testwissen	56	38.89	14.16	.91	-.65	-.16
Bildwissen	60	35.55	11.50	.93	-.57	-.03
Gesamtwissen	116	74.44	24.69	.95	-.59	-.25

3.4 Beschreibung der Lernprogramme

Für diese Untersuchung wurden vom Autor vier Programmversionen entwickelt, welche sich durch zwei Merkmale unterscheiden: (1) durch den Informationszugang und (2) durch die Menge an gesprochenem Text. Werden diese Merkmale kombiniert, ergeben sich vier Programmversionen mit einer jeweils eigenen Merkmalskombination.

Tabelle 3.21: Die vier Versionen der Lernprogramme

		Menge an Audio	
		Kurze Benennung	Gesprochener Text
Art der	Informationsabruf über Verzeichnisse	Version Verzeichnis	Version Verzeichnis/Audio
Interaktion	Informationsabruf über Bilder	Version Bild	Version Bild/Audio

In der einfachsten Version wird der Zugang zu den Hauptinformationen über Inhaltsverzeichnisse geregelt. Darüber werden geschriebene Texte abgerufen. Beim erstmaligen Abruf der Informationen wird kurz die Informationseinheit auditiv benannt. Diese hörbare Bezeichnung stimmt mit dem Eintrag im Verzeichnis überein. Klickt man z.B. auf den Eintrag "Axon", so ist "Axon" zu hören. In den folgenden Abschnitten wird diese Version "Verzeichnis" genannt und in den Tabellen mit V bzw. Verz abgekürzt.

In der auditiv angereicherten Variante der Programmversion "Verzeichnis" wird den Lernenden der dargebotene visuelle Text auch auditiv präsentiert. Beim erstmaligen Abruf der Informationen startet der gesprochene Text automatisch. Dieser stimmt dabei (bis auf eine kleine Abweichung unter 92 Informationseinheiten) mit dem geschriebenen Text überein. In ei-

ner zusätzlichen Audio-Steuereinheit können die gesprochenen Texte pausiert, gestoppt oder noch einmal gestartet werden. So kann auch bei einem nochmaligen Abruf von Informationen der auditive Text wiederholt gehört werden. In den folgenden Abschnitten wird diese Programmversion "Verzeichnis/Audio" genannt und in den Tabellen mit V/A oder Verz/Audio abgekürzt.

Das Pendant zur Programmversion "Verzeichnis" gewährt den Informationszugang zu den Hauptinformationen über Bilder. Dazu wurden unterschiedliche Bildkompositionen gestaltet. Neben Flußdiagrammen und darstellenden Bildern finden sich auch Liniendiagramme. Bei Flußdiagrammen sind die einzelnen Informationseinheiten gut zu erkennen (z.B. durch Umrahmungen oder Bildüberschriften). Bei anderen Bildern mußten die Lernenden die Bilder erkunden, um an die Informationen zu kommen. Die Informationen werden dann über einzelne Strukturen (z.B. eine Linie oder ein Bildteil) abgerufen oder sind durch Punkte oder Schraffierungen gekennzeichnet. So liefern z.B. in einem Querschnittsbild des Auges die Strukturen der Netzhaut, der Aderhaut, der Lederhaut den Zugang zu den Informationen. Im Kapitel "Das Gehirn" sind die Bereiche des sensumotorischen Cortex, des motorischen Cortex, des primären visuellen Cortex etc. durch Schraffierung kenntlich gemacht. Im Kapitel "Das Aktionspotential" sind die einzelnen Phasen des Aktionspotentials durch ein Kurvendia-gramm visualisiert und Informationen zu den Phasen sind über verschiedene Kurvenabschnitte erreichbar. Wo Informationen versteckt sind, wird durch eine Signalfarbe angezeigt. Durch einen Mausklick auf die entsprechenden Bildteile werden die visuellen Texte präsentiert. In den folgenden Abschnitten wird diese Programmversion "Bild" genannt und in den Tabellen mit B oder Bild abgekürzt.

In der auditiv angereicherten Variante der Version "Bild" wird den Lernenden der dargebotene visuelle Text auch auditiv präsentiert. Diese Variante entspricht bzgl. der Sprachaufnahmen der Version "Verzeichnis/Audio". Der gesprochene Text startet beim erstmaligen Abruf der Informationen automatisch und kann über eine Audio-Steuereinheit beeinflusst werden. In den folgenden Abschnitten wird diese Programmversion "Bild/Audio" genannt und in den Tabellen mit B/A bzw. Bild/Audio abgekürzt.

Sämtliche Texte der Programme wurden vom Autor (auf der Basis von Grundlagenliteratur, siehe Literaturverzeichnis, S.230) selbst zusammengestellt, vollständig überarbeitet und dem Medium Computer angepaßt. Die auditiven Texte wurden von einer Frau gesprochen. Werden alle gesprochenen Texte genau einmal vollständig angehört, so ergibt das eine Hördauer von

4690s bzw. 78min 10s. Die Bilder wurden selbst produziert. Sie entsprangen eigenen Ideen oder wurden aus der Literatur angeregt, dann aber überarbeitet und neu zusammengestellt. In den folgenden Abschnitten werden die Inhalte und die Interaktionsmöglichkeiten mit den vier Programmversionen genauer erklärt.

3.4.1 Inhalt

Als Thema der vier Lernprogramme wurde Wahrnehmung gewählt. Dieses Thema bietet sich aus mehreren Gründen an. (1) Da es zu erwarten ist, daß hauptsächlich Psychologiestudenten an der Untersuchung teilnehmen³, sollten die Inhalte relevant für das Psychologiestudium sein. Dies sollte die Versuchspersonen zur Teilnahme animieren und ein Minimum an Lern-motivation garantieren. (2) Neben der allgemeinen Relevanz existiert eine Prüfungsrelevanz. Im Prüfungsfach Allgemeine Psychologie I zum Vordiplom der Universität Regensburg ist Wahrnehmung ein Bestandteil der Prüfung. Daneben ist als siebtes Prüfungsfach Physiologie oder Verhaltensbiologie wählbar. (3) Die Inhalte sind für eine bildhafte Darstellung geeignet. Somit sollte sich der Informationsabruf über verstehensrelevante Bilder leichter realisieren lassen.

Im ersten Abschnitt des Lernprogramms werden die grundlegenden Stationen der Reize auf dem Weg zur Wahrnehmung und einige wesentliche Begriffe der Wahrnehmungspsychologie vorgestellt. Die Lernenden erfahren, welche Ebenen des Wahrnehmungsprozesses unterschieden werden können und wann in diesem Prozeß von Wahrnehmung gesprochen wird. Die Organisation und Funktionsweise der einzelnen Sinnesorgane und ihre Verknüpfungen mit dem Zentralnervensystem ähneln einander sehr. In der zweiten Programmeinheit begegnen die Lernenden daher den allen Sinneswahrnehmungen zugrundeliegenden physiologischen Prinzipien. Im dritten Abschnitt des Programms geht es um die physiologischen Grundlagen der visuellen Wahrnehmung: den Weg des Sehreizes vom Auge bis ins Gehirn, die Struktur des Auges und der Netzhaut.

Die Inhalte sind für alle vier Programmversionen identisch. Die geschriebenen Texte und die meisten Bilder unterscheiden sich nicht zwischen den Versionen. Unterschiede in den Bildern resultieren aus Gestaltungszwängen. Eine vernünftige Nutzung der Bilder sollte gewährleistet sein.

³ Studierende der Psychologie im Grundstudium müssen in Regensburg 30 Versuchspersonenstunden ablegen, damit sie zum Vordiplom zugelassen werden. Im Hauptstudium werden weitere 40 Forschungsstunden gefordert. Eine genügend große Teilnahme an den verschiedenen Untersuchungen ist jedoch nicht gesichert.

Tabelle 3.22: Inhalte der Lernprogramme

Einleitung	
Komponenten der Wahrnehmung	
Was ist Wahrnehmung?	
Forschung	
Physiologie	
Der Weg des Reizes	
Rezeptoren	
Nervenzellen	
Synapse	
Aktionspotential	
Das Gehirn	
Sehen	
Physiologische Grundlagen	
Der Weg des Sehreizes	
Das Auge	
Die Netzhaut	

3.4.2 Allgemeine Programmbeschreibung

Die Lernprogramme werden hauptsächlich über die Maus als Eingabegerät gesteuert. Dazu genügt meist ein einfacher Mausklick mit der linken Maustaste. Lediglich im Glossar und im Lernweg-Fenster gibt es alternative Möglichkeiten der Steuerung.

Das Menü

Wenn die Programme gestartet werden, kommen die Lernenden nach einer kleinen einleitenden Animation auf die Menü-Seite (siehe Abbildung 3.2), welche als Inhaltsverzeichnis dient. Hier können sie sich alle Themen des Programms anzeigen lassen.

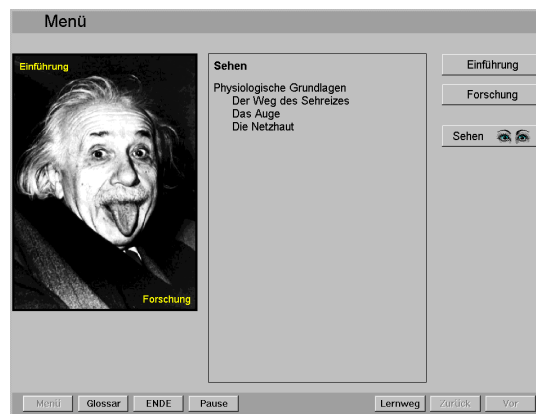


Abbildung 3.2: Die Einstiegsseite der Lernprogramme

Das obere graue Feld, in dem Menü steht, wird im folgenden Kontextleiste genannt, das untere graue Feld, in dem sich verschiedene Buttons (Menü, Glossar, ENDE, Pause, Lernweg, Zurück und Vor) befinden, Steuerleiste. Die Kontext- und Steuerleiste werden in den folgenden Abschnitten erklärt.

Rechts im Bild befinden sich die Buttons zu den Kapiteln des Programms (Einführung, Forschung und Sehen). Wenn diese Buttons angeklickt werden, gelangt man in die entsprechenden Kapitel. Fahren die Lernenden mit dem Mauszeiger über die Buttons, so wird ihnen im mittleren Kasten das zugehörige Inhaltsverzeichnis präsentiert. Das Bild oben zeigt z.B. die Inhalte zum Kapitel "Sehen". Klicken die Lernenden auf einen Eintrag im Inhaltsverzeichnis, so gelangen sie in den entsprechenden Unterabschnitt. Die Lernenden können jederzeit frei wählen, welches Thema sie bearbeiten wollen. Sind die einzelnen Unterkapitel durchgearbeitet worden, so werden die entsprechenden Verzeichniseinträge blau markiert.

Die Kontextleiste

Die Kontextleiste gibt immer an, wo sich die Lernenden im Lernprogramm gerade aufhalten. Gehen sie z.B. in den Programmabschnitt "Forschung - Physiologie - Nervenzellen" (siehe Abbildung 3.3), so kennzeichnet die Kontextleiste, daß sich die Lernenden im Unterkapitel "Nervenzellen" des Unterkapitels "Physiologie" im Kapitel "Forschung" befinden. Über diese Leiste kann man auch bequem wieder in übergeordnete Kapitel gelangen, indem die Kapitelnamen angeklickt werden.

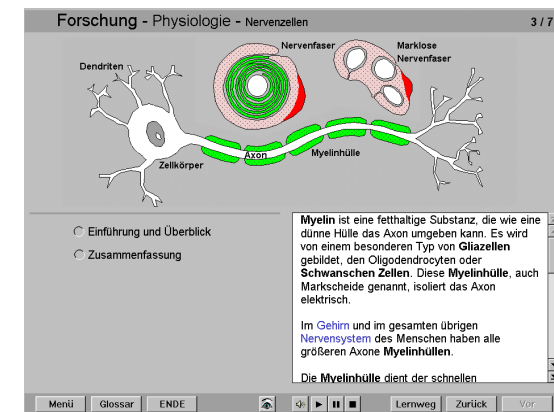



Abbildung 3.3: Bildschirmkopie des Unterkapitels "Forschung - Physiologie - Nervenzellen" aus der Programmversion 4 mit gesprochenen Texten und Interaktivität über Bilder

Wie viele Informationsseiten die Lernenden in jedem Kapitel erhalten können und schon angeschaut haben, ist in der Kontextleiste abzulesen. In unserem Beispielbild in Abbildung 3.3 sind bisher 3 von 7 Informationsseiten abgerufen worden. Zusammenfassung und Einleitung/Überblick werden nicht gezählt.

In dem Textfeld befinden sich blau markierte Wörter, zu welchen Erklärungen abgerufen werden können. Klickt man auf ein Wort, so öffnet sich ein Fenster und zeigt die entsprechende Erläuterung an (Abbildung 3.4). Diese stammt aus dem Glossar. Über die "hot words" im Glossarfenster können noch weitere Erklärungen angefordert werden. Mit dem Button  schließt man das Fenster. Dieser findet sich im Fenster rechts oben.

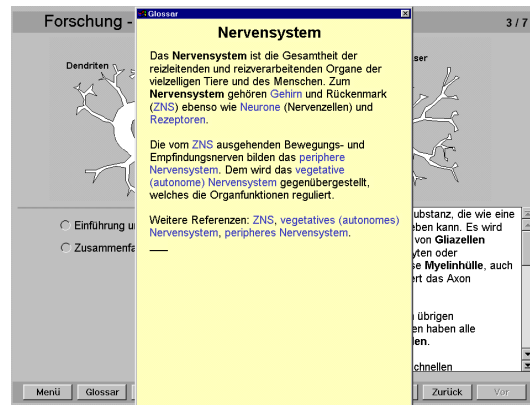


Abbildung 3.4: Diese Bildschirmkopie aus der Programmversion 4 mit gesprochenen Texten und Interaktivität über Bilder zeigt das Glossarfenster

In den übergeordneten Einheiten existieren zu "Einführung und Überblick" normale Buttons, welche in die entsprechenden Unterkapitel führen. In Abbildung 3.5 ist die übergeordnete Einheit zu "Forschung - Physiologie - Nervenzellen" abgebildet. Über die Buttons zu "Der Weg des Reizes", "Rezeptoren" usw. können die Unterkapitel erreicht werden. Wurden einzelne Unterkapitel durchgearbeitet, so sind die entsprechenden Buttons blau markiert, ebenso wie die Verzeichniseinträge im Menü. In übergeordneten Einheiten können nur Informationen zu Einführung/Überblick abgerufen werden.

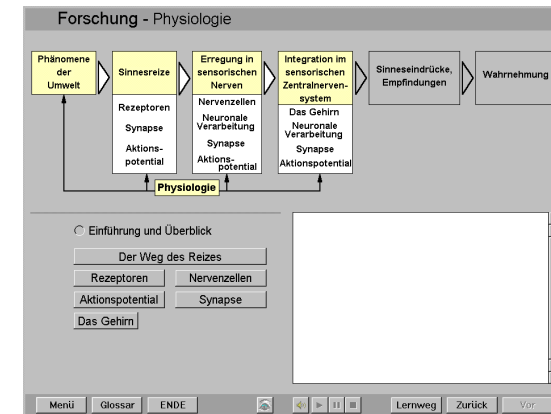


Abbildung 3.5: Übergeordnete Einheit "Forschung - Physiologie" aus der Programmversion 4 mit gesprochenen Texten und Interaktivität über Bilder

Die Steuerleiste

In der Steuerleiste finden sich sechs beschriftete Buttons (von links nach rechts):

1. Menü-Button: Bei einem Klick auf diesen Button gelangt man zum Menü.
2. Glossar-Button: Bei einem Klick auf diesen Button gelangt man zum Glossar.
3. Ende-Button: Will man das Programm verlassen, ist dieser Button der richtige.
4. Lernweg-Button: Bei einem Klick auf diesen Button öffnet sich ein Fenster und zeigt die bisher angeschauten Seiten an (näheres dazu im folgenden Abschnitt).
5. Zurück-Button: Mit diesem Button kann man auf die zuletzt abgerufenen Informationsseiten zurückgehen (näheres dazu im folgenden Abschnitt).
6. Vor-Button: Mit diesem Button kann man, nur wenn zuvor der Zurück-Button gedrückt wurde, die zurückgegangenen Seiten wieder vorblättern (folgender Abschnitt).

Zurück- und Vor-Button

Mit den Vor- und Zurück-Buttons können schon besuchte Informationen abgerufen werden. Angenommen man hat nacheinander z.B. eine erste Information, dann eine zweite bis zur fünften angefordert. Mit dem Zurück- und Vor-Button kann in dieser Reihe nun hin- und hergesprungen werden. Man kann zur vierten und dritten Information - oder noch weiter - zurückspringen, um dann mit dem Vor-Button wieder zur vierten Information vorzugehen. Der Vor-Button wird dabei erst aktiviert, wenn der Zurück-Button betätigt wurde. Steuert man nun

eine Information über einen anderen Weg an (nicht Zurück und Vor), wird der Vor-Button stillgelegt und über den Zurück-Button kann jetzt der Weg 1-2-3-6 beschriftet werden.

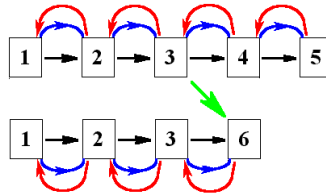


Abbildung 3.6: Mit dem Zurück- und Vor-Button kann unter den besuchten Informationen 1-5 zurück (roter Weg) und vor (blau) gesprungen werden. Steuert man eine Information von einer früher besuchten Information (z.B. Einheit 3) aus nicht über Button Zurück und Vor an, so können nur noch die Einheiten 1-2-3-6 über Vor und Zurück erreicht werden

Der Lernweg

Klicken die Lernenden auf den Button "Lernweg" der Steuerleiste, öffnet sich ein Fenster mit den zuletzt angeschauten Seiten (maximal 50) mit Kontext und Seitennamen.

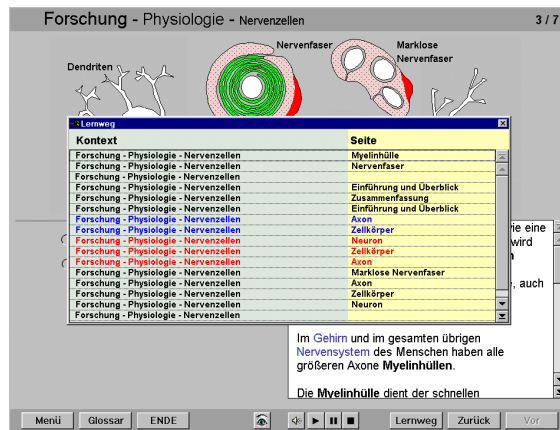


Abbildung 3.7: Lernfenster aus der Version mit auditiven Texten und Bildnavigation

Ganz oben in der Liste steht die gerade präsentierte Seite. Rot markiert sind die Seiten, die über den Zurück-Button erreicht wurden, blau diejenigen, die über den Vor-Button annavigiert und schwarz, die über irgendeinen anderen Weg beschriftet wurden. Klicken die Lernenden

doppelt auf eine Zeile, so gelangen sie zu der entsprechenden Einheit, falls es nicht die aktuelle ist. Über den Button wird das Fenster geschlossen. Ein Eintrag ohne Seitennamen kennzeichnet die Einstiegsseite zu jedem Kapitel, auf welcher keine Sprachinformation angeboten wird.

Das Glossar

Abbildung 3.8 zeigt das Glossar. Es besteht aus vier Feldern: (1) ein Suchfeld (kleines Feld links), in dem ein Begriff eingegeben werden kann, (2) ein Inhaltsfeld (großes Feld links), welches alle Begriffe des Glossars enthält, (3) ein Bezeichnungsfeld (kleines Feld rechts), welches den abgerufenen Begriff benennt, und (4) ein Erklärungsfeld, das die Erläuterung zu dem Suchbegriff präsentiert. Wenn die Lernenden einen Begriff in das Suchfeld eingeben, wird im Inhaltsfeld zur ähnlichsten Stelle gesprungen und diese schwarz unterlegt. Infolge der Eingabe eines "Returns" wird die Erklärung zu dem im Inhaltsfeld vorgeschlagen Begriff im Erklärungsfeld präsentiert.

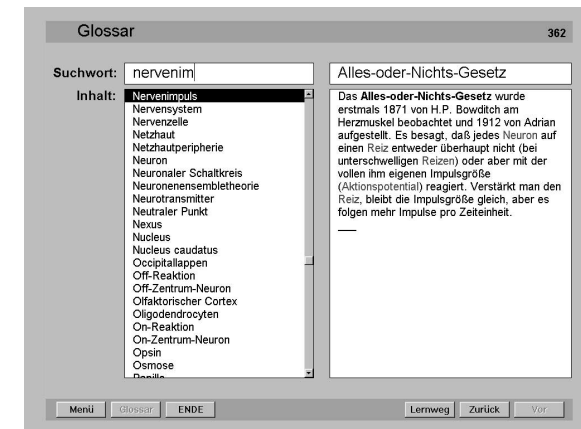



Abbildung 3.8: Diese Bildschirmkopie zeigt den Glossar der Programme

Die Einträge im Inhaltsfeld können auch direkt angeklickt werden. Am Inhaltsfeld befindet sich ein Scrollbalken, mit dem das Textfeld auf und ab verschoben werden kann. In diesem Feld kann man sich auch durch die Pfeiltasten auf und ab bewegen und zur gewünschten Erklärung über die Returneingabe gelangen. Zwischen Suchfeld und Inhaltsfeld kann über die Tabulatortaste der Tastatur gewechselt werden.

Die bildinteraktiven Programmversionen

In jedem Endkapitel findet sich ein Einführungs-/Überblicksteil und eine Zusammenfassung (siehe Abbildung 3.9). Daneben können unterschiedlich viele Informationseinheiten über die Bilder auf jeder Seite abgerufen werden. Wenn man über die Bilder mit der Maus fährt, werden verschiedene Teile, zu denen Informationen vorliegen, grün markiert. In der Regel bestehen die Bildteile aus einem Element, sie können aber wie in Abbildung 3.9 auch zwei Elemente, aber maximal drei, umspannen. Klicken die Benutzer auf das Bildteil, so wird die Information geliefert. Das Bildteil, zu dem die Information gehört, bleibt grün, bis eine neue Informationsseite abgerufen wird. Die Textinformation erscheint in dem weißen Feld. Über den Button mit dem Auge in der Steuerleiste  kann man sich die unbesuchten Einheiten anzeigen lassen. Wird auf diesen Button geklickt, so werden die Einheiten in den Bildern nacheinander für kurze Zeit grün.

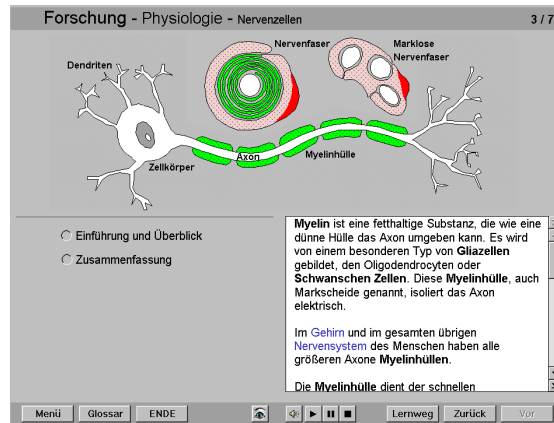



Abbildung 3.9: Bildschirmkopie des Unterkapitels "Forschung - Physiologie - Nervenzellen" aus der Programmversion 4 mit gesprochenen Texten und Interaktivität über Bilder

3.4.3 Die verzeichnisinteraktiven Programmversionen

Auf jeder Seite befindet sich ein Inhaltsverzeichnis (siehe Abbildung 3.10). Neben einem Einführungs-/Überblicksteil und einer Zusammenfassung existieren unterschiedlich viele Einheiten im Verzeichnis (in Abbildung 3.10 z.B. Neuron, Zellkörper, Dendrit usw.). Wenn die Lernenden über diese Einheiten des Inhaltsverzeichnisses mit der Maus fahren, werden diese

Einheiten grün markiert. Klicken sie auf eine Einheit, so wird die Information geliefert. Die Einheit, zu der die Information gehört, bleibt grün, bis eine neue Einheit abgerufen wird.

Über den Button mit dem Auge in der Steuerleiste  kann man sich die unbesuchten Einheiten anzeigen lassen. Wird auf diesen Button geklickt, so werden die Einheiten im Verzeichnis nacheinander für kurze Zeit grün.

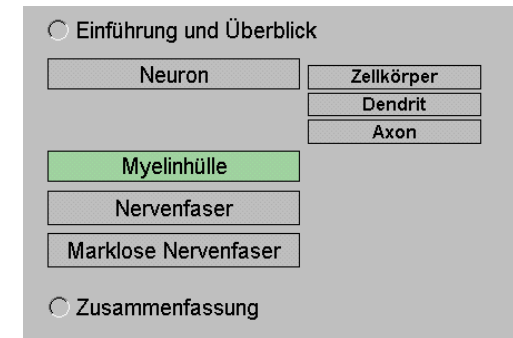


Abbildung 3.10: Inhaltsverzeichnis des Unterkapitels "Forschung - Physiologie - Nervenzellen" aus den verzeichnisinteraktiven Programmversionen

3.4.4 Gesprochener Text in den Programmversionen

In allen Programmversionen gibt es gesprochenen Text zu den Hauptinformationen, allerdings in unterschiedlicher Menge. Hauptinformationen werden in den Endkapiteln über die interaktiven Bilder oder die Verzeichnisse (nicht das Inhaltsverzeichnis im Menü) abgerufen. Zu Einleitung/Überblick, Zusammenfassung und Glossarinformationen liegen keine auditiven Informationen vor. Begeben sich die Lernenden zum ersten Mal auf eine Seite mit Hauptinformation, so wird automatisch der gesprochene Text gestartet. Bei einem nochmaligen Besuch der Informationen ist dies nicht mehr der Fall. In den Versionen, in denen der gesprochene Text mit dem geschriebenen Text übereinstimmt, existiert noch eine Audio-Steuergruppe



in der Steuerleiste. Hier können die Lernenden die auditiven Texte abspielen, pausieren und stoppen lassen. Mit dem linken Button kann die Lautstärke eingestellt werden.

3.5 Auswertungsmethode

Die statistische Auswertung der Daten wurde mit dem Statistikprogramm SPSS 8.0.1 für Windows vorgenommen. Die Auswertung erfolgte in drei Zügen, welche folgend beschrieben werden.

Zuerst wurde überprüft, ob die Parallelisierung der Gruppen bzgl. der Variablen Computererfahrung, Interesse am Studienfach, thematisches Interesse und Vorwissen gelungen ist. Dazu wurde ein Mittelwertsvergleich mit einem t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Die Nullhypothese beinhaltet dabei, daß die Mittelwerte der betreffenden Variablen gleich sind. Um davon ausgehen zu können, daß dies zutrifft, muß man sich gegen den β -Fehler absichern, indem der α -Fehler höher gewählt wird. Gewöhnlich wird er dann auf .20 gesetzt. Wird im Test $p > .20$, so geht man davon aus, daß die Parallelisierung bzgl. der Variablen geglückt ist.

Im folgenden Schritt wurden Skalen- und Itemanalysen für sämtliche in den Fragebogen verwendeten Skalen und Aufgaben gerechnet. Für jedes Item wurden Mittelwert, Standardabweichung und korrigierte Trennschärfe bzgl. der zugehörigen Skala berechnet. Items mit Trennschärfekoeffizienten kleiner oder gleich Null wurden im weiteren nicht mehr berücksichtigt. Für die resultierenden Skalen wurden dann Mittelwert, Standardabweichung, Schiefe und Exzeß ermittelt. Damit kann die Verteilungsform beurteilt werden. Als Reliabilitätsmaß der Skalen wurde die innere Konsistenz über Cronbach's α berechnet. In Anhang C und D finden sich alle Kennwerte der Items. Die Skalenwerte werden im Methodenteil aufgeführt.

Im dritten Schritt wurden die Hypothesen durchgängig mit parametrischen Verfahren überprüft. Zur Prüfung von Unterschiedshypothesen und Wechselwirkungen wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse für unabhängige Stichproben berechnet. Um festzustellen, welche Mittelwerte sich unterscheiden, wurde mit Scheffé-Tests ein A-posteriori-Vergleich durchgeführt. Zusammenhangshypothesen wurden an Produkt-Moment-Korrelationen geprüft.

Damit dies erlaubt ist, müssen verschiedene Forderungen erfüllt sein. Eine erste Forderung ist, daß die Skalen zumindest intervallskaliert sind. Da alle bis auf die im Wissenstest verwendeten Items mit einem fünfstufigen likert-skalierten Rating eingeschätzt werden, wird diese Forderung als erfüllt angesehen. Zwischen den Skalenstufen wird dabei angenommen, daß sie gleiche Abstände aufweisen. Eine zweite Forderung ist, daß die Daten auf den einzelnen Skalen normalverteilt sind. Dazu wurde entweder ein Kolmogoroff-Smirnov-Test oder bei den Varianzanalysen der Bartlett-Box-Test gerechnet. Wird die Normalverteilungsannahme ver-

letzt, so gilt dies erst als problematisch, wenn sehr kleine Stichproben oder ungleiche Stichprobengrößen vorliegen (Bortz, 1993). Im allgemeinen gelten die verwendeten Verfahren als relativ robust gegenüber Verletzungen der Vorannahmen (Bortz, 1993).

4 Ergebnisse

Nach der allgemeinen Bewertung der Bilder sowie der geschriebenen und gesprochenen Texte folgt die Überprüfung der Hypothesen. Zuerst werden die Programmversionen bzgl. ihrer motivationalen Anregung und allgemeinen Akzeptanz verglichen, bevor die Unterschiede in der Programmnutzung, den eingesetzten computer- und bildbezogenen Lernstrategien und den Lernleistungen dargestellt werden. Danach stehen für jede Programmversion die Zusammenhänge zwischen den Lernleistungen und der Programmnutzung, den computer- und bildbezogenen Lernstrategien sowie den Lernermerkmalen im Blickpunkt. Abschließend werden die Zusammenhänge zwischen den Lernermerkmalen und der Programmnutzung bzw. den computer- und bildbezogenen Lernstrategien getrennt nach den Programmversionen ermittelt.

4.1 Bewertung der medialen Komponenten

Am Anfang der Ergebnisdarstellung steht die allgemeine Überprüfung der Informationsarten bzgl. ihrer Eignung zur Informationskommunikation. Sollten sich die geschriebenen und gesprochenen Texte als unleserlich, schwer verständlich, unnütz oder in ihrer Menge als zuviel herausstellen, so muß dies in der Interpretation der weiteren Analysen berücksichtigt werden. Darüber hinaus verändert sich möglicherweise die Bewertung der Bilder und geschriebenen Texte in Abhängigkeit davon, ob auditiver Text verwendet und über Bilder navigiert wird.

Die Mehrzahl der Probanden war über alle Programmversionen hinweg der Meinung, daß die geschriebenen Informationen wahrnehmbar, verständlich und nützlich sind und meist nicht zuviel Information auf einmal dargeboten wurde. Tabelle 4.1 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der Bewertungen sowie die Ergebnisse der Varianzanalyse. Ein Wert bei 1 oder 2 bedeutet dabei Zustimmung zu der Aussage (ja, eher ja), ein Wert bei 4 oder 5 Ablehnung (eher nein, nein). Die visuellen Texte waren eher klar und deutlich zu lesen und ihnen konnte im allgemeinen gut gefolgt werden. Stil und Wortwahl werden als verständlich empfunden. Insgesamt wurden die visuellen Informationen als nützlich und hilfreich eingeschätzt. Die Probanden mit identischen gesprochenen Aufnahmen fühlten sich von den visuellen Texten nicht gestört und beachteten diese auch. Die Probanden waren insgesamt der Meinung, daß meist nicht zuviel geschriebene Information auf einmal präsentiert wurde. Die statistische Prüfung ergibt keine signifikanten Unterschiede in den Mittelwerten der Itemeinschätzungen.

Tabelle 4.1: Beurteilung der visuellen Texte bzgl. Wahrnehmbarkeit, Verständlichkeit, Nützlichkeit und Menge ($n_V = 17$; $n_B = n_{V/A} = n_{B/A} = 18$). Die Items wurden an einer fünfstufigen Skala (ja, eher ja, teils teils, eher nein, nein) eingeschätzt (F1 = Faktor *Interaktivität*, F2 = Faktor *Audio*)

		Programmversionen					F-Werte			
							F1	F2	F1*	
		V	B	V/A	B/A	Alle	F _(1,67)	F _(1,67)	F _(1,67)	
Wahrnehmbarkeit										
(1) Die geschriebenen Informationen waren klar und deutlich zu lesen.	M SD	1.47 .51	1.33 .49	1.39 .78	1.17 .52	1.34 .58	1.67	.80	.09	
(2) Ich konnte mich gut auf die geschriebenen Informationen konzentrieren.	M SD	2.12 .93	1.94 .73	2.00 .91	1.61 .98	1.92 .89	1.77	1.14	.26	
Verständlichkeit										
(3) Stil und Wortwahl in den geschriebenen Textteilen waren für mich verständlich.	M SD	1.47 .51	1.44 .62	1.50 .71	1.17 .38	1.39 .59	1.77	.85	1.29	
Nützlichkeit										
(4) Die geschriebenen Informationen waren für mich hilfreich.	M SD	1.24 .44	1.56 .78	1.50 .79	1.22 .43	1.38 .64	.02	.05	3.92	
(5) Die geschriebenen Informationen haben mich gestört.	M SD	— —	— —	4.89 .32	4.89 .32	4.89 .32	—	.00 ¹⁾	—	
(6) Ich habe auf die geschriebenen Informationen kaum geachtet.	M SD	— —	— —	4.44 .86	4.56 .86	4.50 .85	—	.15 ¹⁾	—	
Menge										
(7) Auf einem Bildschirm wurden meistens zuviel geschriebene Informationen präsentiert.	M SD	4.24 1.30	3.94 1.11	4.22 .73	4.22 .65	4.15 .97	.39	.32	.39	

(* $p < .05$, ** $p < .01$; ¹⁾ = $F_{(1,34)}$)

Die Mehrzahl der Probanden, welche mit auditiven Texten lernen sollten, gaben überwiegend an, daß die gesprochenen Informationen wahrnehmbar, verständlich und nützlich sind und meist nicht zuviel Information auf einmal dargeboten wurde. Tabelle 4.2 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der Bewertungen sowie die Ergebnisse der Varianzanalyse. Ein Wert bei 1 oder 2 bedeutet dabei Zustimmung zu der Aussage (ja, eher ja), ein Wert bei 4 oder 5 Ablehnung (eher nein, nein). Die gesprochenen Texte waren klar und deutlich zu hören und ihnen konnte im allgemeinen gut gefolgt werden. Stil und Wortwahl werden als verständlich empfunden. Größtenteils wurden die gesprochenen Informationen als nützlich eingeschätzt. Die gesprochenen Informationen wurden beachtet, eher als hilfreich bewertet und eher nicht als störend empfunden. Die Probanden waren insgesamt der Meinung, daß meist nicht zuviel gesprochene Information auf einmal präsentiert wurde. Die Mittelwerte der Itemeinschätzungen

gen unterscheiden sich nicht signifikant. Tendenziell werden die gesprochenen Texte in der Version "Verzeichnis/Audio" als hilfreicher beurteilt ($p = .10$).

Tabelle 4.2: Beurteilung der auditiven Texte bzgl. Wahrnehmbarkeit, Verständlichkeit, Nützlichkeit und Menge. Die Items wurden an einer fünfstufigen Skala (ja, eher ja, teils teils, eher nein, nein) eingeschätzt

		V/A	B/A	Alle	$t_{(34)}$ -Wert
Wahrnehmbarkeit					
(1) Die gesprochenen Informationen waren klar und deutlich zu hören.	M SD	1.11 .32	1.00 .00	1.06 .23	1.46
(2) Ich konnte den gesprochenen Informationen aufmerksam folgen.	M SD	1.61 .78	1.94 .73	1.78 .76	1.33
Verständlichkeit					
(3) In den gesprochenen Textteilen waren Stil und Wortwahl für mich verständlich.	M SD	1.39 .50	1.39 .98	1.39 .77	.00
Nützlichkeit					
(4) Die gesprochenen Informationen waren für mich hilfreich.	M SD	1.67 .84	2.22 1.11	1.94 1.01	1.69
(5) Die gesprochenen Informationen haben mich gestört.	M SD	4.33 .84	3.83 1.25	4.08 1.08	1.41
(6) Ich habe auf die gesprochenen Teile kaum geachtet.	M SD	4.44 .78	4.22 1.22	4.33 1.01	.66
Menge					
(7) Es wurden zuviel gesprochene Informationen auf einmal präsentiert.	M SD	4.06 1.11	4.06 1.00	4.06 1.04	.00

(* $p < .05$, ** $p < .01$)

Für ca. 70% der Probanden erwies sich insgesamt die Menge an gesprochenen Informationen als zufriedenstellend und für über 80% erfolgte die Präsentation der gesprochenen Informationen in angemessener Geschwindigkeit (Tabelle 4.3). Eine Versuchsperson beantwortete die Frage nach der Präsentationsgeschwindigkeit nicht im angegebenen Antwortformat. Aus der hinzugefügten Notiz war zu entnehmen, daß sie die Geschwindigkeit mal als zu schnell und mal als zu langsam empfand.

Die Bilder wurden insgesamt als hilfreich, verständlich, anschaulich und eher unkompliziert bewertet. Tabelle 4.4 beinhaltet die Mittelwerte und Standardabweichungen der Einschätzungen. Die statistische Überprüfung ergab keine signifikanten Mittelwertsunterschiede. Tendenziell werden die Illustrationen als komplizierter eingeschätzt, wenn über sie navigiert wird ($p = .10$).

Tabelle 4.3: Absolute Häufigkeiten der Bewertung der auditiven Texte bzgl. ihrer Präsentationsgeschwindigkeit und ihrer Menge

Programm- version	Wahrnehmbarkeit			
	Die Präsentation der gesprochenen Information erfolgte			
	zu schnell	in angemessener Geschwindigkeit	zu langsam	alle
Verz/Audio	1 (5.56%)	16 (88.89%)	1 (5.56%)	18
Bild/Audio	2 (11.76%)	13 (76.47%)	2 (11.76%)	17
Alle	3 (8.57%)	29 (82.86%)	3 (8.57%)	35
	Menge			
	Das Angebot an gesprochener Information war			
	zu wenig	genau die richtige Menge	zu viel	alle
Verz/Audio	2 (11.11%)	12 (66.67%)	4 (22.22%)	18
Bild/Audio	3 (16.67%)	13 (72.22%)	2 (11.11%)	18
Alle	5 (13.89%)	25 (69.44%)	6 (16.67%)	36

Tabelle 4.4: Beurteilungen der Bilder, wie hilfreich, verständlich, anschaulich und kompliziert sie sind. Die Items wurden an einer fünfstufigen Skala (trifft gar nicht zu, trifft kaum zu, trifft etwas zu, trifft ziemlich zu, trifft völlig zu) eingeschätzt (F1 = Faktor *Interaktivität*, F2 = Faktor *Audio*)

	Programmversionen										F-Werte		
	V		B		V/A		B/A		Alle		F1	F2	F1*2
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	$F_{(1,67)}$	$F_{(1,67)}$	$F_{(1,67)}$
hilfreich	4.59	.71	4.72	.46	4.67	.59	4.72	.46	4.68	.55	.50	.09	.09
verständlich	4.65	.49	4.44	.51	4.61	.50	4.61	.50	4.58	.50	.72	.30	.72
anschaulich	4.65	.49	4.50	.62	4.44	.51	4.67	.49	4.56	.53	.09	.02	2.15
kompliziert	1.53	.72	2.06	1.16	1.78	.55	1.89	.68	1.82	.82	2.74	.05	1.16

(* $p < .05$, ** $p < .01$)

Zusammenfassend erhielten die geschriebenen und gesprochenen Texte sowie die Bilder eine zufriedenstellende Beurteilung und können daher als geeignet für die Vermittlung der Lehrinhalte angesehen werden. Zwischen den Programmversionen ließen sich keine Unterschiede in den Beurteilungen der Informationsarten nachweisen.

4.2 Unterschiede in motivationaler Anregung und Akzeptanz

Entsprechend den Hypothesen 31 - 36 wurde erwartet, daß die Programmversionen mit interaktiven Bildern und auditiven Texten in ihrer motivationalen Anregung und allgemeinen Akzeptanz besser beurteilt werden. Keine der Hypothesen konnte bestätigt werden. Unterschiede in der Beurteilung der Programmversionen konnten nicht gefunden werden. Die Mittelwerte unterscheiden sich nicht signifikant.

Tabelle 4.5: Unterschiede in motivationaler Anregung und allgemeiner Akzeptanz zwischen den vier Programmversionen (F1 = Faktor *Interaktivität*, F2 = Faktor *Audio*)

Akzeptanz und Anregung	Versionen der Lernprogramme								F-Werte		
	Verz		Bild		Verz/Audio		Bild/Audio		F1	F2	F1*2
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	F _(1,67)	F _(1,67)	F _(1,67)
Akzeptanz (Fragebogen)	25.47	3.74	24.17	4.73	24.06	5.13	25.33	4.93	.00	.01	1.35
Akzeptanz (Polarität)											
Verständlichkeit	23.00	2.50	23.22	3.39	21.39	3.40	22.44	3.17	.73	2.56	.31
Nützlichkeit	23.35	3.71	24.50	3.03	24.00	2.83	24.28	3.03	.90	.08	.34
Attraktivität	26.06	5.26	28.11	4.24	27.33	4.16	27.72	4.50	1.28	.17	.59
Motiv. Anregung	32.00	3.97	31.33	6.38	32.44	4.50	33.22	3.28	.00	1.10	.42

(* p < .05, ** p < .01)

Auf der Akzeptanzdimension *Verständlichkeit* zeigt sich ein Trend, nach dem die Programmversionen mit gesprochenen Texten als weniger verständlich eingeschätzt werden als die Versionen mit kurzen Einheitsnennungen. Die Programmversionen "Verzeichnis" und "Bild" erreichen die höchsten Mittelwerte. Der Faktor "Audio" verpaßt aber das Signifikanzniveau (p < .12). Auf der Akzeptanzdimension *Attraktivität* werden die bildinteraktiven Programmversionen im Durchschnitt positiver eingeschätzt als die verzeichnisinteraktiven Versionen. Der Faktor "Interaktivität" wird aber nicht signifikant (p < .27). Die Programme mit gesprochenen Texten werden als motivational anregender eingeschätzt. Die Mittelwertsunterschiede erreichen aber ebenfalls nicht das Signifikanzniveau (p < .30).

Als Nebenprodukt der statistischen Analyse wurde überprüft, ob die Skalen *Verständlichkeit*, *Nützlichkeit* und *Attraktivität* für eine Akzeptanzeinschätzung tauglich sind, weil in der Untersuchung von Paechter (1996) keine Gütekriterien angegeben wurden, dieses Instrument aber sehr praktisch eingesetzt werden kann. Die Skalen- und Itemanalysen (siehe Kapitel 3 und Anhang D) liefern zufriedenstellende Ergebnisse. Zusätzlich wurden die Skalen mit der Ein-

stellungsskala von Eiwan (1998) korreliert. Es errechnen sich signifikante Zusammenhänge: Mit der Einschätzskala von Eiwan (1998) korreliert die Skala *Verständlichkeit* mit .55 (p < .01), *Nützlichkeit* mit .59 (p < .01) und *Attraktivität* mit .55 (p < .01). Das Instrument bietet sich für weitere Untersuchungen an.

4.3 Unterschiede bei der Programmnutzung

Entsprechend den Hypothesen 25 - 27 sollte sich die Programmnutzung zwischen den Versionen unterscheiden. Es wird angenommen, daß die unterschiedlichen Interaktionsqualitäten und die verwendeten Informationsarten einen Einfluß auf die Nutzung der Programme ausüben. Tabelle 4.6 faßt die Ergebnisse zusammen. Im Großen und Ganzen stellen sich keine signifikanten Haupteffekte und Interaktionen in den Varianzanalysen ein. Die Programmnutzungen unterscheiden sich statistisch nicht maßgeblich voneinander. Die Verwendung von gesprochenem Text und Navigation über Bilder scheint sich trotzdem auf die Nutzung auszuwirken, die meisten Unterschiede werden allerdings nicht signifikant.

Die Gesamtdauer des Computerlernens unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den Programmversionen. Insgesamt liegt der Durchschnitt bei 10659s (2h 57min 39s). Für die Programmversion mit gesprochenen Texten und Navigation über Bilder wird mehr Zeit benötigt wie für die anderen Programmversionen. Die Differenz beträgt ca. 15 min zum Durchschnitt der drei anderen Versionen.

Wenn man die reine Lernzeit bzgl. der Inhalte (Variable Themenseiten) betrachtet, wie sie über Einleitung/Überblick, Hauptinformationen und Zusammenfassungen vermittelt werden, deutet sich ein Unterschied zwischen den Programmversionen mit gesprochenen Texten und den Versionen mit kurzer Nennung der Informationseinheit an. Der Unterschied zwischen den Programmen mit und ohne gesprochenen Texten beträgt im Mittel 912s (= 15min 12s), bleibt aber über dem Signifikanzniveau (p < .15). Der nichtsignifikante Unterschied basiert hauptsächlich darauf, daß mit den auditiven Programmversionen signifikant mehr Zeit (im Mittel 1404s = 23min 24s) für die Hauptinformationen verwendet wird (F_(1,67) = 7.72, p < .01). Dafür wird tendenziell weniger Zeit mit den Zusammenfassungen verbracht (F_(1,67) = 3.07, p < .08). Diese Unterschiede können nicht auf Differenzen in den Abrufhäufigkeiten von Hauptinformationen und Zusammenfassungen zurückgeführt werden. Ein nichtsignifikanter Einfluß geht vom Faktor "Interaktivität" aus. In den Programmen mit Navigation über Verzeichnisse wird tendenziell weniger Zeit mit den Einleitungen verbracht (F_(1,67) = 2.29, p < .14). Auch dieser Unterschied ist nicht auf die Abrufhäufigkeiten der Einleitungen zurückzuführen.

Tabelle 4.6: Unterschiede in der Programmnutzung zwischen den Programmversionen (F1 = Faktor *Interaktivität*, F2 = Faktor *Audio*)

Programmnutzung	Versionen der Lernprogramme								F-Werte		
	Verz		Bild		Verz/Audio		Bild/Audio		F1	F2	F1*2
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	F _(1,67)	F _(1,67)	F _(1,67)
Gesamtdauer	10573	2386	10220	3245	10506	3300	11332	2653	.12	.58	.73
Dauer der Themenseiten	9273	2155	8961	2900	9516	2929	10535	2351	.33	2.14	1.15
Dauer der Einstiegsseiten	230	123	234	137	199	131	234	208	.27	.19	.18
Dauer der Einleitungen	1109	462	1160	721	812	639	1185	486	2.29	.95	1.32
Dauer der Zusammenfng	1744	724	1534	731	1271	1018	1326	758	.16	3.07	.46
Dauer der Infoseiten	6190	2020	6033	2481	7235	2059	7791	1883	.15	7.72**	.50
Anzahl der bearbeiteten Themen	10.59	1.00	10.72	.75	10.44	.62	10.83	.38	2.34	.01	.56
Anzahl der aufgerufenen Themenseiten	189.3	68.2	186.4	58.3	197.6	53.5	193.0	66.0	.06	.26	.00
Anzahl der bearbeiteten Informationsseiten (92)	83.06	14.73	76.50	16.92	85.67	7.03	82.44	12.72	2.38	1.82	.28
Anzahl der bearbeiteten Einführungen (16)	12.59	4.03	10.67	4.06	10.11	4.73	12.67	4.39	.10	.05	4.77*
Anzahl der bearbeiteten Zusammenfassungen (11)	9.88	1.45	8.78	2.49	9.11	2.08	9.00	3.11	1.17	.24	.78
Dauer der aufgerufenen Begriffserklärungen aus dem Programmteil	812	1175	872	1171	613	558	487	513	.02	1.84	.18
Anzahl der aufgerufenen Begriffserklärungen aus dem Programmteil	22.47	28.66	27.50	27.40	28.17	25.31	19.28	21.23	.10	.04	1.30
Dauer des Glossarteils	204	481	57	111	109	229	52	97	2.49	.60	.48
Anzahl der aufgerufenen Begriffserklärungen im Glossarteil	9.29	24.09	4.61	8.82	10.44	19.78	4.44	8.56	1.83	.02	.03
Verweildauer im Menü	257	172	299	202	222	146	230	210	.32	1.43	.15
Anzahl der Menüaufrufe	22.29	12.90	22.00	14.68	19.50	8.56	19.50	13.93	.00	.77	.00
Verweildauer im Lernweg	26	36	31	32	47	38	28	39	.69	1.07	1.75
Anzahl der Lernwegabfragen	1.41	1.42	1.83	1.92	2.33	2.38	2.39	3.58	.17	1.69	.10
Pausendauer	904	1129	821	832	566	545	685	672	.01	1.49	.27
Anzahl der Pausen	2.00	1.32	1.44	1.10	1.28	1.07	1.44	1.25	.48	1.64	1.64
Anzahl der vollständig gehörten auditiven Texte	—	—	—	—	68.11	19.11	73.94	19.43	—	.83 ¹⁾	—
Dauer der auditiven Texte	—	—	—	—	4263	668	4152	1145	—	.13 ¹⁾	—

(* p < .05, ** p < .01; ¹⁾ = F_(1,34))

Erstaunlich ist, daß in allen Programmversionen durchschnittlich ca. 224s (= 3min 44s) auf den Einstiegsseiten zu den Kapiteln verweilt wurde, obwohl hier keinerlei Sprachinformation präsentiert wird und lediglich die Bilder mit ihren Beschriftungen betrachtet werden können. Das ergibt pro Einstiegsseite (11 Seiten der Endkapiteln) ungefähr 20s.

Hinsichtlich der Anzahl der bearbeiteten Kapitel, der absoluten Anzahl insgesamt aufgerufener Themenseiten, der Anzahl aufgerufener unterschiedlicher Informationsseiten (von 92) und Zusammenfassungen (von 11) unterscheiden sich die Programmversionen nicht signifikant. Tendenziell werden in den bildinteraktiven Programmen mehr Kapitel bearbeitet ($F_{(1,67)} = 2.34$, $p < .14$), aber weniger Hauptinformationen über die Bilder abgerufen ($F_{(1,67)} = 2.38$, $p < .13$). Für die Anzahl der bearbeiteten Einführungen (von 16) ergibt sich ein signifikanter Interaktionseffekt ($F_{(1,67)} = 4.77$, $p < .05$).

Durchschnittlich rufen die Probanden aller Programmversionen 24 mal eine Begriffserklärung aus dem Programm heraus auf. Zwischen den Programmen besteht in den Aufrufhäufigkeiten kein statistisch signifikanter Unterschied. Beim Lernen mit gesprochenen Texten scheinen dabei die Probanden tendenziell weniger Zeit mit den Erklärungen zu verbringen ($F_{(1,67)} = 1.84$, $p < .19$). In das Glossar als eigenen Programmteil begeben sich nur 32 von 71 Lernern ($n_V = 6$, $n_B = 9$, $n_{V/A} = 9$, $n_{B/A} = 8$). Von diesen 32 Lernern nutzen nur 13 diesen Glossarteil intensiver und rufen mehr als 10 Erklärungen ab (bis zu 98). 19 Lerner rufen weniger als 10 Erklärungen ab, davon neun Lerner maximal drei. Die für den Glossarteil aufgewendete Zeit unterscheidet sich zwischen den Programmen nicht signifikant. Die dennoch vorhandenen Unterschiede in den Mittelwerten werden durch exzessive Nutzer erzeugt. 10 der 32 Nutzer verweilen dabei mehr als drei Minuten im Glossarteil, über fünf Minuten sind es noch fünf Nutzer, wobei sich die Spitzennutzer mit ca. 22 und 26 min in der Programmversion "Verzeichnis" befinden.

Mittelwertsunterschiede in der Verweildauer im Menü und der Anzahl der Menüaufrufe sind statistisch nicht signifikant. Ebenso ergeben sich bei der Nutzung des Lernweges keine signifikanten Abweichungen zwischen den Gruppen. Bei den Programmversionen mit gesprochenen Texten werden durchschnittlich weniger Pausen eingelegt, bei ca. vier Minuten weniger Pausenzeit. Diese Unterschiede werden nicht signifikant ($p < .23$).

Insgesamt werden in den Programmen mit Audio von den durchschnittlich ca. 84 von 92 bearbeiteten Informationsseiten 71 gesprochene Texte vollständig angehört. Die Hördauer der Texte liegt dabei um 4207s bei einer mittleren Verweildauer auf den Informationsseiten von ca. 7513s.

4.4 Unterschiede in den Lernstrategien

Von einer Navigation über Bilder wird erwartet, daß sie verschiedene förderliche bildbezogene Lernstrategien provoziert. So sollen die Lernstrategien *Organisation, Zusammenhänge herstellen, metakognitive Strategien, Anstrengung und Aufmerksamkeit* von den Probanden vermehrt eingesetzt werden. Die Lernstrategie *Wiederholen* sollte keine Unterschiede aufweisen, da sie nicht unmittelbar von einer Navigation über Bilder betroffen ist. Von gesprochenen Texten wird erwartet, daß sie sich ebenfalls auf die bildbezogenen Strategien auswirken. Auf welche Art und Weise wurde nicht spezifiziert. Tabelle 4.7 zeigt die Ergebnisse der Datenanalyse bzgl. der bildbezogenen Lernstrategien. Die entsprechenden Hypothesen 13 - 15 konnten teilweise bestätigt werden.

Tabelle 4.7: Unterschiede in den bildbezogenen Lernstrategien zwischen den vier Lernprogrammversionen (F1 = Faktor *Interaktivität*, F2 = Faktor *Audio*)

Bildbezogene Lernstrategien	Versionen der Lernprogramme								F-Werte		
	Verz		Bild		Verz/Audio		Bild/Audio		F1	F2	F1*2
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	F _(1,67)	F _(1,67)	F _(1,67)
Organisation	15.65	4.14	19.11	4.27	18.89	3.46	18.28	3.48	2.44	1.74	4.97*
Zusammenhänge	39.94	6.04	40.22	8.10	42.33	5.98	41.17	6.58	.08	1.09	.21
Wiederholen	17.65	4.83	19.06	6.73	19.22	4.68	18.28	4.40	.04	.10	.89
Metakog. Strat.	38.12	6.95	44.17	7.35	41.00	6.33	42.44	6.32	5.47*	.13	2.07
Anstrengung	13.88	2.34	14.78	2.51	14.00	3.05	15.83	2.90	4.47*	.83	.53
Aufmerksamkeit	27.18	4.43	27.89	4.43	28.06	3.46	28.00	4.01	.11	.26	.16

(* p < .05, ** p < .01)

Der Faktor "Interaktivität" zeigt einen signifikanten Einfluß auf die metakognitiven Strategien ($F_{(1,67)} = 5.47$, $p < .05$) und auf die Anstrengungsstrategien ($F_{(1,67)} = 4.47$, $p < .05$). In den bildinteraktiven Programmen werden diese Strategien vermehrt eingesetzt. Bei den Organisationsstrategien zeigt sich eine Tendenz, daß durch die Interaktion über Bilder vermehrt diese Strategien eingesetzt werden. Die Unterschiede erreichen aber nicht das Signifikanzniveau ($F_{(1,67)} = 2.44$, $p < .13$). Ebenso steigt durch die Verwendung gesprochener Texte der Einsatz organisierender Bildverarbeitungsstrategien. Der Einfluß des Faktors "Audio" wird aber auch nicht signifikant ($F_{(1,67)} = 1.74$, $p < .19$). Dafür errechnet sich eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren "Interaktivität" und "Audio" ($F_{(1,67)} = 4.97$, $p < .05$). Die Hinzunahme gesprochener Texte zur verzeichnisinteraktiven Lernprogrammversion erhöht den Einsatz organisie-

render Bildverarbeitungsprozesse, während bei den bildinteraktiven Versionen der Strategieinsatz in etwa gleich hoch ausfällt.

In den Hypothesen 19 - 21 wird vermutet, daß die Interaktionsqualität und die verwendeten Informationsarten den Einsatz computerbezogener Strategien verändern können. Keine der Hypothesen konnte bestätigt werden. Die Art der Interaktion und der Einsatz gesprochener Texte scheinen sich nicht maßgeblich auf die computerbezogenen Strategien auszuwirken. Die Lernenden setzen insgesamt in etwa dieselben computerbezogenen Strategien ein.

Tabelle 4.8: Unterschiede in den eingesetzten computerbezogenen Lernstrategien zwischen den vier Programmversionen (F1 = Faktor *Interaktivität*, F2 = Faktor *Audio*)

Computer-bezogene Lernstrategien	Versionen der Lernprogramme								F-Werte		
	Verz		Bild		Verz/Audio		Bild/Audio		F1	F2	F1*2
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	F _(1,67)	F _(1,67)	F _(1,67)
Organisation	8.41	2.85	8.78	3.47	8.94	3.10	9.17	3.40	.15	.36	.01
Zusammenhänge	24.94	3.83	23.94	7.38	25.89	5.18	24.67	7.00	.60	.34	.01
Kritisches Prüfen	11.35	3.57	10.94	4.25	11.67	2.83	10.67	4.64	.58	.00	.10
Wiederholen	10.29	3.12	9.89	3.91	9.61	3.62	10.11	2.78	.00	.08	.32
Metakog. Strat.	19.82	3.70	19.33	5.40	18.83	4.41	19.17	3.24	.01	.33	.17
Anstrengung	17.62	2.01	17.42	2.57	16.50	3.81	18.17	3.75	.96	.06	1.57
Aufmerksamkeit	17.88	4.44	18.00	5.71	18.17	4.59	18.33	5.13	.01	.07	.00

(* p < .05, ** p < .01)

In den audiobezogenen Strategien ergeben sich zwischen den Versionen "Verzeichnis/Audio" und "Bild/Audio" keine Unterschiede in den Mittelwerten. Die Interaktionsqualität wirkt sich somit nicht darauf aus, welche Strategie bei der Verarbeitung der gesprochenen Texte eingesetzt wird. Insgesamt scheinen die Probanden beim Hören der gesprochenen Texte die geschriebenen Texte mitzulesen und die vorhandenen Bilder teilweise aufmerksam zu verfolgen.

Tabelle 4.9: Unterschiede in den audiobezogenen Fragen zwischen den vier Programmversionen

Item	Verz/Audio		Bild/Audio		t ₍₃₄₎ -Wert
	M	SD	M	SD	
(38) Während die gesprochenen Informationen präsentiert wurden, habe ich den geschriebenen Text mitgelesen	4.00	1.08	4.39	.92	1.16
(47) Während die gesprochene Information präsentiert wurde, habe ich die Bilder aufmerksam mitverfolgt	3.61	1.29	3.11	1.28	1.17

(* p < .05, ** p < .01)

4.5 Lernleistung

In diesem Abschnitt werden zunächst die Unterschiede in der Lernleistung zwischen den Programmversionen beschrieben. Daran schließen sich die Zusammenhänge zwischen Lernleistung und Programmnutzung sowie Lernleistung und computer-, bild- oder audiobezogenen Lernstrategien an.

4.5.1 Unterschiede in der Lernleistung

Interaktivität über Bilder und eine bimodale Darbietung von Texten sollen sich gemäß den Hypothesen 1 - 3 auf die Lernleistung positiv auswirken. Um die Effekte auf das Lernen differenzierter zu betrachten, setzt sich der Gesamttest aus einem Fragenteil zu den Textinhalten und zu den Bildern zusammen. In der Lernleistung ergeben sich zwischen den Programmversionen im Gesamttest, im Bilder- und im Texttest keine signifikanten Unterschiede. In der Version "Bild/Audio" erreichen die Versuchspersonen durchschnittlich mehr Punkte in den einzelnen Testteilen als in den anderen drei Programmversionen, statistisch wird diese Differenz allerdings nicht relevant.

Tabelle 4.10: Unterschiede in der Lernleistung zwischen den vier Programmversionen (F1 = Faktor *Interaktivität*, F2 = Faktor *Audio*)

Lernleistung	Versionen der Lernprogramme								F-Werte		
	Verz		Bild		Verz/Audio		Bild/Audio		F1	F2	F1*2
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	F _(1,67)	F _(1,67)	F _(1,67)
Gesamttest	69.82	29.25	71.94	26.13	74.78	22.20	80.94	21.40	.49	1.40	.12
Textwissen	37.18	16.27	37.17	15.60	39.22	12.91	41.89	12.30	.15	.99	.15
Bildwissen	32.65	14.26	34.78	11.31	35.56	10.23	39.06	9.94	1.06	1.73	.06

(* p < .05, ** p < .01)

4.5.2 Zusammenhänge zwischen Lernleistung und Programmnutzung

Entsprechend Hypothese 12 wird erwartet, daß unterschiedliche Nutzungsmuster mit der Lernleistung zusammenhängen. Die Ergebnisse zeigen, daß für die Programmversionen Muster entdeckt werden konnten, im Vergleich der Versionen jedoch keine Zusammenhänge erkenntlich sind. Die folgenden Korrelationen zwischen Programmnutzung und Lernleistung getrennt nach den Programmversionen verdeutlichen dieses Fazit.

Tabelle 4.11: Korrelationen zwischen der Programmnutzung und den Lernleistungen getrennt nach den vier Lernprogrammversionen

	Lernleistung											
	Textwissen				Bildwissen				Gesamttest			
	V	B	V/A	B/A	V	B	V/A	B/A	V	B	V/A	B/A
Gesamtdauer	-.06	.14	.10	-.18	-.03	.10	-.06	-.11	-.05	.13	.03	-.16
Dauer der Themenseiten	-.01	.07	.02	-.11	.05	.08	-.13	-.04	.02	.08	-.05	-.09
Dauer der Einstiegsseiten	.16	-.08	-.01	.02	.24	-.15	.16	.15	.21	-.11	.07	.08
Dauer der Einleitungen	.10	.01	.03	-.12	.15	.05	-.14	-.25	.12	.03	-.04	-.18
Dauer der Zusammenfgn	-.54*	.26	.11	-.24	-.31	.09	-.05	-.15	-.45	.19	.04	-.21
Dauer der Infoseiten	.14	.01	-.03	-.02	.12	.06	-.13	.05	.14	.03	-.08	.02
Anzahl der bearbeiteten Themen	.25	.01	-.18	.08	.26	-.05	-.15	.27	.27	-.02	-.18	.17
Anzahl der aufgerufenen Themenseiten	.26	-.41	-.27	-.03	.09	-.39	-.37	.20	.19	-.41	-.33	.08
Anzahl der bearbeiteten Informationsseiten (92)	.49*	-.08	-.28	.15	.53*	.05	-.24	.30	.53*	-.03	-.27	.23
Anzahl der bearbeiteten Einführungen (16)	.49*	.29	.05	-.20	.27	.32	-.13	-.17	.40	.31	-.03	-.20
Anzahl der bearbeiteten Zusammenfassungen (11)	.45	.63**	.04	-.26	.60*	.49*	-.15	-.21	.54*	.58*	-.05	-.25
Dauer der aufgerufenen Begriffserklärungen aus dem Programmteil	-.08	.28	.48*	-.34	-.03	.17	.26	-.42	-.05	.24	.40	-.39
Anzahl der aufgerufenen Begriffserklärungen aus dem Programmteil	-.03	.32	.50*	-.12	.02	.25	.36	-.20	-.01	.30	.45	-.16
Verweildauer im Menü	-.18	-.38	-.38	-.13	-.32	-.43	-.29	.09	-.26	-.41	-.35	-.03
Anzahl der Menüaufrufe	-.31	-.58*	.00	-.29	-.47	-.70**	-.05	-.16	-.40	-.65**	-.02	-.24

(* p < .05, ** p < .01)

Für das Lernprogramm mit gesprochenen Texten und Navigation über Bilder ergeben sich keine von Null signifikant unterschiedlichen Korrelationen zwischen der Programmnutzung und den Testwerten im Wissenstest. Für dieses Programm konnte kein Nutzungsmuster gefunden werden, welches mit Lernerfolg zusammenhängt. Unterschiedliche Vorgehensweisen scheinen in gleicher Weise zum Lernerfolg zu führen.

Die Probanden der Version "Verzeichnis/Audio" erzielten bessere Ergebnisse im Texttest, wenn sie mehr Glossarerklärungen aus dem Programm heraus aufgerufen haben ($r = .50$, $p <$

.05) und damit mehr Zeit im Glossar verbringen ($r = .48, p < .05$). Für das Bild- und Gesamtwissen setzt sich dieses Nutzungsmerkmal nicht signifikant durch.

Für die Probanden, welche mit der bildinteraktiven Version mit kurzer auditiver Nennung der Einheiten lernten, wirkt sich die Anzahl der bearbeiteten Zusammenfassungen positiv auf alle Lernleistungen aus ($r_{\text{Text}} = .63, p < .01$; $r_{\text{Bild}} = .49, r_{\text{Gesamt}} = .58, p < .05$), ebenso wie eine weniger häufige Nutzung des Menüs ($r_{\text{Text}} = -.58, p < .05$; $r_{\text{Bild}} = -.70, r_{\text{Gesamt}} = -.65, p < .01$).

In der Version "Verzeichnis" hängt die Anzahl bearbeiteter Zusammenfassungen mit der Lernleistung im Bild- und Gesamtwissen zusammen ($r_{\text{Bild}} = .60, r_{\text{Gesamt}} = .54, p < .05$). Die Anzahl bearbeiteter Informationsseiten (von 92 verschiedenen Seiten) wirkt sich auf die Lernleistung in allen Tests positiv aus ($r_{\text{Text}} = .49, r_{\text{Bild}} = .53, r_{\text{Gesamt}} = .53, p < .05$). Dabei ist es in dieser Gruppe für das Textwissen vorteilhaft, mehr Einleitungen (von 11) abzurufen ($r_{\text{Text}} = .49, p < .05$) und kürzer bei den Zusammenfassungen zu verweilen ($r_{\text{Text}} = -.54, p < .05$).

Insgesamt existieren zwischen den Programmversionen keine erkennbaren Übereinstimmungen in den Korrelationsmustern, außer daß in den Programmen ohne gesprochene Texte die Anzahl der bearbeiteten Zusammenfassungen für den Lernerfolg wichtig sind. Es ist erstaunlich, daß in fast allen Lerngruppen kein Zusammenhang zwischen der aufgewendeten Lernzeit und der Anzahl der abgerufenen Hauptinformationen mit dem Lernerfolg besteht. Die Ergebnisse weisen darauf hin, daß über die gefundenen Zusammenhänge hinaus sehr unterschiedliche Nutzungsprofile in den einzelnen Programmversionen zum Lernerfolg führen können.

4.5.3 Zusammenhänge zwischen Lernleistung und Lernstrategien

In diesem Abschnitt werden die Hypothesen 8 - 11 überprüft. Darin wurde formuliert, daß die Lernleistungen von den eingesetzten Lernstrategien abhängen und sich in den einzelnen Programmversionen möglicherweise unterschiedliche Strategien als nützlich erweisen. Zuerst werden die Ergebnisse bzgl. der computerbezogenen Strategien berichtet. Daran schließt sich die Besprechung der Bildverarbeitungsstrategien an.

Zwischen den computerbezogenen Lernstrategien und den Lernleistungen gibt es in den einzelnen Programmversionen unterschiedliche Korrelationen. Durchgehend korrelieren die Aufmerksamkeits- und Anstrengungsstrategien positiv mit den Lernleistungen. Der vermehrte Einsatz von aufmerksamkeitsregulierenden Strategien hängt mit einer besseren Leistung in den Wissenstests in allen Programmversionen zusammen. Sieben von 12 Korrelationen werden dabei signifikant. Für die Programmversion "Verzeichnis" erreicht keine Korrelation das Signifikanzniveau ($r_{\text{Text}} = .33, r_{\text{Bild}} = .20, r_{\text{Gesamt}} = .28, p > .05$). Die anstrengungsregulierenden

Strategien hängen lediglich für die Programmversion "Bild/Audio" durchgehend hoch signifikant mit den Lernleistungen zusammen ($r_{\text{Text}} = .69, r_{\text{Bild}} = .61, r_{\text{Gesamt}} = .68, p < .01$). In der Version "Verzeichnis" wirkt sich ein vermehrter Einsatz von Anstrengungsstrategien signifikant auf die Leistung im Bild- und Gesamtest aus ($r_{\text{Bild}} = .58, r_{\text{Gesamt}} = .50, p < .05$), in der Version "Bild" auf das Textwissen ($r_{\text{Text}} = .48, p < .05$). In den anderen Programmversionen ergeben sich positive nicht signifikante Korrelationen.

Für die computerbezogenen Strategien *Organisation*, *Zusammenhänge knüpfen*, *Wiederholen* und *Kritisches Prüfen* liegen keine signifikanten Korrelationen vor. Nur für den Einsatz metakognitiver computerbezogener Strategien ergeben sich in der Version "Verzeichnis/Audio" signifikante Korrelationen zum Text- und Gesamtwissen ($r_{\text{Text}} = .50, r_{\text{Gesamt}} = .48, p < .05$).

Tabelle 4.12: Korrelationen zwischen den computer- und bildbezogenen Lernstrategien mit den Lernleistungen getrennt nach den vier Lernprogrammversionen

	Lernleistung											
	Textwissen				Bildwissen				Gesamtest			
	V	B	V/A	B/A	V	B	V/A	B/A	V	B	V/A	B/A
Comp. Strategien												
Organisation	.35	.11	.14	-.10	.29	-.03	.01	-.20	.34	.05	.09	-.15
Zusammenhänge	.07	.07	.31	-.03	.00	.06	.30	.08	.04	.07	.32	.02
Wiederholen	-.18	.31	.12	-.10	-.29	.26	.17	.04	-.24	.30	.15	-.04
Kritisches Prüfen	.37	.12	.41	.04	.25	-.01	.21	.03	.33	.07	.34	.04
Metakog. Strategien	.08	.11	.50*	-.03	.05	.04	.40	.09	.07	.08	.48*	.02
Anstrengung	.38	.48*	.32	.69**	.58*	.40	.11	.61**	.50*	.46	.24	.68**
Aufmerksamkeit	.33	.50*	.60**	.51*	.20	.48*	.53*	.37	.28	.51*	.59**	.46
Bildbezogene Strategien												
Organisation	.16	-.12	.09	.22	.33	-.05	-.03	.39	.25	-.10	.04	.31
Zusammenhänge	.01	.05	.40	.46	.31	.13	.12	.29	.15	.08	.29	.40
Wiederholen	-.30	.06	.08	.15	.03	.09	-.13	.21	-.15	.07	-.01	.18
Metakog. Strategien	-.05	.15	.26	.48*	.16	.15	.13	.50*	.05	.15	.21	.51*
Anstrengung	-.09	.29	.48*	.67**	.22	.21	.35	.56*	.06	.26	.44	.64**
Aufmerksamkeit	-.12	-.01	.37	.66**	.14	-.05	.28	.61**	.00	-.03	.35	.66**

(* $p < .05$, ** $p < .01$)

Bildbezogene Lernstrategien korrelieren nur in den Programmversionen "Bild/Audio" und "Verzeichnis/Audio" mit dem Abschneiden in den Wissenstests. In der Version "Bild/Audio" hängt der Einsatz der Aufmerksamkeits-, Anstrengungs- und metakognitiven Strategien signi-

fikant positiv mit dem Text-, Bild- und Gesamtwissen zusammen. Werden die Strategien vermehrt eingesetzt, so tragen sie zu einem höheren Leistungsergebnis bei. Für die Strategie *Zusammenhänge knüpfen* erreichen die Korrelationen nicht das Signifikanzniveau ($r_{\text{Text}} = .46$, $p < .06$; $r_{\text{Bild}} = .29$, $p < .25$; $r_{\text{Gesamt}} = .40$, $p = .10$). In der Version "Verzeichnis/Audio" findet sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen bildbezogenen Anstrengungsstrategien und dem Textwissen ($r_{\text{Text}} = .48$, $p < .05$). Bei den Systemen ohne gesprochene Texte lassen sich keine von Null signifikant unterschiedliche Korrelationen finden. Insgesamt scheinen keine bestimmten bildbezogenen Strategien für diese Programme eine Rolle zu spielen, während für die Programme mit gesprochenen Texten vor allem Anstrengungsstrategien wichtig sind.

In den Programmversionen mit gesprochenen Texten zeigen sich durchgehend positive nicht-signifikante Korrelationen zwischen den audiobezogenen Strategien und den Ergebnissen in den Wissenstests. Man kann nicht davon ausgehen, daß Probanden, welche während der Darbietung der gesprochenen Texte nicht mitlesen oder die Bilder aufmerksam betrachten, bessere Lernleistungen erzielen. Die einzelnen Items korrelieren dabei nicht signifikant ($r = .32$, $p < .06$). Wenn die Probanden den Text nicht mitlesen, dann schauen sie nicht unbedingt die Bilder an.

Tabelle 4.13: Korrelationen zwischen den audiobezogenen Strategien und den Lernleistungen getrennt nach den Programmversionen mit gesprochenen Texten

	Lernleistung								
	Textwissen			Bildwissen			Gesamttest		
	V/A	B/A	beide	V/A	B/A	beide	V/A	B/A	beide
Während die gesprochene Information präsentiert wurde, habe ich den Text mitgelesen (Item umgedreht)	.22	.24	.20	.37	.35	.31	.30	.30	.26
Während die gesprochene Information präsentiert wurde, habe ich die Bilder aufmerksam mitverfolgt	.15	.17	.13	.18	.18	.14	.17	.18	.14
Skala mit beiden Items	.23	.24	.20	.34	.29	.26	.29	.27	.24

(* $p < .05$, ** $p < .01$)

4.6 Lernleistung, Strategien, Nutzung und Lernermerkmale

In der gesamten Stichprobe hängt die Computervorerfahrung mit dem Vorwissen ($r = .32$, $p < .01$) und Fachinteresse ($r = .24$, $p < .05$) signifikant zusammen. Die Korrelationen sind dabei relativ klein. Zwischen thematischem Interesse, Fachinteresse und Computervorerfahrung ergeben sich keine signifikanten Zusammenhänge, genauso wenig wie bei Fachinteresse und

Vorwissen. Computerverehrte Probanden besitzen demnach mehr Vorwissen und bringen mehr Fachinteresse in die Untersuchung mit. Davon unabhängig scheint das Interesse an den Inhalten zu sein.

Tabelle 4.14: Korrelationen zwischen den Lernermerkmalen

	Computervorerfahrung	Interesse an den Inhalten	Fachinteresse
Vorwissen	.32**	.00	.08
Fachinteresse	.24*	.10	—
Interesse an den Inhalten	.00	—	—

(* $p < .05$, ** $p < .01$)

4.6.1 Zusammenhänge zwischen Lernleistung und Lernermerkmalen

In den Hypothesen 4 - 7 wurde vermutet, daß die Lernermerkmale Computervorerfahrung, Vorwissen, thematisches Interesse und Interesse am Studienfach mit den Testleistungen zusammenhängen. Zwischen Computervorerfahrung, thematischem Interesse, Fachinteresse und den Lernleistungen existieren aber keine signifikanten Zusammenhänge. Nur das Vorwissen korreliert signifikant positiv mit dem Text-, Bild- und Gesamtwissen in den Programmversionen "Verzeichnis", "Verzeichnis/Audio" und "Bild/Audio". In der Programmversion "Bild" bleiben die Korrelationen unter dem Signifikanzniveau ($r_{\text{Text}} = .46$, $p < .06$; $r_{\text{Bild}} = .44$, $p < .07$; $r_{\text{Gesamt}} = .46$, $p < .06$).

Tabelle 4.15: Korrelationen zwischen den Lernermerkmalen und den Lernleistungen getrennt nach den vier Lernprogrammversionen

	Lernleistung											
	Textwissen				Bildwissen				Gesamttest			
	V	B	V/A	B/A	V	B	V/A	B/A	V	B	V/A	B/A
Vorwissen	.82**	.46	.54*	.49*	.63**	.44	.53*	.41	.76**	.46	.56*	.47*
Computervorerfahrung	.04	-.21	-.15	.29	.03	-.15	-.19	.34	.04	-.19	-.18	.33
thematisches Interesse	.09	.00	-.09	-.03	-.18	.12	.15	.11	-.04	.05	.02	.03
Interesse am Studienfach	-.33	.16	.10	.39	-.30	.09	.30	.31	-.33	.13	.20	.37

(* $p < .05$, ** $p < .01$)

4.6.2 Zusammenhänge zwischen Programmnutzung und Lernermerkmalen

In den Hypothesen 28 - 30 wurden die Erwartungen formuliert, daß sich die Merkmale der Lerner unterschiedlich im Nutzungsverhalten ausdrücken und sich dieses Nutzungsverhalten bezogen auf bestimmte Lernermerkmale zwischen den Programmversionen unterscheiden kann. Die folgenden Ergebnisse überprüfen die Hypothesen, indem die Zusammenhänge zwischen den Lernermerkmalen und den Variablen der Programmnutzung untersucht werden.

Tabelle 4.16: Korrelationen zwischen den Lernermerkmalen und der Programmnutzung getrennt nach den vier Lernprogrammversionen

	Persönlichkeitsmerkmale											
	Vorwissen				Computererfahrung				thematisches Interesse			
	V	B	V/A	B/A	V	B	V/A	B/A	V	B	V/A	B/A
Gesamtdauer	-.26	-.47*	-.32	-.03	-.33	-.12	-.40	-.10	.03	-.16	.23	.06
Dauer der Themenseiten	-.25	-.54*	-.34	-.05	-.46	-.12	-.37	-.08	.08	-.22	.21	.11
Dauer der Einstiegsseiten	.25	-.06	-.14	.21	.35	-.53**	-.37	-.07	.09	-.10	-.14	-.04
Dauer der Einleitungen	-.06	-.22	-.07	.29	.21	.33	-.05	-.20	-.09	-.10	.06	-.31
Dauer der Zusammenfögn	-.47	.13	-.10	-.03	.09	-.11	-.13	.22	-.14	-.12	.11	.06
Dauer der Infoseiten	-.10	-.60**	-.41	-.14	-.60*	-.17	-.42	-.13	.15	-.18	.23	.19
Anzahl der bearbeiteten Themen	.19	-.06	.12	.19	.02	-.27	.10	.22	.15	-.25	.45	.48*
Anzahl der aufgerufenen Themenseiten	.01	-.13	-.24	.07	-.31	.35	.22	.36	.23	.01	.34	-.01
Anzahl der bearbeiteten Informationsseiten (92)	.41	-.20	-.25	.06	-.05	.01	-.04	.42	-.04	.07	.41	.24
Anzahl der bearbeiteten Einföhrungen (16)	.52*	.11	.01	.25	.32	.50*	.00	.24	-.12	.14	.23	.06
Anzahl der bearbeiteten Zusammenfassungen (11)	.38	.13	.03	.27	.04	-.04	.03	.47	-.25	.02	.06	-.04
Dauer der aufgerufenen Begriffserklärungen aus dem Programmteil	-.14	.08	.12	.05	.20	-.05	-.25	-.09	-.02	.13	.19	-.11
Anzahl der aufgerufenen Begriffserklärungen im Glossarteil	-.14	.19	.21	.01	.19	.04	-.32	.11	-.01	.29	.15	.05
Verweildauer im Menü	.00	-.29	-.26	.09	.08	-.11	-.31	-.02	-.02	-.17	.61**	-.21
Anzahl der Menüaufrufe	-.30	-.30	.19	-.22	-.29	.14	-.24	.13	.28	-.53*	.31	.20

(* p < .05, ** p < .01)

Insgesamt ergibt sich kein einheitliches Muster bei den Korrelationen von Vorwissen, Computervorerfahrung und thematischem Interesse mit den Nutzungsvariablen in den einzelnen Programmversionen. In der Version "Bild" korreliert das Vorwissen signifikant negativ mit der Gesamtdauer des Lernens ($r = -.47$, $p < .05$), der Dauer der Themenseiten ($r = -.54$, $p < .05$) und der Dauer der Informationsseiten ($r = -.60$, $p < .01$). Je mehr die Probanden an Vorwissen mitbringen, desto kürzer verweilen sie im Programm bei den Hauptinformationen. Für die Programmversion mit gesprochenen Texten ergeben sich keine signifikanten Zusammenhänge. In der Version "Verzeichnis" hängt das Vorwissen mit der Anzahl der abgerufenen Einleitungen zusammen ($r = .52$, $p < .05$). Je mehr Vorwissen die Probanden haben, desto mehr Einföhrungen werden bearbeitet. Für die Versionen mit gesprochenen Texten lassen sich keine signifikanten Zusammenhänge erkennen.

Computererfahrung korreliert in den Programmen mit gesprochenen Texten mit keiner Nutzungsvariable signifikant. In der Version "Verzeichnis" verweilen die Probanden umso kürzer auf den Informationsseiten, je mehr Erfahrung sie besitzen ($r = -.60$, $p < .05$), während in der Version "Bild" Erfahrung mit der Dauer der Einstiegsseiten negativ zusammenhängt ($r = -.53$, $p < .05$). Probanden mit Erfahrung rufen schneller Sprachinformationen ab als ohne. Dafür schauen sie sich mehr Einleitungen an ($r = .50$, $p < .05$).

Thematisches Interesse korreliert signifikant mit der Anzahl der bearbeiteten Kapitel in Version "Bild/Audio" ($r = .48$, $p < .05$), mit der Verweildauer im Menü in Version "Verz/Audio" ($r = .61$, $p < .01$) und mit der Anzahl der Menüaufrufe in Version "Bild" ($r = -.53$, $p < .05$).

4.6.3 Zusammenhänge zwischen Lernstrategien und Lernermerkmalen

In den Hypothesen 16 - 18 und 22 - 24 wurde behauptet, daß die Ausprägungen der Lernermerkmale mit den eingesetzten bild- und computerbezogenen Lernstrategien zusammenhängen. Demnach sollen unterschiedliche Lerner auch unterschiedliche Strategien einsetzen. Mit der folgenden Analyse wird diese Ausgangsfrage geprüft. Allgemein finden sich im Mustervergleich der Korrelationen zwischen den Programmversionen keine systematischen Zusammenhänge.

Es ergeben sich nur wenige signifikante Korrelationen zwischen den Lernermerkmalen und den bildbezogenen Strategien. Das Vorwissen korreliert in keiner Programmversion signifikant mit den Bildstrategien. Computervorerfahrung hängt nur in der Version "Bild" signifikant mit der bildbezogenen Strategie *Zusammenhänge knöpfen* zusammen. Das thematische Interesse korreliert allein in der Programmversion "Bild/Audio" signifikant mit den *Organi-*

sations-, metakognitiven und Aufmerksamkeitsstrategien. Die Korrelationen mit den Strategien *Zusammenhänge knüpfen* und *Wiederholen* bleiben über dem Signifikanzniveau ($r_{\text{Zus}} = .44$, $p < .07$; $r_{\text{Wied}} = .42$, $p < .09$).

Tabelle 4.17: Korrelationen zwischen den bildbezogenen Lernstrategien und Lernermerkmalen getrennt nach den vier Lernprogrammversionen

Bildbezogene Lernstrategien	Vorwissen				Computer-vorerfahrung				thematisches Interesse			
	V	B	V/A	B/A	V	B	V/A	B/A	V	B	V/A	B/A
Organisation	.07	-.12	.26	-.07	.18	.39	.24	.22	-.27	.07	.28	.49*
Zusammenhänge	-.10	.20	.41	.26	.45	.50*	.27	.12	-.03	.12	.21	.44
Wiederholen	-.46	-.01	.24	-.17	.13	.38	.40	-.29	-.02	-.23	.08	.42
Metakog. Strategien	-.18	.01	.27	.11	.13	.20	.13	.12	.03	.05	.05	.55*
Anstrengung	-.28	.11	.30	.01	.34	-.01	.11	.05	.20	-.06	-.06	.11
Aufmerksamkeit	-.06	.08	.24	.13	.34	.36	.26	-.01	.00	-.29	.15	.57*

(* $p < .05$, ** $p < .01$)

Computererfahrung korreliert in keiner Programmversion signifikant mit den computerbezogenen Strategien. In der Version "Bild/Audio" geht ein höheres thematisches Interesse mit einem vermehrten Einsatz der Strategie *Zusammenhänge knüpfen* einher. Sonst finden sich keine signifikanten Korrelationen zur Bildverarbeitung. Das Vorwissen korreliert nur in der Version "Verzeichnis/Audio" signifikant mit den Wiederholungs-, Aufmerksamkeits- und metakognitiven Strategien. Insgesamt errechnen sich nur wenige signifikante Korrelationen.

Tabelle 4.18: Korrelationen zwischen den computerbezogenen Lernstrategien und Lernermerkmalen getrennt nach den vier Lernprogrammversionen

Computerbezogene Lernstrategien	Vorwissen				Computer-vorerfahrung				thematisches Interesse			
	V	B	V/A	B/A	V	B	V/A	B/A	V	B	V/A	B/A
Organisation	.38	-.11	.36	-.38	.13	.12	.20	-.46	.05	-.38	.30	.39
Zusammenhänge	.21	-.17	.42	-.06	-.11	.20	-.11	.04	-.08	-.10	.32	.56*
Wiederholen	-.29	-.13	.56*	-.11	-.11	.18	.45	.03	.27	.12	.33	-.04
Kritisches Prüfen	.38	.02	.20	.17	-.31	.21	.17	.06	.02	-.14	-.10	.38
Metakog. Strategien	-.08	-.04	.48*	-.31	.22	.26	.23	-.30	.22	-.07	.06	.43
Anstrengung	.36	.07	.29	-.02	.22	-.08	-.02	.10	-.35	-.45	.23	.33
Aufmerksamkeit	.24	.20	.48*	-.23	.04	-.01	-.05	-.05	.14	-.34	.29	.34

(* $p < .05$, ** $p < .01$)

4.6.4 Zusammenhänge zwischen den Lernstrategien

Abschließend zum Ergebnisteil werden die Zusammenhänge zwischen den entsprechenden Lernstrategien im Studium, den bild- und computerbezogenen Strategien referiert (siehe Tabelle 4.19). Insgesamt korrelieren die meisten Strategien signifikant miteinander. Es errechnen sich hauptsächlich mittelgroße Korrelationen im Bereich von .30 bis .64. Wenn Probanden im Studium organisieren, Zusammenhänge knüpfen, kritisch prüfen, wiederholen, metakognitive Strategien einsetzen, sich anstrengen oder aufmerksam sind, kann ein ähnliches Verhalten auch situationsspezifisch beim Lernen mit Computern und Bildern beobachtet werden.

Tabelle 4.19: Korrelationen zwischen den Lernstrategien im Studium, den bild- und computerbezogenen Lernstrategien (N = 71)

Lernstrategien	Korrelationen zwischen den Lernstrategien		
	Studium - Computer	Studium - Bild	Computer - Bild
Organisation	.43**	.46**	.31**
Zusammenhänge	.59**	.50**	.41**
Kritisches Prüfen	.54**	--	--
Wiederholen	.48**	.23 ($p < .06$)	.47**
Metakog. Strategien	.45**	.40**	.62**
Anstrengung	.28*	.27*	.64**
Aufmerksamkeit	.33**	.44**	.42**

(* $p < .05$, ** $p < .01$)

5 Diskussion

Zuerst werden die Ergebnisse bzgl. der Akzeptanz und der Anregung durch die Lernprogramme, der Programmnutzung, der bild- und computerbezogenen Lernstrategien sowie der Lernleistungen beleuchtet. Anschließend stehen die Zusammenhänge zwischen Lernermerkmalen, den Lernstrategien und den Leistungen in den einzelnen Programmen im Zentrum. Im abschließenden Teil wird die Lernsituation der Untersuchung hinterfragt und auf eine wesentliche Einflußgröße beim Lernen mit Computern hingewiesen.

5.1 Unterschiede zwischen den Lernprogrammversionen

5.1.1 Motivationale Anregung und Akzeptanz

Die Programmversionen werden gleichermaßen von den Probanden akzeptiert und als anregend erlebt (siehe Tabelle 4.5, S. 182), obwohl sie sich in ihrer Gestaltung oder den verwendeten Informationsarten gravierend unterscheiden. Ein solches Ergebnis läßt sich in der Literatur mehrfach wiederfinden (Barron & Kysilka, 1993; Enerson & Tuney, 1984; Paechter, 1996). Begründet wird dies damit, daß die Versuchspersonen keinen Vergleichsmaßstab besitzen, an dem sie die Programme einschätzen können. Probanden haben in der Regel keine oder minimale Erfahrungen mit Lernprogrammen und bewerten demnach alles was neu ist und vom herkömmlichen abweicht als attraktiv und ansprechend. Hedlund und Casolaro (1986) fanden z.B. einen hohen Zusammenhang zwischen einer positiven Einstellung gegenüber dem Computergebrauch und wenig Computererfahrung. Die Versuchspersonen dieser Untersuchung differieren zwar in ihren Computererfahrungen, Erfahrungen mit Lernprogrammen haben aber auch sie kaum gesammelt. Ein direkter Vergleich zwischen den Programmversionen sollte eine unterschiedliche Attraktivitätsbewertung ergeben, da hier auf verschiedene Kriterien bezogen zwei oder mehrere Programme direkt aneinander gemessen werden.

5.1.2 Programmnutzung

Bei der Programmnutzung ist es erstaunlich, daß sich keine signifikanten Unterschiede in der aufgewendeten Lernzeit für die Programme ergeben (siehe Tabelle 4.6, S. 184). In der Literatur wird berichtet, daß Programme mit gesprochenen Texten länger bearbeitet werden als ohne gesprochene Texte (Barron & Kysilka, 1993; Pyter, 1994; Pyter & Issing, 1996; Rinck & Glowalla, 1996). Das kann z.B. an der schnelleren Lesegeschwindigkeit gegenüber der Präsentati-

onsgeschwindigkeit von gesprochenen Texten liegen (Rinck & Glowalla, 1996). Im Unterschied zu dieser Studie wurden dabei meist durchgehend gesprochene Texte verwendet. In dieser Untersuchung existieren nur zu den Hauptinformationen gesprochene Texte. So ergibt sich erst auf der Ebene der Informationsseiten der Unterschied, daß durch gesprochene Texte die Probanden durchschnittlich länger an die Einzelinformationen gebunden werden. Die Zeit, die hier zusätzlich für die Informationen benötigt wird, wird folglich an anderen Stellen wieder eingespart, z.B. bei den Zusammenfassungen oder Begriffserklärungen.

Eine plausible Erwartung wäre ebenso gewesen, daß eine Navigation über Bilder das Lernen mit den Programmen verlängert. Eine Steuerung über Bilder kann als schwieriger angesehen werden als eine Steuerung über Verzeichnisse. Verzeichnisse zeigen direkt an, wo Informationen abzurufen sind. Bildnavigation könnte entsprechend länger dauern, weil die Zugänge zu den Informationen erst gesucht und gefunden werden müssen. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung kann nicht gefolgert werden, daß eine Bildsteuerung mehr Zeit benötigt.

Insgesamt zeigen sich weiter keine signifikanten Unterschiede in der konkreten Nutzung der Programme. Der Besuch des Glossarteils und der Abruf des Lernwegs sind für die in der Untersuchung vorherrschende Lernsituation irrelevant. Der Glossarteil scheint angesichts der langen Lernzeit keine Rolle zu spielen. Wenn die Probanden die Inhalte durchgearbeitet und entsprechend lange gelernt haben, sind sie vermutlich bestrebt, das Programm abzuschließen. Darüber hinaus konnten aus dem Programmteil entsprechende Begriffserklärungen abgerufen werden. Ein zusätzlicher Besuch des Glossars erscheint für ca. 55% der Probanden nicht notwendig. Die Daten der anderen Versuchspersonen erwecken den Eindruck, daß sie aus Neugier trotzdem einen Blick in diesen Teil geworfen haben. Das ist anhand der niedrigen Anzahl an Begriffsabrufen zu vermuten, wobei vielfach Begriffe abgefragt werden, die nicht zum engeren Thema des Programms gehören. Als zweites spricht dafür, daß meist ganz am Ende der Lernsituation der Glossarteil besucht wird. Der Lernweg spielt ebenfalls keine große Rolle, da dieser insgesamt nur wenig, wenn überhaupt, aufgerufen wird. Angesichts der durchstrukturierten Inhalte (Tabelle D 1, S. 286) ist diese Übersicht wahrscheinlich nicht nötig.

Ein Teil des Nutzungsverhaltens ist auf die rigide Lernsituation zurückzuführen. Eine umfangreiche Menge an Informationen mußte durchgearbeitet werden. Die Versuchspersonen haben sich als sehr ausdauernd erwiesen und bei einer durchschnittlichen Lernzeit von drei Stunden im Schnitt nur 10 bis 15 Minuten Pause eingelegt. In einer freieren Lernsituation mit einer noch größeren Informationsmenge werden Lernweg und Glossarteil eine wichtigere Position

einnehmen, vor allem wenn es um die Überprüfung von Begriffswissen geht oder zwischen den Informationskapiteln, z.B. aufgrund einer wachsenden Vertrautheit mit den Inhalten und der Programmsteuerung, vermehrt gewechselt wird.

5.1.3 Bildbezogene Lernstrategien

Der Versuch, durch eine Navigation über Bilder den Einsatz von bildbezogenen Lernstrategien zu fördern, ist gelungen (Tabelle 4.7, S. 186). Metakognitive und Anstrengungsstrategien werden vermehrt eingesetzt. Die Wirkung auf metakognitive Strategien kann so erklärt werden, daß durch eine bildbezogene Navigation die Illustrationen nicht einfach beiseite gelassen werden können. Die Lernenden müssen die Bilder beachten, auch wenn sie z.B. unter Zeitdruck stehen oder der Meinung sind, daß Bilder sowieso nur die weniger wichtigen Textinformationen wiederholen. Vor allem muß ein Planen des Abrufs weiterer Informationen erfolgen, wenn nicht einfach wahllos auf sensitive Bildteile geklickt werden soll. In der Tat zielt genau ein Item aus 12en auf diesen Umstand ab und erhöht die Mittelwerte der bildinteraktiven gegenüber den verzeichnisinteraktiven Programmversionen. Die Unterschiede in den Skalenmittelwerten der Programmgruppen sind aber nicht allein auf dieses eine Item zurückzuführen. Bildnavigation kann also dazu verhelfen, metakognitive Strategien vermehrt einzusetzen.

Daneben strengen sich die Lernenden bei der Bildverarbeitung mehr an. Eine Erklärung dafür ist, daß durch Bildnavigation die Motivationsmuster der Lernenden beeinflußt werden und daraus eine intensivere Bildverarbeitung resultiert. Es kann ungünstigen Motivationstendenzen entgegengewirkt werden, da die Lernenden die Bildverarbeitung nicht unterlassen können, weil das gleichbedeutend mit einem Abbruch des Programms ist. Daneben können günstige Tendenzen aufgebaut werden, indem zu schwer verständlichen Bildteilen verstehensrelevante Textinformationen geliefert werden. Die Navigationsmöglichkeit verleiht Bildern eine aktive Qualität, indem Aktionen am Bildschirm erfolgen (z.B. Anzeige von sensitiven Bildteilen durch Farbe) und der Fortgang der Informationsaufnahme selbst bestimmt wird. Dadurch kann im allgemeinen die Auseinandersetzung mit Bildern gefördert werden.

Die bildbezogenen Lernstrategien *Zusammenhänge knüpfen*, *Wiederholen* und *Aufmerksamkeit* unterliegen keinem nachweisbaren Einfluß durch eine Navigation über Bilder. Organisationsstrategien scheinen tendenziell vermehrt eingesetzt zu werden. Der Nachweis eines signifikanten Unterschieds scheitert möglicherweise daran, daß in den verzeichnisinteraktiven Programmen ebenfalls eine Strukturierung der Texte sichtbar ist. Die Verzeichnisse visualisieren auf abstrakterer Ebene die Textstruktur und die Verzeichniseinträge finden sich in den Bildbe-

schriftungen wieder. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, durch Zusammenfassungen und Einleitung die Makrostruktur des Textes zu erfassen. Da die meisten Lernenden und besonders Studenten versierte Leser sind, ist es durchaus wahrscheinlich, daß sie ihre elaborierten Textverarbeitungsstrategien dazu nutzen, eine effektive Struktur aus diesen Textteilen aufzubauen. Bilder spielen dann als Strukturierungshilfe eine untergeordnete Rolle.

Die Hinzunahme von gesprochenen Texten wirkt sich hingegen weitgehend nicht auf die Bildverarbeitungsstrategien aus. In den Mittelwerten ist bei der Strategie *Organisieren* eine Steigerung zu erkennen, welche allerdings für den Faktor *gesprochene Texte* nicht signifikant wird. Nur für die verzeichnisinteraktiven Programme wird durch auditive Texte die Nutzung der Bilder als Strukturvisualisierung angeregt. Die Hinzunahme von Audio in das bildinteraktive Programm steigert die durch Bildnavigation bewirkte Strategieförderung nicht mehr. Die Probanden geben weiter an, daß sie überwiegend die Texte mitlesen, aber trotzdem die Bilder betrachten (Tabelle 4.9, S. 187). Geht man davon aus, daß gesprochene Texte mehr Inferenzen hervorrufen (Ballstaedt, 1997), äußern sich diese möglicherweise in der Nutzung der Bilder zum Erkennen der Struktur des Textes.

In dieser Untersuchung fällt bei den Programmen mit gesprochenen Texten auf, daß weniger Zeit mit den Zusammenfassungen verbracht wird (statistisch nicht signifikant, Tabelle 4.6, S. 184). Allgemein dienen Zusammenfassungen reduktiven Prozessen. Sie geben die inhaltliche und formale Struktur von Texten wieder, stellen somit Hilfen für die Konstruktion von Struktur im Gedächtnis dar und können das Behalten von Informationen fördern (Ballstaedt, 1997). Auch die Zusammenfassungen in den Programmen dieser Studie bilden die Struktur des Textes eines Abschnitts ab. Die Ergebnisse deuten darauf hin, daß mit auditiven Texten die Textstruktur schon beim Abruf der Informationen verstärkt durch bildbezogene Organisationsstrategien aufgebaut wurde und die Probanden in den Programmen mit kurzer Nennung der Informationseinheiten dazu die Zusammenfassungen länger bearbeiten müssen. Eine analoge Studie mit Programmen ohne Zusammenfassungen kann über diese Hypothese Auskunft geben.

In einer weiteren Untersuchung sollte geklärt werden, welchen Einfluß die alleinige Präsentation der Bilder beim Einstieg in ein Kapitel ausübt. In den verwendeten Programmversionen wird den Lernenden beim Wechsel in ein Kapitel keine Sprachinformation präsentiert. Diese muß selbsttätig abgerufen werden. Es wäre möglich, daß durch diese Darbietungssequenz der Informationen die Aufmerksamkeit auf die Illustrationen gelenkt und die Bildverarbeitung

beeinflusst wird sowie verschiedene bildbezogene Strategien gefördert werden. In der Untersuchung von Canelos et al. (1989) zeigt eine anfängliche fünfsekündige Darbietung von verstehensrelevanten Bildern bei freier Zeiteinteilung durch die Probanden keine Steigerung der Lernleistung. Als Begründung wird angefügt, daß die Probanden erst unter bestimmten Bedingungen wie z.B. Lernzeitbeschränkung effektive Strategien einsetzen. Ob das tatsächlich zutrifft, wurde allerdings nicht untersucht. In dieser Untersuchung verweilen die Lernenden durchschnittlich über 20 Sekunden bei den Kapiteleinstiegsseiten ohne Sprachinformationen. Was die Lernenden in diesen 20 Sekunden genau durchführen und ob sie dabei die Bilder betrachten, wird nicht beantwortet. Falls Lernstrategien gefördert werden, trifft das für alle Lernprogrammversionen zu. Eine zusätzliche Förderung von Strategien durch die Art der Navigation oder durch die Verwendung gesprochener Sprache setzt dann auf diesen Effekt auf und muß diesen übertreffen. In diesem Fall ist es schwieriger, die Effekte zu finden. Der fehlende Nachweis der Förderung einzelner Bildverarbeitungsstrategien in dieser Untersuchung muß daher nicht bedeuten, daß tatsächlich keine Förderung stattgefunden hat.

Weiter muß der Aufbau der Bildschirmseiten berücksichtigt werden. Bilder nehmen allgemein ca. die Hälfte des Monitors ein. Dieser Umstand kann den Lernenden kommunizieren, daß die Bildinformationen wichtig sind. Das Textfeld beansprucht dagegen ca. $\frac{1}{4}$ der Bildschirmfläche. Diese Art der Gestaltung lenkt vermutlich die Aufmerksamkeit auf die Bilder und ermuntert die Lernenden zur Bildverarbeitung.

Wichtige Ergänzungen zu dieser Untersuchung wären, wenn durch Videoprotokollierung das Verhalten der Lernenden aufgezeichnet wird und durch spezielle Apparaturen die Blickbewegungen verfolgt werden. Dadurch kann man feststellen, ob sich auf dieser Verhaltensebene Unterschiede einstellen und z.B. die Bildbetrachtungszeit verlängert wird (Rinck & Glowalla, 1995), Blickbewegungen zwischen Text und Bild sich verändern (Rayner & Pollatsek, 1987, 1989) oder die Fixationspunkte während der Bildverarbeitung anders sequenziert werden. Dadurch könnte sich z.B. die bildbezogene Aufmerksamkeitsleistung zusätzlich messen lassen.

5.1.4 Computerbezogene Lernstrategien

Zwischen den Programmversionen ergeben sich keine Unterschiede in den allgemeinen Lernstrategien. Sowohl unterschiedliche Interaktionsqualitäten als auch gesprochene Sprache wirken sich nicht auf computerbezogene Strategien aus. Bzgl. der Interaktivität ist das durchaus ein erwartetes Ergebnis, entspricht es doch z.B. den Ergebnissen von Eiwan (1998) und anderen in der Literatur berichteten Studien (Clark & Salomon, 1986; Klein & Keller, 1990; Stein-

berg, 1989; Williams, 1993). Diese Untersuchungen beziehen sich auf Programmversionen mit einem unterschiedlichen Ausmaß an Interaktivität (z.B. interaktive gegenüber linearen oder weniger interaktiven Versionen), welche aber teilweise auch in ihrer Qualität differieren. In dieser Untersuchung ist dieselbe Menge an Interaktivität gegeben (es können gleich viele Teile angeklickt werden), nur in der Qualität besteht ein Unterschied (Bilder vs. Verzeichnis). Die Programmversionen unterscheiden sich vermutlich nur wenig und provozieren oder erfordern daher auch wenig unterschiedliche Strategien auf der Ebene des allgemeinen Strategieinsatzes. Bei der spezielleren Betrachtung der bildbezogenen Strategien sind vermutlich deshalb auch tatsächliche und tendenzielle Effekte festzustellen, weil sich hier die Strategien und die Gestaltungsmanipulationen konkret aufeinander beziehen.

5.1.5 Lernleistung

In der Lernleistung besteht zwischen den Programmversionen kein signifikanter Unterschied (Tabelle 4.10, S. 188). Die Mittelwerte der bildinteraktiven Programmversionen liegen über dem Mittelwert der verzeichnisinteraktiven Programmversion ohne gesprochene Texte. Auch das verzeichnisinteraktive Programm mit gesprochenen Texten liegt darüber. Das muß positiv festgehalten werden. Wenn davon ausgegangen wird, daß durch eine multimodale Präsentation die Lernaufgabe schwieriger wird, weil Lernende ihre Aufmerksamkeitsressourcen steuern und auf verschiedene Informationsarten aufteilen müssen sowie die Bedeutungen zu einer kohärenten Repräsentation vereinen sollen (Weidenmann, 1997b), so schlägt sich dies nicht negativ im Vergleich der Lernleistungen nieder.

Von einer Navigation über Bilder kann erwartet werden, daß Verarbeitungskapazitäten von dieser Steuerung beansprucht werden und somit weniger Ressourcen für eine bedeutungsvolle Verarbeitung bereitstehen (Sweller, 1988; Sweller & Chandler, 1994). Die Bildsteuerung in dieser Untersuchung scheint aber die Aufgabe nicht dermaßen zu erschweren, daß die Lernaufgabe belastet wird.

Wenn man das Lernprogramm mit Navigation über Bilder und gesprochenen Texten betrachtet und annimmt, daß dieses besonders schwer für die Lernenden ist, weil eine komplexere Steuerung und eine bimodale Darbietung zusammenkommen, so scheint dies nicht der Fall zu sein. Diese Gruppe zeigt mit Abstand die besten durchschnittlichen Lernergebnisse. Möglicherweise summieren sich negative Effekte durch eine kompliziertere Steuerung und eine bimodale Präsentation der Sprachinformationen gegen positive Effekte dieser Gestaltungsmöglichkeiten auf. Wenn Probanden vorher in der Steuerung eines Programms trainiert werden,

kann z.B. die angenommene kognitive Belastung durch die Steuerung herausgefiltert werden. Die Effekte der Bildinteraktion und der gesprochenen Texte können evtl. stärker hervortreten. Eine bimodale Sprachdarbietung erweist sich nicht als effektiver als eine rein textuelle Informationsdarbietung. Der Trend in der Literatur zu einem Vorteil einer bimodalen Textdarbietung konnte nicht bestätigt werden. Wenn man allerdings berücksichtigt, daß gesprochene Sprache die Probanden länger bei den Hauptinformationen hält und tendenziell dadurch die Dauer des Rezipierens der Zusammenfassungen verringert, kann man einen Vorteil dieser Präsentationsart vermuten. Daraus ergibt sich die Frage, ob sich mit einem Programm ohne Zusammenfassungen ein Lerneffekt zugunsten gesprochener Sprache einstellt. Die längere Bearbeitungsdauer der Hauptinformationen kann bedeuten, daß die Informationen tiefer verarbeitet oder tatsächlich einfach nur länger bearbeitet werden. Da gesprochene Sprache dazu geeignet scheint, bildbezogene Organisationsstrategien und somit die Erkennung der Struktur des Textes zu fördern, spricht das für eine Veränderung der Informationsverarbeitung. Die Frage wird prinzipiell bleiben, ob Multimodalität die Verarbeitung direkt positiv beeinflusst und die Verlängerung an Lernzeit nur eine noch unvermeidbare Begleiterscheinung der Zeitgebundenheit der Informationsarten ist, oder ob es sich so verhält, daß die Lernzeit der Hauptfaktor für eine Leistungssteigerung ist und Multimodalität die Begleiterscheinung.

Die geringere Pausenlänge von durchschnittlich 5 Minuten in den Lerngruppen mit gesprochenen Texten (ca. 10 min) gegenüber den Gruppen ohne gesprochene Texte (ca. 15 min), zurückzuführen auch auf die geringere Pausenanzahl, ist vielleicht ein Indiz dafür, daß erstere Programme als weniger anstrengend erlebt werden. Die Unterschiede sind jedoch statistisch nicht signifikant.

Bei der Lernleistung muß berücksichtigt werden, daß lediglich Faktenwissen über Text und Bild abgefragt wurde. Es ist zu erwarten, daß sich bei anderen Lernmaßen Effekte einstellen, z.B. wenn man Bilder nachzeichnen oder in Bilder Bereiche einzeichnen läßt. Unter den Bilderaufgaben dieser Untersuchung befindet sich auch eine Einzeichenaufgabe. Im Abbild eines Gehirns mußten verschiedene Hirnareale markiert werden. Es gibt Hinweise dafür, daß diese Aufgabe nach dem Lernen mit den bildinteraktiven Programmen durchschnittlich besser gelöst wird. Eine Zeichnung kann auch ohne eine Beschriftung erfolgen. Die Lernenden können z.B. wissen, welche Strukturen zum Auge gehören und evtl. ihre Funktionen reproduzieren, sind aber nicht in der Lage, ihre genauen Bezeichnungen wiederzugeben. Eine andere Mög-

lichkeit von Aufgaben besteht darin, Prinzipien wie die Erregungsübertragung an einer Synapse abzufragen, ohne Fachausdrücke für die einzelnen Teile zu fordern.

Eine weitere Einschränkung der Leistungserfassung besteht im Zeitpunkt der Testung. Wie in anderen Untersuchungen auch wurde sofort im Anschluß an die Lernphase das Wissen überprüft. Möglicherweise zeigt sich der Effekt einer Programmversion erst in der Langzeitwirkung, d.h. das Wissen könnte entsprechend besser im Gedächtnis verankert sein und einen längerfristigen Behaltensvorteil erbringen. Es scheint plausibel, daß durch eine Navigation über Bilder diese z.B. effektiver als Abrufhilfen eingesetzt werden können.

Die Inhalte der Programme führen in die Psychologie der Wahrnehmung und ihre physiologischen Grundlagen ein. Die Annahme liegt nahe, daß die Inhalte nicht so schwierig sind und daher die Leistungen in den Programmversionen nahe beieinander liegen. Die Schwierigkeit ergibt sich hauptsächlich aus der Menge an Informationen.

5.2 Zusammenhänge zwischen Leistung, Strategien und Lernermerkmalen

5.2.1 Bildbezogene Strategien

Die Bildverarbeitungsstrategien scheinen in dieser Untersuchung hauptsächlich beim Lernen mit Bildinteraktivität und gesprochenen Texten wichtig zu sein (Tabelle 4.12, S. 191). Die Aufmerksamkeits-, Anstrengungs- und metakognitiven Strategien korrelieren mit den Testleistungen. Werden Strategien aus diesem Bereich vermehrt eingesetzt, erreichen die Lernenden einen höheren Testscore. Einzelne Bildverarbeitungsstrategien werden erst durch den Einsatz von gesprochenen Texten relevant. Der ungewohnte Einsatz von Sprache - besonders in Verbindung mit einer schwierigeren Steuerung in Form von Bildnavigation - erfordert vermutlich den adäquaten Einsatz bestimmter Strategiegruppen. In den Programmversionen ohne gesprochene Texte ergeben sich keine Zusammenhänge zwischen den Bildverarbeitungsstrategien und dem Lernerfolg. Möglicherweise liegt das daran, daß beim Lernen mit geschriebenen Texten und Bildern verschiedene Vorgehensweisen in Abhängigkeit von Lernermerkmalen zum Lernerfolg führen und vor allem die gewohnten Lernstrategien angewendet werden können, wie sie beim Lernen mit bebilderten Texten erworben wurden.

In dieser Studie hängt der Einsatz metakognitiver und elaborativer Strategien mit der Lernleistung nur in der auditiven bildinteraktiven Programmversion zusammen. Die Korrelationen mit der Lernleistung werden dabei für die metakognitiven Strategien signifikant, für die Strategie *Zusammenhänge knüpfen* verpassen die Korrelationen knapp das Signifikanzniveau.

Auch für die auditive verzeichnisinteraktive Version läßt sich für Elaborationen ein Zusammenhang erkennen, der allerdings nicht signifikant wird. In den Programmversionen ohne gesprochene Texte können diesbezüglich keine Beziehungen beobachtet werden.

In der Untersuchung von Lewalter (1997b) hängen die bildbezogenen Wiederholungsstrategien mit dem Faktenwissen zusammen. Ein vermehrter Einsatz dieser Strategien wirkt sich positiv auf die Lernleistung aus. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu dieser Untersuchung. Der Unterschied zwischen den Untersuchungen ist wahrscheinlich auf die verwendeten Programmversionen zurückzuführen. In dieser Untersuchung wurde ein frei explorierbares strukturiertes Hypermediasystem angeboten, in welchem die Sequenz der Informationen frei gewählt werden konnte. Lewalter (1997b) präsentierte in ihren Programmversionen die Informationen sehr direktiv. Die Probanden konnten nur im Programm vorwärts blättern und keine Abschnitte wiederholen. Dazu wurden Bilder und Texte getrennt dargeboten. Das kann ein Grund dafür sein, warum Wiederholungsstrategien mit dem Faktenwissen korrelieren. Wenn Bilder gezeigt wurden, versuchte man, sich durch Wiederholungsstrategien die Illustrationen einzuprägen, da die Bilder nicht noch einmal angeschaut werden konnten. Wenn dabei im Wissenstest abgefragte Informationen im Gedächtnis verankert werden, so sollten diese Wiederholungsstrategien mit Faktenwissen korrelieren. Weiter beeinflussen bei Lewalter (1997b) die metakognitiven und elaborativen Strategien positiv die Testleistungen, die Effekte werden aber nicht signifikant.

Drewniak (1992) erkannte in ihrer Untersuchung die Memorierungs- und Elaborationsstrategien als besonders wichtig. Daneben stellte sich ein negativer Effekt von Orientierungsstrategien (zur Planung des eigenen Vorgehens, aber auch die Nutzung von Bildern zur Erkennung der Textstruktur) aus dem metakognitiven Bereich ein. In ihrer Untersuchung wurde genauso wie bei Lewalter (1997b) die Methode des Lauten Denkens verwendet. Die Diskrepanzen in der Ermittlung wichtiger Bildverarbeitungsstrategien könnte auf den Methodeneinsatz zurückzuführen sein. Möglicherweise begünstigen oder behindern bestimmte Methoden die Erfassung einzelner Strategien und beeinflussen dadurch die ermittelten Zusammenhänge. Bei Lewalter (1997b) bewirkte diese Methode eine vermehrte Registrierung der Wiederholungsstrategien. Ein Methodenvergleich bzgl. der Erfassung von Bildverarbeitungsstrategien sollte durchgeführt werden.

Darüber hinaus stellte das von Drewniak (1992) verwendete Lernsystem eine einfache Text-Bild-Kombination dar, in welchem durch Vor- und Zurückblättern Informationen abgerufen

werden konnten. Wie bei Lewalter (1997b) erfolgte die Präsentation der integrierten Bilder auf einer eigenen Seite. In den Textteilen wurde durch einen Hinweis "vgl. Abbildung" darauf verwiesen. Die Bilder wurden dann ganzseitig dargeboten. Auch hier scheint vor allem die Art und Weise der Bildpräsentation Wiederholungs- bzw. Memorierungsstrategien zu erfordern.

5.2.2 Computerbezogene Strategien

Bei den computerbezogenen Strategien erweisen sich die Anstrengungs- und Aufmerksamkeitsstrategien als besonders wichtig für den Lernerfolg. Angesichts der Stoffmenge und der langen Lernzeit ist dieser Zusammenhang nicht verwunderlich. Auch in der Untersuchung von Eiwan (1998) stellten sich diese computerbezogenen Strategien als bestimmend für den Lernerfolg heraus. Eiwan (1998) fand hauptsächlich Zusammenhänge zwischen dem Einsatz dieser Strategien und der Leistung im Text- und Gesamttest, aber nicht beim Bilderbeschriften. Die Korrelationen fallen nicht so hoch aus wie in dieser Untersuchung. Das liegt wahrscheinlich daran, daß diese Strategien unbedingt erforderlich für eine solch lange Lernphase sind. Man darf angesichts der Lernmenge nicht aufgeben und muß seine Konzentration aufrechterhalten.

In der Programmversion mit gesprochenen Texten und Navigation über Verzeichnisse wirkt der Einsatz metakognitiver Strategien förderlich für den Lernerfolg. Möglicherweise wird dies durch die auditiven Texte bewirkt, die angesichts ihrer Dynamik eine genauere Wissensüberprüfung und Planung des Vorgehens abverlangen. Warum in der bildinteraktiven Version die computerbezogenen metakognitiven Strategien keine Rolle spielen, könnte dadurch begründet sein, daß durch die Bildnavigation die metakognitiven Strategien auf die Bilder verlagert werden und somit eine effektive metakognitive Bildverarbeitung die entscheidende Rolle spielt. Die allgemeinen metakognitiven Strategien werden auf die navigierbaren Bilder zentriert. Möglicherweise bedingt der strukturelle Aufbau der Programme, daß die computerbezogenen Strategien *Organisieren* und *Zusammenhänge knüpfen* keinen Zusammenhang der Strategien mit der Lernleistung zeigen.

5.2.3 Computer- und bildbezogene Lernstrategien in den Lernprogrammen

Eiwan (1998) erzielt Zusammenhänge zwischen den computerbezogenen Anstrengungs-, Organisations- und metakognitiven Strategien und der Lernleistung beim Lernen mit einem interaktiven Programm. Interaktive Lernprogramme bieten den Lernenden viele Freiheiten und erfordern dementsprechend Entscheidungen. Lerner müssen daher in der Lage sein, den Lern-

stoff zu einem gewissen Grad selbst zu strukturieren und zu organisieren. Eiwan (1998) kommt zu dem Schluß, daß eine hohe Entscheidungsfreiheit über den Lernfortschritt den vermehrten Einsatz flexibler elaborierter und metakognitiver Lernstrategien erfordert und für Lernsituationen mit wenig Spielraum ressourcenbezogene Strategien ausreichen. Demnach kann man vermuten, daß die in dieser Untersuchung verwendeten verzeichnis- und bildinteraktiven Programmversionen ohne gesprochene Texte eher Lernsituationen mit wenig Gestaltungsspielraum entsprechen. Die bei Eiwan (1998) verwendete bildinteraktive Programmversion bietet auch mehr Interaktivität als die hier verwendeten einfachen Lernprogramme. Gesprochene Sprache scheint hingegen die Freiräume zu erweitern und dementsprechend neben Anstrengungs- und Aufmerksamkeitsstrategien vor allem den Einsatz computer- und bildbezogener metakognitiver Strategien zu verlangen. Erst gesprochene Texte scheinen intensive Planungs- und Überwachungsstrategien zu erfordern. Mit dem besonderen Merkmal der Zeitabhängigkeit und des vorgegebenen Verarbeitungstempos wird eine Verstehenskontrolle und eine gezielte Auswahl von Informationen wichtig. Bei geschriebenen Texten ist zu vermuten, daß die Informationsextraktion reibungsloser vonstatten geht.

Organisationsstrategien hängen in dieser Untersuchung nicht mit Lernerfolg zusammen. Das kann vor allem der klaren Strukturierung des Programms zugeschrieben werden. Hinzu kommt, daß allgemein der Einsatz von bildbezogenen Organisationsstrategien im bildinteraktiven Programm und den Versionen mit gesprochenen Texten gegenüber der verzeichnisinteraktiven Programmversion ansteigt. Das kann darauf hindeuten, daß das erforderliche Mindestmaß an Strategieeinsatz erfolgt ist und deshalb keine Korrelationen signifikant werden. Faßt man bild- und computerbezogene Strategien zusammen, so sind insgesamt die metakognitiven, Anstrengungs- und Aufmerksamkeitsstrategien für den Lernerfolg von Bedeutung.

5.2.4 Lernstrategien und Lernerkmale

Zwischen den Lernermerkmalen Vorwissen, Computererfahrung bzw. thematisches Interesse und den bild- sowie computerbezogenen Strategien existieren nur wenige signifikante Zusammenhänge (Tabelle 4.17 und 4.18, S. 196). In den Programmversionen ohne gesprochene Texte korrelieren Vorwissen und Interesse am Thema mit keiner bild- oder computerbezogenen Lernstrategie. Nur in der bildinteraktiven Version besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen Computererfahrung und der Strategie *Zusammenhänge knüpfen*, welche aber nicht mit der Lernleistung in Zusammenhang steht. Möglicherweise gehen diese nonauditiven Versionen nicht sehr weit über das Lernen mit Büchern oder herkömmlich gedruckten Texten

hinaus, so daß die Versuchspersonen ihre gewohnten und erfolgreichen Strategien einsetzen können. Das deutet darauf hin, daß die eingesetzten Strategiemuster individuell entwickelt wurden und dementsprechend verschieden sind.

In den Versionen mit gesprochenen Texten errechnen sich dabei einige signifikante Korrelationen. Das thematische Interesse bestimmt besonders in der bildinteraktiven Version mit gesprochenen Texten den bildbezogenen Strategieeinsatz, u.a. die metakognitiven und Aufmerksamkeitsstrategien, welche weiter mit den Lernleistungen positiv korrelieren. In der verzeichnisinteraktiven Version mit gesprochenen Texten hängt vor allem das Vorwissen mit den computerbezogenen Strategien zusammen, darunter ebenso die metakognitiven und Aufmerksamkeitsstrategien, welche analog mit der Lernleistung positiv korrelieren. Teilweise zeichnet sich für einzelne andere Strategien ein entsprechender Zusammenhang ab. Die Hypothese liegt nahe, daß durch eine Navigation über Bilder die für die Lernleistung relevanten allgemeinen Strategien auf die Bildverarbeitung umverlagert werden.

5.3 Zusammenhänge zwischen Leistung, Nutzung und Lernermerkmalen

Die Lernleistung hängt außer mit dem Vorwissen mit keiner anderen erfaßten Lernervariable zusammen (Tabelle 4.15, S. 193). Lernende mit Vorwissen schneiden in der Regel besser im Wissenstest ab. In der bildinteraktiven Version mit kurzer Nennung der Einheit werden die Zusammenhänge nicht signifikant. Auch von Eiwan (1998) werden solche Ergebnisse für ein lineares und ein interaktives Programm berichtet. Erstaunlich ist, daß angesichts der Annahme, daß die Steuerung über Bilder das Programm schwerer macht, kein Effekt der Computererfahrung errechnet wird. Das kann daran liegen, daß die Erfahrung relativ allgemein erfaßt wurde und die Expertise sehr undifferenziert abgebildet wird. Interesse am Thema und am Studienfach spielt keine Rolle in dieser Untersuchung. Eiwan (1998) ermittelte hingegen einen Einfluß des Interesses am Thema.

Die Zusammenhänge zwischen Lernleistung und Programmnutzung deuten ebenso darauf hin, daß die Probanden in den Versionen "Verzeichnis" und "Bild" ihre normalen Textbearbeitungsroutinen einsetzen. Vor allem für die verzeichnisinteraktive Version gilt, daß je mehr Informationen, Einleitungen und Zusammenfassungen abgerufen werden, desto mehr Wissen die Probanden erreichen. Darüber hinaus wird der Lernprozeß durch Menüaufrufe behindert. Dieses Nutzungsverhalten ist wiederum hauptsächlich vom Vorwissen der Probanden abhängig. Die Anzahl der Menüaufrufe in der bildinteraktiven Version wird dagegen maßgeblich durch das thematische Interesse beeinflusst.

In der bildinteraktiven Programmversion mit gesprochenen Texten existieren keine Zusammenhänge zwischen dem Nutzungsverhalten und der Testleistung. Unterschiedliche Nutzungsmuster können hier zu Lernerfolg führen. Dabei hängt das Nutzungsverhalten auch nicht mit Vorwissen oder Computererfahrung zusammen. Nur das thematische Interesse beeinflusst die Anzahl bearbeiteter Kapitel, welche aber nicht mit der Lernleistung in Beziehung steht.

In der verzeichnisinteraktiven Programmversion mit Audio ist es förderlich, Begriffserklärungen abzurufen und diese genau zu studieren. Bei Eiwan (1998) wird dies als Störung des Lernprozesses beurteilt, weil diese Inhalte im Wissenstest nicht abgefragt werden. Im Gegensatz dazu beinhalten die Begriffserklärungen in den Programmen dieser Untersuchung sehr wohl Informationen, welche für den Wissenstests und besonders für das Textwissens relevant sind. Möglicherweise erkennen die Probanden in der Version "Bild/Audio", daß viele Begriffe im vorliegenden Programmkapitel sowieso behandelt werden und setzen deshalb ihre Verarbeitungsleistungen anderweitig ein.

Die Zusammenhänge zwischen den Lernermerkmalen und der Programmnutzung sind sehr uneinheitlich und programmspezifisch. Es ist wahrscheinlich, daß unterschiedliche Nutzungen von den Lernermerkmalen beeinflusst werden. Eine sinnvolle Interpretation ist aufgrund der unterschiedlichen Zusammenhänge in den Programmversionen nicht möglich.

5.4 Ausblick

Über die in diesem Abschnitt aufgeworfenen Fragestellungen hinaus sollte in weiteren Studien ein grundlegendes Problem untersucht werden: Es ist nichts darüber bekannt, ob Lernende über ein spezifisches Repertoire an Lernstrategien mit dem Computer oder Bildern besitzen, ob Kenntnisse über deren angemessenen Einsatz vorliegen und die Strategien auch adäquat und flexibel in Abhängigkeit von verschiedenen Lernermerkmalen wie z.B. Vorwissen angewandt werden können (siehe ebenso Eiwan, 1998). Angesichts des Umgangs mit den gesprochenen Texten muß von einem Mangel vor allem an adäquaten audiobezogenen Strategien ausgegangen werden. Allgemein wird ein "Vorlesen lassen" des Textes als weniger geeignete Lernstrategie angesehen. Genau dies praktiziert aber der Hauptanteil der Probanden.

Darüber hinaus sollte nicht vergessen werden, daß für alle Programme ein gewisser Neuheitseffekt mitspielen könnte. Dieser Effekt könnte dafür verantwortlich sein, daß die Leistungen in allen Programmversionen positiv beeinflusst werden und bestehende Unterschiede in den Hintergrund treten. Insgesamt haben sich alle Programmversionen als geeignet für das Lernen

herausgestellt. Möglicherweise sind die basalen Unterschiede zwischen den Versionen nicht so groß und alle Programme eignen sich auf ihre Weise gut zur Informationserarbeitung.

Als Einschränkung dieser Arbeit muß die extern vorgegebene Lernsituation gelten. Durch diese Situation ist es möglich, daß die Vorteile von Bildinteraktivität und gesprochenen Texten nur reduziert hervorgetreten sind. Angesichts der vorbestimmten Stoffmenge, welche in einer anschließenden Testphase abgefragt wird, kann man vermuten, daß die Lernenden auf gewohnte Vorgehensweisen zurückgreifen und zu einem insgesamt linearen Durcharbeiten der Inhalte gedrängt wurden. Dazu kommt, daß die Beschäftigung mit den Programmen ein einmaliges Lernereignis ist. Eine Untersuchung über ein Lernprogramm in einer natürlicheren Lernsituation wäre wünschenswert. Hier wäre es z.B. möglich, Probanden ein umfangreiches Programm zur Verfügung zu stellen, welches z.B. zu Hause auf dem Computer installiert werden kann oder in frei zugänglichen Lernräumen mit Einzellerplatz angeboten wird. Dazu sollte man den Probanden diese Möglichkeit über einen längeren vereinbarten Zeitraum zustehen und nach Ablauf der Zeit einen Prüfungstermin vereinbaren. Wie werden sich in einer solchen Situation Programm- und Lernereigenschaften auswirken? Treten Unterschiede dann verstärkt hervor? In jedem Fall erlangt man bei einem solchen Vorgehen Kenntnisse über die Nutzungsgewohnheiten gegenüber einem Programm und deren Veränderungen über eine längere Einsatzperiode.

Diese Untersuchung hat einige erwartete und auch einige unerwartete Ergebnisse erbracht, welche weiter hinterfragt werden müssen. Obwohl viele Unterschiede und Zusammenhänge nicht signifikant⁴ wurden, wird vermutet, daß diese erst nach weitergehenden differenzierten Studien adäquat in ihren Bedeutungszusammenhang eingeordnet werden können. Angesichts der mit dieser Studie erarbeiteten Grundlagen, einschließlich der Erstellung eines umfangreichen Hypermediasystems mit ca. 600 Informationseinheiten, 400 Glossareinträgen und 10 Stunden gesprochener Texte, sind bzgl. Bildverarbeitung und Spracheinsatz eine ganze Reihe von Studien möglich, mit denen die Detailfragen weiter untersucht werden können.

⁴ Zu berücksichtigen ist hier die knappe Besetzung der Lerngruppen mit 17/18 Versuchspersonen. Aufgrund der z.T. sehr großen interindividuellen Varianzen (z.B. Tabelle 4.10, S. 188) fällt es schwer, Effekte zu entdecken und statistisch abzusichern.

6 Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden die Auswirkungen unterschiedlich gestalteter strukturierter Hypermediasysteme auf Programmnutzung, Akzeptanz, Anregung, Lernstrategien und -ergebnisse beim Wissenserwerb untersucht. Dabei steht die Bildverarbeitung und deren Förderung im Zentrum. Weiter werden Zusammenhänge zu den Lernermerkmalen Vorwissen, Computererfahrung, Interesse an den Lerninhalten und am Studium geknüpft.

Der Versuchsplan kombiniert die zweigestuften unabhängigen Programmvariablen "Art der Navigation" und "Art der Textdarbietung" faktoriell. Die Navigation erfolgt entweder über hierarchische Verzeichnisse oder durch "Anklicken" vordefinierter Teile eines Bildarrangements, die Darbietung der Texte geschieht entweder schriftlich (mit einer kurzen Nennung der abgerufenen Informationseinheit) oder zusätzlich akustisch, indem die schriftlichen Texte auch auditiv präsentiert werden. Die vier resultierenden Programmversionen zu Grundlagen der Wahrnehmungspsychologie und -physiologie wurden von 71 Probanden bearbeitet. Das Nutzungsverhalten (Anzahl der Seitenaufrufe, Verweildauer etc.) der Lernenden wird vom Computer "online" protokolliert, alle weiteren Variablen werden mittels Fragebogen erfaßt.

Die Informationsseiten mit auditiven Texten werden länger bearbeitet. Trotzdem unterscheidet sich die Lerndauer der Gruppen nicht. In den Akzeptanz-, Anregungs- und Lernmaßen tritt kein Unterschied auf. Jedoch konnte durch eine Navigation über Bilder die Bildverarbeitung bzgl. der metakognitiven und Anstrengungsstrategien gefördert werden. Auditive Texte wirken sich weitgehend nicht auf die Bildverarbeitung aus; nur mit Verzeichnisnavigation wird die Nutzung der Bilder zur Textstrukturierung erhöht. Die allgemeinen Strategien werden nicht beeinflusst. Die Lernleistung korreliert in allen Gruppen mit den allgemeinen Anstrengungs- und Aufmerksamkeitsstrategien. Allein bei Verzeichnisnavigation und gesprochenen Texten geht ein vermehrter Einsatz allgemeiner metakognitiver Strategien mit höheren Leistungen einher. Bei der Bildverarbeitung hängen nur in der bildinteraktiven Version mit auditiven Texten die Anstrengungs-, Aufmerksamkeits- und metakognitiven Strategien mit dem Lernerfolg zusammen. Als einziges Lernermerkmal korreliert das Vorwissen mit der Leistung. Insgesamt wird eine Navigation über Bilder als eine effektive Methode zur Förderung der Bildverarbeitung angesehen. Unter welchen Bedingungen (z.B. Aufgabentypen, Testzeitpunkt, Lernermerkmale, Lernstrategien) sich diese Förderung erwartungsgemäß positiv in den Lernmaßen niederschlägt, muß weiter untersucht werden. Die Wirkung auditiver Texte auf Bildverarbeitung und Lernmaße scheint dagegen sehr von Zusatzfaktoren (Programmdesign, Informationsarten, audiobezogene Strategien, didaktischer Einsatz) abzuhängen, unter deren Spezifikation sich erst Wirkungen angeben lassen.

7 Literaturverzeichnis

- Alesandrini, K.L. (1981). Pictorial-verbal and analytic-holistic learning strategies in science learning. *Journal of Educational Psychology*, 73, 358-368.
- Antes, J.R. & Kristjanson, A.F. (1993). Effects of capacity demands on picture viewing. *Perception and Psychophysics*, 54, 808-813.
- Ayre, J., Callaghan, J. & Hoffos, S. (Eds.). (1993). *European multimedia yearbook 1994*. London: Interactive Media Publications.
- Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford: University Press.
- Baddeley, A.D. (1997). *Human memory. Theory and practice*. Hove: Psychology Press.
- Ballstaedt, S.-P. (1988). *Wenn Hören und Sehen vergeht: Grenzen der audiovisuellen Integration* (Forschungsbericht Nr. 52). Tübingen: Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen, Arbeitsbereich Lernforschung.
- Ballstaedt, S.-P. (1990). Integrative Verarbeitung bei audiovisuellen Medien. In K. Böhme-Dürr, J. Emig & N. Seel (Hrsg.), *Wissensveränderung durch Medien* (S. 185-196). München: Saur.
- Ballstaedt, S.-P. (1997). *Wissensvermittlung. Die Gestaltung von Lernmaterial*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Ballstaedt, S.-P., Molitor, S. & Mandl, H. (1989). Wissen aus Text und Bild. In J. Groebel & P. Winterhoff-Spurk (Hrsg.), *Empirische Medienpsychologie* (S. 105-133). München: Psychologie Verlags Union.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84, 191-215.
- Barron, A.E. & Kysilka, M.L. (1993). The effectiveness of digital audio in computer-based training. *Journal of Research on Computing in Education*, 25, 277-289.
- Bauer, W. (1997). Multimedia in der Schule? In L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 377-399). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Beck, C.R. (1984). Visual cueing strategies: Pictorial, textual, and combinational effects. *Educational Communication and Technology Journal*, 32, 207-216.
- Beck, C.R. (1991). Strategies for cueing visual information: Research findings and instructional design implications. *Educational Technology*, 31 (3), 16-20.

- Berg, D. & Imhof, M. (1996). Zuhören lernen - lernen durch Zuhören. In F. Sedlak (Hrsg.), *Ich - Du - Wir: Persönlichkeitsentwicklung und Gemeinschaftsförderung* (S. 39-53). Wien: Bundesministerium für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten.
- Bernard, R.M. (1990). Using extended captions to improve learning from instructional illustrations. *British Journal of Educational Technology*, 21, 215-225.
- Bock, M. (1983). Zur Repräsentation bildlicher und sprachlicher Informationen im Langzeitgedächtnis - Strukturen und Prozesse. In L.J. Issing & J. Hannemann (Hrsg.), *Lernen mit Bildern* (S. 61-94). Grünwald: Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht.
- Börner, W. & Schnellhardt, G. (1992). *Multimedia. Grundlagen, Standards, Beispielanwendungen*. München: te-wi Verlag.
- Bortz, J. (1993). *Statistik für Sozialwissenschaftler* (4. vollständig überarbeitete Auflage). Berlin: Springer.
- Bovy, R.C. (1981). Successful instructional methods: A cognitive information processing approach. *Educational Communication and Technology Journal*, 29, 203-217.
- Brody, P.J. (1981). Research on pictures in instructional texts: The need for a broadened perspective. *Educational Communication and Technology Journal*, 29, 93-100.
- Brody, P.J. (1982). Affecting instructional textbooks through pictures. In D.H. Jonassen (Ed.), *The technology of text. Principles for structuring, designing, and displaying text* (pp. 301-316). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Burwell, L. (1991). The interaction of learning styles with learner control treatments in an interactive videodisc lesson. *Educational Technology*, 31 (3), 37-43.
- Canelos, J., Dwyer, F., Taylor, W., Belland, J. & Baker, P. (1989). The effect of embedded learning strategies in microcomputer-based instruction. *Journal of Experimental Education*, 59, 301-315.
- Champness, B.G. & Ikhlef, A. (1982). *Effects of teletext page design on subjective reactions, memory and scanning performance*. New York: Alternate Media Center.
- Chen, C. & Rada, R. (1996). Interacting with hypertext: A meta-analysis of experimental studies. *Human-Computer Interaction*, 11, 125-156.
- Clark, J.M. & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3, 149-210.
- Clark, R.E. & Salomon, G. (1986). Media in teaching. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 464-478). New York: Macmillan.

- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1991). The Jasper Series as an example of anchored instruction: Theory, program description, and assessment data. *Educational Psychologist*, 27, 291-315.
- Collins, A., Brown, J.S. & Newman, S.E. (1989). Cognitive Apprenticeship: teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L.B. Resnick (Ed.), *knowing, learning and instruction* (pp. 291-315). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Conrad, R. & Hull, A.J. (1968). Input modality and the serial position curve in short-term memory. *Psychonomic Science*, 10, 135-136.
- Conway, M.A. & Gathercole, S.E. (1987). Modality and long-term memory. *Journal of Memory and Language*, 26, 341-361.
- Cronbach, L.J. (1967). How can instruction be adapted to individual differences? In R.M. Gagné (Hrsg.), *Learning and individual differences* (S. 23-44). Columbus, O.: Merrill.
- Cronin, M.W. & Cronin, K.A. (1992). A critical analysis of the theoretic foundations of interactive video instruction. *Journal of Computer-Based Instruction*, 19 (2), 37-41.
- Crowder, R.G. (1993). Auditory memory. In S. McAdams & E. Bigand (Eds.), *Thinking in sound. The cognitive psychology of human audition* (pp. 113-145). Oxford: Clarendon Press.
- Crowder, R.G. & Morton, J. (1969). Precategorical acoustic storage (PAS). *Perception and Psychophysics*, 5, 365-373.
- Davies, D.R., Shackleton, V.J. & Parasuraman, R. (1983). Monotony and boredom. In R. Hockey (Ed.), *Stress and fatigue in human performance* (pp. 1-32). Chichester: Wiley.
- Dean, R.S. & Enemoh, P.A.C. (1983). Pictorial organization in prose learning. *Contemporary Educational Psychology*, 8, 20-27.
- Dean, R.S. & Kulhavy, R.W. (1981). Influence of spatial organization in prose learning. *Journal of Educational Psychology*, 73, 57-64.
- Dinter, F. (1998). Zur Diskussion des Konstruktivismus im Instruktionsdesign. *Unterrichtswissenschaft*, 26, 254-287.
- Dörr, G. & Jüngst, K.L. (Hrsg.). (1998). *Lernen mit Medien. Ergebnisse und Perspektiven zu medial vermittelten Lehr- und Lernprozessen*. Weinheim: Juventa.
- Drewniak, U. (1992). *Lernen mit Bildern in Texten. Untersuchung zur Optimierung des Lernerfolgs bei Benutzung computerpräsentierter Texte und Bilder*. Münster: Waxmann.

- Drewniak, U. & Kunz, G.C. (1992). Verstehensrelevante Bilder in Lehrtexten: Ihre Verarbeitung, ihre Funktionen und ihre Bedeutung für die Förderung des Lernens mit Texten. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 6, 49-62.
- Duchastel, P.C. & Wallner, R. (1979). Pictorial illustration in instructional texts. *Educational Technology*, 19, 20-25.
- Dwyer, F.M. (1972). *A guide for improving visualized instruction*. State College, Pa.: Learning Services.
- Dwyer, F.M. (1978). *Strategies for improving visual learning*. State College, Pa.: Learning Services.
- Dwyer, F.M. & De Melo, H. (1984). Effects of mode of instruction, testing, order of testing, and cued recall on student achievement. *Reading Psychology: An International Quarterly*, 9, 365-380.
- Edelmann, W. (1996). *Lernpsychologie*. Weinheim: Beltz.
- Eiwan, B. (1998). *Lehren und Lernen mit dem Computer. Eine experimentelle Studie zum Einfluß von Lerner- und Programmmerkmalen auf Lernprozeß und Lernergebnis*. Regensburg: Roderer.
- Enerson, M. & Tuney, D. (1984). An experiment with speech on an electronic text service. *Videodisc and Optical Disc*, 4, 306-317.
- Engelkamp, J. (1990). *Das menschliche Gedächtnis. Das Erinnern von Sprache, Bildern und Handlungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Engelkamp, J. (1991). Bild und Ton aus der Sicht der kognitiven Psychologie. *Medienpsychologie*, 3, 278-299.
- Engelkamp, J. (1998). Gedächtnis für Bilder. In K. Sachs-Hombach & K. Rehkämper (Hrsg.), *Bild - Bildwahrnehmung - Bildverarbeitung. Interdisziplinäre Beiträge zur Bildwissenschaft* (S. 227-242). Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Engelkamp, J. & Zimmer, H.D. (1990). Unterschiede in der Repräsentation und Verarbeitung von Wissen in Abhängigkeit von Kanal, Reizmodalität und Aufgabenstellung. In K. Böhme-Dürr, J. Emig & N. Seel (Hrsg.), *Wissensveränderung durch Medien* (S. 84-97). München: Saur.
- Engelkamp, J. & Zimmer, H.D. (1994). *The human memory. A multi-modal approach*. Göttingen: Hogrefe.

- Euler, D. (1992). *Didaktik des computerunterstützten Lernens. Praktische Gestaltung und theoretische Grundlagen*. Nürnberg: BW Verlag.
- Euler, D. (1994). (Multi)mediales Lernen - Theoretische Fundierungen und Forschungsstand. *Unterrichtswissenschaft*, 22, 291-311.
- Farah, M.J. (1989). Knowledge from text and pictures: a neuropsychological perspective. In H. Mandl & J.R. Levin (Eds.), *Knowledge acquisition from text and pictures* (pp. 59-71). Amsterdam: North-Holland.
- Fenk, A. (1980). *"Ein Bild sagt mehr als tausend Worte ...?": Lernleistungsunterschiede bei optischer, akustischer und optischakustischer Präsentation von Lehrmaterial*. Grünwald: Universis-Druck und Verlag Hartl.
- Floyd, S. & Floyd, B. (1982). *Handbook of interaktive video*. White Plains: Knowledge Industry Publications.
- Förster, H.-P. & Zwernemann, M. (1993). *Multimedia - die Evolution der Sinne!* Neuwied: Luchterhand.
- Frey, K. (1989). Effekte der Computerbenutzung im Bildungswesen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 35, 637-656.
- Fricke, R. (1991). Zur Effektivität computer- und videounterstützter Lernprogramme. In R.S. Jäger, R. Arbinger, M. Bannert, U. Lissmann, M. Deutsch & K. Konrad (Hrsg.), *Computerunterstütztes Lernen (Beiheft 2 zur Zeitschrift "Empirische Pädagogik")* (S. 167-204). Landau: Empirische Pädagogik.
- Fricke, R. (1997). Evaluation von Multimedia. In L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 401-413). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Friedman, A. (1979). Framing pictures: the role of knowledge in automatized encoding and memory for gist. *Journal of Experimental Psychology*, 108, 316-355.
- Friedrich, H.F., Fischer, P.M., Krämer, D. & Mandl, H. (1984). *Entwicklung und Evaluation eines Strategieprogramms zum Lernen mit Texten* (Forschungsbericht Nr. 32). Tübingen: Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen, Hauptbereich Forschung.
- Friedrich, H.F. & Mandl, H. (1992). Lern- und Denkstrategien - ein Problemaufriß. In H. Mandl & H.F. Friedrich (Hrsg.), *Lern- und Denkstrategien. Analyse und Intervention* (S. 3-54). Göttingen: Hogrefe.
- Gardiner, J.M. & Gregg, V.H. (1979). When auditory memory is not overwritten. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 705-719.

- Gardiner, J.M., Gardiner, M.M. & Gregg, V.H. (1983). The auditory recency advantage in longer term free recall is not enhanced by recalling prerecency items first. *Memory and Cognition*, 11, 616-620.
- Gathercole, S.E. & Conway, M.A. (1988). Influences of delayed distraction on the modality effect in free recall. *British Journal of Psychology*, 74, 223-232.
- Gay, G. (1986). Interaction of learner-control and prior understanding in computer-assisted video instruction. *Journal of Educational Psychology*, 78, 225-227.
- Glenberg, A.M. & Swanson, N. (1986). A temporal distinctiveness theory of recency and modality effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12, 3-15.
- Goedhart, F. & Künstner, T. (1995). *Zukunft Multimedia: Grundlagen, Märkte und Perspektiven in Deutschland*. Frankfurt a.M.: Institut für Medienentwicklung und Kommunikation.
- Gray, S.H. (1987). The effect of sequence control on computer assisted learning. *Journal of Computer-Based Instruction*, 14 (2), 54-56.
- Grimm, H. & Engelkamp, J. (1981). *Sprachpsychologie*. Berlin: E. Schmidt.
- Haack, J. (1997). Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia. In L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 151-166). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Hannafin, M.J. & Peck, K.L. (1988). *The design, development, and evaluation of instructional software*. New York: Macmillan.
- Hannafin, R.D. & Sullivan, H.J. (1996). Preferences and learner control over amount of instruction. *Journal of Educational Psychology*, 88, 162-173.
- Hartman, F. (1961a). Recognition learning under multiple channel presentation and testing conditions. *Audiovisual Communication Review*, 9, 24-43.
- Hartman, F. (1961b). Single and multiple channel communication: A review of research and proposed model. *Audiovisual Communication Review*, 9, 235-262.
- Hasebrook, J. (1994). *Vermittlung und Erwerb von Strukturwissen: Studierhilfen für gedruckte und elektronische Lehrtexte*. Marburg: Universität Marburg.
- Hasebrook, J. (1995). *Multimedia-Psychologie*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Hattie, J. (1990). The computer and control over learning. *Education*, 110, 414-417.
- Hayes, D.A. & Readance, J.E. (1983). Transfer of learning from illustration-dependent text. *Journal of Educational Research*, 76, 245-248.

- Hedlund, D.E. & Casolaro, W.M. (1986). Student reactions to the use of computerized experiments in introductory psychology. *Educational Technology*, 26 (3), 42-45.
- Hofer, M. & Niegemann, H.M. (1990). Selbstgesteuertes Lernen mit interaktiven Medien in der betrieblichen Bildung. *Medienpsychologie*, 2, 258-274.
- Holding, D.H. (1983). Fatigue. In R. Hockey (Ed.), *Stress and fatigue in human performance* (pp. 145-167). Chichester: Wiley.
- Hoops, W. (1998). Konstruktivismus. Ein neues Paradigma für Didaktisches Design? *Unterrichtswissenschaft*, 26, 229-253.
- Hornung, C. (1994). PC-basierte Multimedia-Systeme. In U. Glowalla, E. Engelmann & G. Rossbach (Hrsg.), *Multimedia '94. Grundlagen und Praxis* (S. 2-8). Berlin: Springer.
- Hsia, H.J. (1968a). Effects of noise and difficulty level of input information in auditory, visual, and audiovisual information processing. *Perceptual and Motor Skills*, 26, 99-105.
- Hsia, H.J. (1968b). Output, error, equivocation, and recalled information in auditory, visual, and audiovisual information processing with constraint and noise. *Journal of Communication*, 18, 325-353.
- Hsia, H.J. (1969). Intelligence in auditory, visual, and audiovisual information. *Audiovisual Communication Review*, 17, 272-282.
- Hsia, H.J. (1977). Redundancy: Is it the lost key to better communication? *Educational Communication and Technology*, 25, 63-85.
- Imhof, M., Echternach, B., Huber, S. & Knorr, S. (1996). Hören und Sehen: Behaltensrelevante Effekte von Illustrationen beim Zuhören. *Unterrichtswissenschaft*, 24, 329-342.
- Issing, L.J. (1994). Von der Mediendidaktik zur Multimedia-Didaktik. *Unterrichtswissenschaft*, 22, 267-284.
- Issing, L.J. (1998). Lernen mit Multimedia aus psychologisch-didaktischer Perspektive. In G. Dörr & K.L. Jüngst (Hrsg.), *Lernen mit Medien. Ergebnisse und Perspektiven zu medial vermittelten Lehr- und Lernprozessen* (S. 159-178). Weinheim: Juventa.
- Issing, L.J., & Haack, J. (1985). Bildverarbeitung und Bildrepräsentation im dialogischen Lernen. In H. Mandl & P.M. Fischer (Hrsg.), *Lernen im Dialog mit dem Computer* (S. 106-117). München: Urban & Schwarzenberg.
- Issing, L.J. & Klimsa, P. (Hrsg.). (1997). *Information und Lernen mit Multimedia* (2. überarbeitete Auflage). Weinheim: Psychologie Verlags Union.

- Issing, L.J. & Klimsa, P. (1997). Multimedia - Eine Chance für Information und Lernen. In L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 1-3). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Jenkins, J.J. (1979). Four points to remember: A tetrahedral model and memory experiments. In L.S. Cermak & F.I.M. Craik (Eds.), *Levels of processing in human memory* (pp. 429-446). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Jonassen, D.H. (Hrsg.). (1988). *Instructional designs for microcomputer courseware*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Jones, D.M. (1983). Noise. In R. Hockey (Ed.), *Stress and fatigue in human performance* (pp. 61-95). Chichester: Wiley.
- Joseph, J.H. & Dwyer, F.M. (1984). The effects of prior knowledge, presentation mode, and visual realism on student achievement. *Journal of Experimental Education*, 52, 100-121.
- Kauchan, D., Eggen, P. & Kirk, S. (1978). The effect of cue specificity on learning from graphic materials in science. *Journal of Research in Science*, 15, 499-503.
- Keller, J.M. (1983). Motivational design of instruction. In C.M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: An overview of their current status* (pp. 383-434). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kerres, M. (1993). Software-Engineering für multimediale Teachware. In C. Seidel (Hrsg.), *Computer based training* (S. 87-102). Göttingen: Verlag für angewandte Psychologie.
- Kieras, D. (1978). Beyond pictures and words: Alternative information-processing models for imagery effects in verbal memory. *Psychological Bulletin*, 85, 532-554.
- Klein, J.D. & Keller, J.M. (1990). Influence of student ability, locus of control, and type of instructional control on performance and confidence. *Journal of Educational Research*, 83, 140-146.
- Klimsa, P. (1997). Multimedia aus psychologischer und didaktischer Sicht. In L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 7-24). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Koran, M.L. & Koran, J. (1980). Interaction of learner characteristics with pictorial adjuncts in learning from science text. *Journal of Research in Science Teaching*, 17, 477-483.
- Kosslyn, S.M. (1981). The medium and the message in mental imagery: a theory. *Journal of Educational Review*, 88, 46-66.
- Kozma, R.B. (1991). Learning with media. *Review of Educational Research*, 61, 179-211.

- Kulik, J.A. (1994). Meta-analytic studies of findings on computer-based instruction. In E.L. Baker & H.F. O'Neill (Eds.), *Technology assessment in education and training* (pp. 9-33). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kulik, J.A., Bangert, R. & Williams, G. (1983). Effects of computer-based teaching on secondary school students. *Journal of Educational Psychology*, 75, 19-26.
- Kulik, J.A., Kulik, C. & Cohen, P. (1980). Effectiveness of computer-based college teaching: A meta-analysis of findings. *Review of Educational Research*, 50, 525-544.
- Kulik, C.C., Kulik, J.A. & Shwalb, B.J. (1986). The effectiveness of computer-based adult teaching: a meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 2, 235-252.
- Kunz, G.C., Drewniak, U., Hatalak, A. & Schön, A. (1992). Zur differentiellen Bedeutung kognitiver, metakognitiver und motivationaler Variablen für das effektive Lernen mit Instruktionstexten und Bildern. In H. Mandl & H.F. Friedrich (Hrsg.), *Lern- und Denkstrategien. Analyse und Intervention* (S. 213-229). Göttingen: Hogrefe.
- Larson, C.O., Dansereau, D.F., Hythecker, V.I., O'Donnell, A. Young, M.D., Lambiotte, J.G. & Rocklin, T.R. (1986). Technical training: An application of a strategy for learning structural and functional information. *Contemporary Educational Psychology*, 11, 217-228.
- Leutner, D. (1992). *Adaptive Lehrsysteme. Instruktionspsychologische Grundlagen und experimentelle Analysen*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Leutner, D. (1997). Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. In L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 139-149). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Levie, H.W. (1987). Research on pictures: A guide to the literature. In D.M. Willows & H.A. Houghton (Eds.), *The psychology of illustration. Vol. 1: Basic research* (pp. 1-50). New York: Springer.
- Levie, H.W. & Lentz, R. (1982). Effects of text illustrations: A review of research. *Educational Communication and Technology Journal*, 30, 195-232.
- Levin, J.R., Anglin, G.J. & Carney, R.N. (1987). On empirically validating functions of pictures in prose. In D.M. Willows & H.A. Houghton (Hrsg.), *The psychology of illustration. Vol. 1: Basic research* (pp. 51-86). New York: Springer.
- Lewalter, D. (1997a). Kognitive Informationsverarbeitung beim Lernen mit computerpräsentierten statischen und dynamischen Illustrationen. *Unterrichtswissenschaft*, 25, 207-222.

- Lewalter, D. (1997b). *Lernen mit Bildern und Animationen. Studie zum Einfluß von Lernermerkmalen auf die Effektivität von Illustrationen*. Münster: Waxmann.
- Mandl, H. & Friedrich, H.F. (Hrsg.). (1992). *Lern- und Denkstrategien. Analyse und Intervention*. Göttingen: Hogrefe.
- Mandl, H., Friedrich, H.F. & Hron, A. (1993). Psychologie des Wissenserwerbs. In B. Weidenmann, A. Krapp, M. Hofer, G.L. Huber & H. Mandl (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie: Ein Lehrbuch* (S. 143-218). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (1997). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 167-178). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Mandl, H. & Hron, A. (1989). Psychologische Aspekte des Lernens mit dem Computer. *Zeitschrift für Pädagogik*, 35, 657-678.
- Mandl, H. & Levin, J.R. (Eds.). (1989). *Knowledge acquisition from text and pictures*. Amsterdam: North Holland Elsevier.
- Mayer, R.E. (1989). Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text. *Journal of Educational Psychology*, 81, 240-246.
- Mayer, R.E. & Gallini, J.K. (1990). When is an illustration worth ten thousand words? *Journal of Educational Psychology*, 82, 715-726.
- Mevarech, Z.R., Shir, N. & Movshovitz-Hadar, N. (1992). Is more always better? The separate and combined effect of a computer and video programme on mathematics learning. *British Journal of Educational Psychology*, 62, 106-116.
- Milheim, D.W. & Martin, B.L. (1991). Theoretical basis for the use of learner control: Three different perspectives. *Journal of Computer-Based Instruction*, 18 (3), 99-105.
- Miller, G.E. (1987). The influence of self-instruction on the comprehension monitoring performance of average and above average readers. *Journal of Reading Behavior*, 19, 303-317.
- Moore, D.M. & Dwyer, F.M. (Eds.). (1994). *Visual literacy: a spectrum of visual learning*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology.
- Moore, P.J. & Skinner, M.J. (1985). The effects of illustrations on children's comprehension of abstract and concrete passages. *Journal of Research in Reading*, 8, 45-56.
- Mousavi, S.Y., Low, R. & Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 87, 319-334.

- Nasser, D.L. & McEwen, W.J. (1976). The impact of alternative media channels: Recall and involvement with messages. *Audiovisual Communication Review*, 24, 263-272.
- Nelson, T.O. (1977). Repetition and depth of processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16, 151-171.
- Niegemann, H.M. (1995). *Computerunterstützte Instruktion in der Schule, Aus- und Weiterbildung. Theoretische Grundlagen, empirische Befunde und Probleme der Entwicklung von Lehrprogrammen*. Frankfurt a.M.: Peter Lang.
- Niegemann, H.M. (1998). Selbstkontrolliertes Lernen und didaktisches Design. In G. Dörr & K.L. Jüngst (Hrsg.), *Lernen mit Medien. Ergebnisse und Perspektiven zu medial vermittelten Lehr- und Lernprozessen* (S. 121-139). Weinheim: Juventa.
- Niemic, R.P. & Walberg, H.J. (1985). Computers and achievement in the elementary school. *Journal of Educational Computing Research*, 1, 435-440.
- Nugent, G.C. (1982). Pictures, audio, and print: Symbolic representation and effect on learning. *Educational Communication and Technology Journal*, 30, 163-174.
- Paechter, M. (1996). *Auditive und visuelle Texte in Lernsoftware. Herleitung und empirische Prüfung eines didaktischen Konzepts zum Einsatz auditiver und visueller Texte in Lernsoftware*. Münster: Waxmann.
- Paechter, M. (1997). Auditive und visuelle Texte in Lernsoftware. *Unterrichtswissenschaft*, 25, 223-240.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Paivio, A. (1977). Images, propositions, and knowledge. In J.M. Nicholas (Ed.), *Images, perception, and knowledge* (pp. 47-71). Dordrecht: D. Reidel.
- Paivio, A. (1978). A dual coding approach to perception and cognition. In H.L. Pick & E. Saltzman (Eds.), *Modes of perceiving and processing information* (pp. 39-52). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Paivio, A. (1983). The empirical case for dual coding. In J.C. Yuille (Ed.), *Imagery, memory, and cognition. Essays in honor of Allan Paivio* (pp. 307-332). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual-coding approach*. New York: Oxford University Press.
- Peeck, J. (1980). *Experimenter-provided and learner-generated pictures in learning form text*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Boston.

- Peeck, J. (1987). The role of illustrations in processing and remembering illustrated text. In D.M. Willows & H.A. Houghton (Eds.), *The psychology of illustration. Vol. 1: Basic research* (pp. 115-151). New York: Springer.
- Peeck, J. (1991). *Enhancing graphic-effects in instructional texts: Influencing learning activities*. Paper presented at the Workshop Comprehension of graphics, Tübingen.
- Peeck, J. (1994a). Enhancing graphic-effects in instructional texts: Influencing learning activities. In W. Schnotz & R.W. Kulhavy (Eds.), *Comprehension of graphics* (pp. 291-302). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Peeck, J. (1994b). Wissenserwerb mit darstellenden Bildern. In B. Weidenmann (Hrsg.), *Wissenserwerb mit Bildern. Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen* (S. 59-94). Bern: Huber.
- Penney, C.G. (1975). Modality effects in short-term memory. *Psychological Bulletin*, 82, 68-84.
- Penney, C.G. (1989). Modality effects in delayed free recall and recognition: visual is better than auditory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41, 455-470.
- Pettersson, R. (1994). Visual Literacy und Infologie. In B. Weidenmann (Hrsg.), *Wissenserwerb mit Bildern. Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen* (S. 215-235). Bern: Huber.
- Petersen, J. & Reinert, G.-B. (Hrsg.). (1994). *Lehren und Lernen im Umfeld neuer Technologien*. Frankfurt a.M.: Peter Lang.
- Pressley, M., Borkowski, J.G. & Schneider, W. (1987). Cognitive strategies: Good strategy users coordinate metacognition and knowledge. In R. Vasta & G. Whitehurst (Eds.), *Annals of child development (Vol. 4)* (pp. 89-129). Greenwich, CT: JAI Press.
- Pressley, M., Borkowski, J.G. & Schneider, W. (1989). Good information processing: What it is and how education can promote it. *International Journal of Educational Research*, 8, 857-867.
- Pylyshyn, Z.W. (1981). The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. *Psychological Review*, 88, 16-45.
- Pyter, M. (1994). *Textrepräsentation in Hypertext. Empirische Analyse von visuellen versus audiovisuellen Sprachdarbietungen in Hypertext*. Papier zum Kongress der DGPs 1994 in Hamburg.

- Pyter, M. & Issing, L. (1996). Textpräsentation in Hypertext. Empirische Untersuchung zur visuellen versus audiovisuellen Sprachdarbietungen in Hypertext. *Unterrichtswissenschaft*, 24, 177-186.
- Rasco, R.W., Tennyson, R.D. & Boutwill, R.C. (1975). Imagery instructions and drawings in learning prose. *Journal of Educational Psychology*, 67, 188-192.
- Rayner, K. & Pollatsek, A. (1987). Eye movements in reading: A tutorial review. In M. Coltheart (Ed.), *Attention and performance XII: The psychology of reading* (S. 327-362). London: Erlbaum.
- Rayner, K & Pollatsek, A. (1989). *The psychology of reading*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Reid, D.J. & Beveridge, M. (1990). Reading illustrated science texts: A micro-computer based investigation of children's strategies. *British Journal of Educational Psychology*, 60, 76-87.
- Reinking, D., Hayes, D.A. & McEneaney, J.E. (1988). Good and poor readers' use of explicitly cued graphic aids. *Journal of Reading Behavior*, 20, 229-247.
- Rickards, J.R. (1979). Adjunct postquestions in text: a critical review of methods and processes. *Review of Educational Research*, 49, 181-197.
- Rinck, M. & Glowalla, U. (1995). Die Präsentation quantitativer Daten durch graphische und multimediale Darstellung. In E. Schoop, R. Witt & U. Glowalla (Hrsg.), *Hypermedia in Aus- und Weiterbildung* (S. 107-117). Konstanz: Universitätsverlag Konstanz.
- Rinck, M. & Glowalla, U. (1996). Die multimediale Darstellung quantitativer Daten. *Zeitschrift für Psychologie*, 204, 383-399.
- Sachs-Hombach, K. & Rehkämper, K. (Hrsg.). (1998). *Bild - Bildwahrnehmung - Bildverarbeitung. Interdisziplinäre Beiträge zur Bildwissenschaft*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Salomon, G. (1974). What is learned and how it is taught: the interaction between media, message, task, and learner. In D.R. Olson (Ed.), *Media and symbols: The forms of expression, communication and education* (pp. 383-406). Chicago: Chicago University Press.
- Salomon, G. (1979). *Interaction of media, cognition, and learning: An exploration of how symbolic forms cultivate mental skills and affect knowledge acquisition*. San Francisco: Jossey-Bass.

- Salomon, G. (1984). Television is "easy" and print is "tough": The differential investment of mental effort in learning as a function of perceptions and attributions. *Journal of Educational Psychology*, 76, 647-658.
- Salomon, G. (1989). Learning from text and pictures: Reflections on a meta-level. In H. Mandl & J.R. Levin (Eds.), *Knowledge acquisition from text and pictures* (pp. 73-82). Amsterdam: North Holland Elsevier.
- Schallert, D.L., Alexander, P.A. & Goetz, E.T. (1988). Implicit instruction of strategies for learning from text. In C. Weinstein, E.T. Goetz & P.A. Alexander (Eds.), *Learning and study strategies: Assessment, instruction, and evaluation* (pp. 193-214). Orlando, FL: Academic Press.
- Schanda, F. (1995). *Computer-Lernprogramme*. Weinheim: Beltz.
- Schenk, H. (1993). Beurteilungskriterien für den Einsatz von Lernprogrammen in Unterricht und Weiterbildung. In C. Seidel (Hrsg.), *Computer based training* (S. 118-126). Göttingen: Verlag für angewandte Psychologie.
- Schiefele, U. (1990). Thematisches Interesse, Variablen des Leseprozesses und Textverstehen. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 37, 304-332.
- Schiefele, U., Krapp, A., Wild, K.P. & Winteler, A. (1992). *Eine neue Version des „Fragebogen zum Studieninteresse“ (FSI). Untersuchungen zur Reliabilität und Validität*. (Gelbe Reihe - Arbeiten zur Empirischen Pädagogik und Pädagogischen Psychologie Nr. 21). München: Institut für Erziehungswissenschaft und Pädagogische Psychologie, Universität der Bundeswehr.
- Schiefele, U., Krapp, A., Wild, K.P. & Winteler, A. (1993). Der "Fragebogen zum Studieninteresse" (FSI). *Diagnostica*, 39, 335-351.
- Schnotz, W. (1988). Textverstehen als Aufbau mentaler Modelle. In H. Mandl & H. Spada (Hrsg.), *Wissenspsychologie* (S. 299-330). München: Psychologie Verlags Union.
- Schnotz, W. (1994). Wissenserwerb mit logischen Bildern. In B. Weidenmann (Hrsg.), *Wissenserwerb mit Bildern. Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen* (S. 95-148). Bern: Huber.
- Schnotz, W. & Mikkilä, M. (1990). *Symbolische und analoge Repräsentationen beim Verstehen eines technischen Geräts*. Erw. Fassung eines unveröff. Vortrags auf der 37. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, Kiel.

- Schnotz, W., Böckheler, J., Grzondziel, H., Gärtner, I. & Wächter, M. (1998). Individuelles und kooperatives Lernen mit interaktiven animierten Bildern. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 12, 135-145.
- Schoop, E., Witt, R. & Glowalla, U. (Hrsg.). (1995). *Hypermedia in Aus- und Weiterbildung*. Konstanz: Universitätsverlag Konstanz.
- Schulmeister, R. (1996). *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie - Didaktik - Design*. Bonn: Addison-Wesley.
- Schuster, M. (1989). Bilder in didaktischem Material. In M. Schuster & B.P. Woschek (Hrsg.), *Nonverbale Kommunikation durch Bilder* (S. 143-164). Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie.
- Schwieb, R. & Misanchuk, E.R. (1993). *Interactive multimedia instruction*. Englewood Cliffs, N.J.: Educational Technology.
- Seel, N.M. & Strittmatter, P. (1984). Strategien zum Erwerb geographischen Wissens und bildhafter räumlicher Vorstellung. *Unterrichtswissenschaft*, 12, 32-47.
- Seidel, C. (Hrsg.). (1993). *Computer based training*. Göttingen: Verlag für angewandte Psychologie.
- Severin, W. (1967). The effectiveness of relevant pictures in multiple-channel communications. *Audiovisual Communication Review*, 15, 386-401.
- Snow, R.E. (1992). Aptitude theory: Yesterday, today, and tomorrow. *Educational Psychologist*, 27, 5-32.
- Spiro, R.J. & Jehng, J.-C. (1990). Cognitive flexibility and hypertext: Theory and technology for the nonlinear and multidimensional traversal of complex subject matter. In D. Nix & R.J. Spiro (Eds.), *Cognition, education, multimedia* (pp. 163-205). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Spiro, R.J., Feltovich, P.J., Jacobson, M.J. & Coulson, R.L. (1991). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext. Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Educational Technology*, 31, 24-33.
- Steinberg, E.R. (1989). Cognition and learner control: A literature review, 1977-1988. *Journal of Computer-Based Instruction*, 16 (4), 117-121.
- Strzebkowski, R. (1997). Realisierung von Interaktivität und multimedialen Präsentationstechniken. In L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 269-303). Weinheim: Psychologie Verlags Union.

- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.
- Sweller, J. & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12, 185-223.
- Tergan, S.-O. (1997). Hypertext und Hypermedia. In L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 123-137). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Tirre, W.C., Manelis, L. & Leicht, K.L. (1979). The effects of imaginal and verbal strategies on prose comprehension by adults. *Journal of Reading Behavior*, 11, 99-106.
- Vilsmeier, M. (1992). Konzepte und Befunde zur computerunterstützten Instruktion. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 6, 221-232.
- Weber, M. (1998). *Evaluation von multimedialen Lernprogrammen als Beitrag zur Qualitätssicherung von Weiterbildungsmaßnahmen. Theoretische Grundlagen, empirische Befunde und pädagogische Relevanz dargestellt am Beispiel eines CBTs zur Persönlichkeitsentwicklung*. Frankfurt a.M.: Peter Lang.
- Wedekind, J. (1990). Computer und Unterricht. In Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen, Arbeitsbereich Medienforschung, *Lehren und Lernen mit dem Computer. I. Computereinsatz im Fachunterricht* (S. 10-18). Weinheim: Beltz.
- Weidenmann, B. (1988a). Der flüchtige Blick beim stehenden Bild: Zur oberflächlichen Verarbeitung von pädagogischen Bildern. *Unterrichtswissenschaft*, 16, 43-57.
- Weidenmann, B. (1988b). *Psychische Prozesse beim Verstehen von Bildern*. Bern: Huber.
- Weidenmann, B. (1989). When good pictures fail: An information-processing approach to the effect of illustration. In H. Mandl & J.R. Levin (Eds.), *Knowledge acquisition from text and pictures* (pp. 157-170). Amsterdam: North Holland Elsevier.
- Weidenmann, B. (1991). *Lernen mit Bildmedien*. Weinheim: Beltz.
- Weidenmann, B. (1993). Psychologie des Lernens mit Medien. In B. Weidenmann, A. Krapp, M. Hofer, G.L. Huber & H. Mandl (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie: Ein Lehrbuch* (S. 493-554). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Weidenmann, B. (Hrsg.). (1994). *Wissenserwerb mit Bildern. Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen*. Bern: Huber.
- Weidenmann, B. (1994). Informierende Bilder. In B. Weidenmann (Hrsg.), *Wissenserwerb mit Bildern. Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen* (S. 9-58). Bern: Huber.

- Weidenmann, B. (1997a). Abbilder in Multimedia-Anwendungen. In L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 107-121). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Weidenmann, B. (1997b). Multicodierung und Multimodalität im Lernprozeß. In L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 65-84). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Weidenmann, B. (1998). Psychologische Ansätze zur Optimierung des Wissenserwerbs mit Bildern. In K. Sachs-Hombach & K. Rehkämper (Hrsg.), *Bild - Bildwahrnehmung - Bildverarbeitung. Interdisziplinäre Beiträge zur Bildwissenschaft* (S. 243-253). Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Weidenmann, B. & Krapp, A. (1989). Lernen mit dem Computer, Lernen für den Computer. *Zeitschrift für Pädagogik*, 35, 621-636.
- Weidenmann, B., Paechter, M. & Hartmannsgruber, K. (1998). Strukturierung und Sequenzierung von komplexen Text-Bild-Kombinationen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 12, 112-124.
- Weiner, B. (1979). A theory of motivation for some classroom experiences. *Journal of Educational Psychology*, 71, 3-25.
- Whitman, T.L. (1987). Self-instruction, individual differences, and mental retardation. *American Journal of Mental Deficiency*, 92, 213-223.
- Wild, K.P., Schiefele, U. & Winteler, A. (1992). Induktiv versus deduktiv entwickelte Fragebogenverfahren zur Erfassung von Merkmalen des Lernverhaltens. *Unterrichtswissenschaft*, 21, 312-326.
- Wild, K.P., & Schiefele, U. (1994). Lernstrategien im Studium: Ergebnisse zur Faktorenstruktur und Reliabilität eines neuen Fragebogens. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 15, 185-200.
- Williams, M.D. (1993). A comprehensive review of learner-control: The role of learner characteristics. In M.R. Simonson (Ed.), *Proceedings of the annual conference of the association for educational communications and technology* (pp. 1083-1114). New Orleans: Association for educational communication and technology.
- Willows, D.M. & Houghton, H.A. (Eds.). (1987). *The psychology of illustration. Vol. 1: Basic research*. New York: Springer.

- Willows, D.M. & Houghton, H.A. (Eds.). (1987). *The psychology of illustration. Vol. 2: Instructional Issues*. New York: Springer.
- Winn, W.D. (1982a). The role of diagrammatic representation in learning sequences, identification, and classification, as a function of verbal and spatial ability. *Journal of Research on Science Teaching*, 19, 79-89.
- Winn, W.D. (1982b). Visualisation in learning and instruction: A cognitive approach. *Educational Communication and Technology Journal*, 30, 3-25.
- Winn, W.D. (1988). Die Verwendung von Graphiken für Instruktion: Eine präskriptive Grammatik. *Unterrichtswissenschaft*, 16 (3), 58-76.
- Winn, W.D. (1989). The design and use of instructional graphics. In H. Mandl & J.R. Levin (Eds.), *Knowledge acquisition from text and pictures* (pp. 125-144). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Winn, W.D. (1990). Theoretical framework or research on learning from graphics. *International Journal of Educational Research*, 14, 553-564.
- Winn, W.D. (1994). Contributions of perceptual and cognitive processes to the comprehension of graphics. In W. Schnotz & R.W. Kulhavy (Eds.), *Comprehension of graphics* (pp. 3-28). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Zimmer, H.D. (1993). Modalitätsspezifische Systeme der Repräsentation und Verarbeitung von Information. *Zeitschrift für Psychologie*, 201, 203-235.

Literatur zu den Themen der Lernprogramme

- Birbaumer, N. & Schmidt, R.F. (1996). *Biologische Psychologie*. Berlin: Springer.
- Dörner, D. (1996). *Psychologie. Eine Einführung in ihre Grundlagen und Anwendungsfelder*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Dorsch, F. & Becker-Carus, C. (Hrsg.). (1998). *Psychologisches Wörterbuch*. Bern: Huber.
- Kolb, B. & Whishaw, I.Q. (1993). *Neuropsychologie*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Schmidt, R.F. (Hrsg.). (1983). *Grundriß der Neurophysiologie* (6. Auflage). Berlin: Springer.
- Schmidt, R.F. (Hrsg.). (1985). *Grundriß der Sinnesphysiologie* (5. Auflage). Berlin: Springer.
- Spada, H. (Hrsg.). (1992). *Allgemeine Psychologie*. Bern: Huber.
- Thompson, R.F. (1993). *Das Gehirn: von der Nervenzelle zur Verhaltenssteuerung*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Wendt, D. (1989). *Allgemeine Psychologie. Eine Einführung*. Stuttgart: Kohlhammer.

Anhang A Vorfragebogen

Computervorerfahrung
Thematisches Interesse
Interesse am Studium
Lernstrategien
Vorwissen
Demographische Variablen

Liebe VersuchsteilnehmerInnen,

vielen Dank, daß Ihr Euch dazu bereit erklärt habt, an dieser Untersuchung teilzunehmen. In vielen Fällen ist wissenschaftliche Arbeit ohne Teilnahme von Versuchspersonen nicht möglich. So auch in diesem Fall. Deshalb nochmals meinen herzlichen Dank an Euch.

Nun wollt Ihr bestimmt wissen, um was es denn bei dieser Untersuchung eigentlich geht. Im Prinzip sollen verschiedene Computerlernprogramme miteinander verglichen werden. Die Untersuchung besteht aus zwei Sitzungen. In der ersten müßt Ihr mir etwas über Eure Erfahrung mit Computern, Euer Interesse an den Inhalten des Programms, über Euer Lernverhalten im Studium, Euer Vorwissen bzgl. der Programminhalte und einige demographische Angaben zur Person Auskunft geben.

In der zweiten Sitzung dürft Ihr dann mit einem Computerlernprogramm etwas über Wahrnehmung und ihre physiologischen Grundlagen lernen. Im Anschluß daran sollt Ihr Eure Meinung zu dem Lernprogramm abgeben und natürlich auch einen Test bearbeiten. Schließlich will ich ja auch wissen, was Ihr mit dem Programm gelernt habt. Deshalb wäre es nett, wenn Ihr Euch bei der Bearbeitung des Lernprogramms auch anstrengen würdet.

Wie in jeder wissenschaftlichen Untersuchung ist auch in dieser die Bearbeitung völlig anonym. Deshalb bitte ich Euch, daß Ihr Euch ein Codewort (Lieblingstier, Lieblingsspeise, Vorname, Safe-Kombination etc.) für die Fragebögen ausdenkt, welches Ihr Euch gut bis zum nächsten Mal merken könnt. In der zweiten Sitzung müßt Ihr dieses Codewort wieder benutzen. Tragt hier bitte nun Euer Codewort ein:

Das wär's soweit. Wenn Ihr Fragen habt, könnt Ihr Euch jederzeit an mich wenden. Ich wünsche Euch nun viel Spaß beim Ausfüllen!

Erfahrung mit dem Computer

Da sich diese Untersuchung mit dem Lernen am Computer beschäftigt, will ich als erstes gerne etwas über Deine Vorerfahrungen mit dem Computer wissen. Kreuze bitte an, inwieweit die folgenden Aussagen auf Dich zutreffen.

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(1) Ich halte den Computer für ein sehr brauchbares und nützliches Instrument.	①	②	③	④	⑤
(2) Ich erledige alle Arbeiten, wenn möglich, am Computer.	①	②	③	④	⑤
(3) Der Computer ist für mich immer noch eine sehr undurchschaubare Sache.	①	②	③	④	⑤
(4) Am liebsten ist es mir, wenn ich nichts mit dem Computer zu tun habe.	①	②	③	④	⑤
(5) Ich nütze sehr gerne alle Möglichkeiten, die ein Computer bietet.	①	②	③	④	⑤
(6) Ich habe schon viele schlechte Erfahrungen mit dem Computer gemacht.	①	②	③	④	⑤
(7) Wenn ich mit dem Computer arbeite, verlasse ich mich voll und ganz auf ihn.	①	②	③	④	⑤
(8) Meine Referate und sonstige Sachen schreibe ich am liebsten am Computer.	①	②	③	④	⑤

Interesse an den Themen des Lernprogramms

Im folgenden möchten ich Dich bitten, Dein Interesse am Themenbereich Wahrnehmungspsychologie einzuschätzen. Dazu beschreibe ich kurz die Lerninhalte des Programms:

Im ersten Abschnitt des Lernprogramms werden die grundlegenden Stationen der Reize auf dem Weg zur Wahrnehmung und einige wesentliche Begriffe der Wahrnehmungspsychologie vorgestellt. Du erfährst, welche Ebenen des Wahrnehmungsprozesses unterschieden werden können und wann in diesem Prozeß von Wahrnehmung gesprochen wird.

Die Organisation und Funktionsweise der einzelnen Sinnesorgane und ihre Verknüpfungen mit dem Zentralnervensystem ähneln einander sehr. In der zweiten Programmeinheit begegnest Du daher den allen Sinneswahrnehmungen zugrundeliegenden physiologischen Prinzipien.

Im dritten Abschnitt des Programms geht es um die physiologischen Grundlagen der visuellen Wahrnehmung: den Weg des Sehreizes vom Auge bis ins Gehirn, die Struktur des Auges und der Netzhaut.

Kreuze nun bitte an, inwieweit die folgenden Aussagen für Dich zutreffen.

Für mich persönlich ist die Bearbeitung eines Lernprogramms zu diesem Thema

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(1) anregend	①	②	③	④	⑤
(2) langweilig	①	②	③	④	⑤
(3) interessant	①	②	③	④	⑤
(4) bedeutsam	①	②	③	④	⑤
(5) unwichtig	①	②	③	④	⑤

Interesse und Einstellung zum Studienfach

Als nächstes würde ich nun gerne etwas über Deine Einstellung zu Deinem Studium und Dein Interesse an den Inhalten Deines Studienfaches wissen. Gib bitte bei den folgenden Aussagen an, inwieweit sie auf Dich und Dein Studienfach zutreffen!

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(1) Ich bin mir sicher, das Fach gewählt zu haben, welches meinen persönlichen Neigungen entspricht.	①	②	③	④	⑤
(2) Nach einem langen Wochenende oder Urlaub freue ich mich wieder auf das Studium.	①	②	③	④	⑤
(3) Wenn ich genügend Zeit hätte, würde ich mich mit bestimmten Fragen meines Studiums, auch unabhängig von Prüfungsanforderungen, intensiver beschäftigen.	①	②	③	④	⑤
(4) Ich bin sicher, daß das Fachstudium meine Persönlichkeit positiv beeinflusst.	①	②	③	④	⑤
(5) Die Beschäftigung mit den Inhalten meines Studienfachs hat für mich eigentlich recht wenig mit Selbstverwirklichung zu tun.	①	②	③	④	⑤
(6) Wenn ich in einer Bibliothek oder einem Buchladen bin, schmökere ich gerne in Zeitschriften oder Büchern, die Themen aus meinem Studienfach ansprechen.	①	②	③	④	⑤
(7) Ich rede lieber über meine Hobbys als über mein Studienfach.	①	②	③	④	⑤
(8) Es war für mich von großer persönlicher Bedeutung, gerade dieses Fach studieren zu können.	①	②	③	④	⑤
(9) Ich habe mein jetziges Studium vor allem wegen der interessanten Studieninhalte gewählt.	①	②	③	④	⑤
(10) Schon vor dem Studium hatte das Fachgebiet, das ich jetzt studiere, für mich einen hohen Stellenwert.	①	②	③	④	⑤

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(11) Im Vergleich zu anderen mir sehr wichtigen Dingen (z.B. Hobbys, soziale Beziehungen) messe ich meinem Studium eher eine geringe Bedeutung bei.	①	②	③	④	⑤
(12) Die Beschäftigung mit bestimmten Stoffinhalten wirkt sich positiv auf meine Stimmung aus.	①	②	③	④	⑤
(13) Wenn ich ehrlich sein soll, ist mir mein Studienfach manchmal eher gleichgültig.	①	②	③	④	⑤
(14) Die Beschäftigung mit bestimmten Stoffinhalten ist mir wichtiger als Zerstreuung, Freizeit und Unterhaltung.	①	②	③	④	⑤
(15) Es gibt viele Bereiche meines Studienfaches, die mich innerlich gleichgültig lassen.	①	②	③	④	⑤
(16) Die Beschäftigung mit den Inhalten und Problemen meines Studienfaches gehört nicht gerade zu meinen Lieblingstätigkeiten.	①	②	③	④	⑤
(17) Schon vor dem Studium habe ich mich freiwillig mit Inhalten meines Studienfaches auseinandergesetzt (z.B. Bücher lesen, Vorträge besuchen, Gespräche führen).	①	②	③	④	⑤
(18) Über Inhalte meines Studiums zu reden, macht mir nur selten Spaß.	①	②	③	④	⑤

Lernen im Studium

Als nächstes interessiert mich nun, wie Du versuchst, im Studium zu lernen. Um festzustellen, wie Du beim Lernen vorgehst, sollst Du nun wieder angeben, welche der folgenden Aussagen für Dich zutreffen und welche nicht.

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(1) Ich fertige Tabellen, Diagramme oder Schaubilder an, um den Stoff der Veranstaltung besser strukturiert vorliegen zu haben.	①	②	③	④	⑤
(2) Ich frage mich, ob der Text, den ich gerade durcharbeite, wirklich überzeugend ist.	①	②	③	④	⑤
(3) Ich mache mir kurze Zusammenfassungen der wichtigsten Inhalte als Gedankenstütze.	①	②	③	④	⑤
(4) Ich präge mir den Lernstoff von Texten durch Wiederholen ein.	①	②	③	④	⑤
(5) Ich stelle mir Fragen zum Stoff, um sicherzugehen, daß ich auch alles verstanden habe.	①	②	③	④	⑤
(6) Ich versuche, Beziehungen zu den Inhalten verwandter Fächer bzw. Lehrveranstaltungen herzustellen.	①	②	③	④	⑤
(7) Wenn mir eine bestimmte Textstelle verworren und unklar erscheint, gehe ich sie noch einmal langsam durch.	①	②	③	④	⑤
(8) Zu neuen Konzepten stelle ich mir praktische Anwendungen vor.	①	②	③	④	⑤
(9) Ich versuche, neue Begriffe oder Theorien auf mir bereits bekannte Begriffe und Theorien zu beziehen.	①	②	③	④	⑤
(10) Ich stelle mir manche Sachverhalte bildlich vor.	①	②	③	④	⑤
(11) Ich lese meine Aufzeichnungen mehrmals hintereinander durch.	①	②	③	④	⑤

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(12) Ich prüfe, ob die in einem Text (oder in meiner Mitschrift) dargestellten Theorien, Interpretationen oder Schlußfolgerungen ausreichend belegt sind.	①	②	③	④	⑤
(13) Ich versuche in Gedanken, das Gelernte mit dem zu verbinden, was ich schon darüber weiß.	①	②	③	④	⑤
(14) Wenn ich einen schwierigen Text vorliegen habe, passe ich meine Lerntechnik den höheren Anforderungen an (z.B. durch langsames Lesen).	①	②	③	④	⑤
(15) Ich denke über Alternativen zu den Behauptungen oder Schlußfolgerungen in den Lern-texten nach.	①	②	③	④	⑤
(16) Ich gehe meine Aufzeichnungen durch und mache mir dazu eine Gliederung mit den wichtigsten Punkten.	①	②	③	④	⑤
(17) Ich lerne Schlüsselbegriffe auswendig, um mich in der Prüfung besser an wichtige Inhaltsbereiche erinnern zu können.	①	②	③	④	⑤
(18) Ich versuche, den Stoff so zu ordnen, daß ich ihn mir gut einprägen kann.	①	②	③	④	⑤
(19) Ich versuche, mir vorher genau zu überlegen, welche Teile eines bestimmten Themengebiets ich lernen muß und welche nicht.	①	②	③	④	⑤
(20) Um Wissenslücken festzustellen, rekapituliere ich die wichtigsten Inhalte, ohne meine Unterlagen zu Hilfe zu nehmen.	①	②	③	④	⑤
(21) Der Stoff, den ich gerade bearbeite, dient mir als Ausgangspunkt für die Entwicklung eigener Ideen.	①	②	③	④	⑤
(22) Es ist für mich sehr reizvoll, widersprüchliche Aussagen aus verschiedenen Texten aufzuklären.	①	②	③	④	⑤

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(23) Ich bearbeite zusätzliche Aufgaben, um festzustellen, ob ich den Stoff wirklich verstanden habe.	①	②	③	④	⑤
(24) Ich lege im Vorhinein fest, wie weit ich mit der Durcharbeitung des Stoffs kommen möchte.	①	②	③	④	⑤
(25) Ich lerne eine selbst erstellte Übersicht mit den wichtigsten Fachtermini auswendig.	①	②	③	④	⑤
(26) Ich stelle mir aus Mitschrift, Skript oder Literatur kurze Zusammenfassungen mit den Hauptideen zusammen.	①	②	③	④	⑤
(27) Ich gehe an die meisten Texte kritisch heran.	①	②	③	④	⑤
(28) Ich lese einen Text durch und versuche, ihn mir am Ende jedes Abschnitts auswendig vorzusagen.	①	②	③	④	⑤
(29) Um mein eigenes Verständnis zu prüfen, erkläre ich bestimmte Teile des Lernstoffs einem Studienkollegen.	①	②	③	④	⑤
(30) Vor dem Lernen eines Stoffgebiets überlege ich mir, wie ich am effektivsten vorgehen kann.	①	②	③	④	⑤
(31) Wenn ich während des Lesens eines Textes nicht alles verstehe, versuche ich, die Lücken festzuhalten und den Text daraufhin noch einmal durchzugehen.	①	②	③	④	⑤
(32) Ich denke mir konkrete Beispiele zu bestimmten Lerninhalten aus.	①	②	③	④	⑤
(33) Ich lerne Regeln, Fachbegriffe oder Formeln auswendig.	①	②	③	④	⑤
(34) Ich überlege mir vorher, in welcher Reihenfolge ich den Stoff durcharbeite.	①	②	③	④	⑤
(35) Ich unterstreiche in Texten oder Mitschriften die wichtigen Stellen.	①	②	③	④	⑤

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(36) Ich vergleiche die Vor- und Nachteile verschiedener theoretischer Konzeptionen.	①	②	③	④	⑤
(37) Das, was ich lerne, prüfe ich auch kritisch.	①	②	③	④	⑤
(38) Für größere Stoffmengen fertige ich eine Gliederung an, die die Struktur des Stoffs am besten wiedergibt.	①	②	③	④	⑤
(39) Ich beziehe das, was ich lerne, auf meine eigenen Erfahrungen.	①	②	③	④	⑤
(40) Ich lerne den Lernstoff anhand von Skripten oder anderen Aufzeichnungen möglichst auswendig.	①	②	③	④	⑤
(41) Ich stelle wichtige Fachausdrücke und Definitionen in eigenen Listen zusammen.	①	②	③	④	⑤
(42) Ich überlege mir, ob der Lernstoff auch für mein Alltagsleben von Bedeutung ist.	①	②	③	④	⑤
(43) Wenn ich mir ein bestimmtes Pensum zum Lernen vorgenommen habe, bemühe ich mich, es auch zu schaffen.	①	②	③	④	⑤
(44) Beim Lernen merke ich, daß meine Gedanken abschweifen.	①	②	③	④	⑤
(45) Ich strengte mich auch dann an, wenn mir der Stoff überhaupt nicht liegt.	①	②	③	④	⑤
(46) Es fällt mir schwer, bei der Sache zu bleiben.	①	②	③	④	⑤
(47) Ich gebe nicht auf, auch wenn der Stoff sehr schwierig oder komplex ist.	①	②	③	④	⑤
(48) Ich ertappe mich dabei, daß ich mit meinen Gedanken ganz woanders bin.	①	②	③	④	⑤
(49) Beim Lernen bin ich unkonzentriert.	①	②	③	④	⑤
(50) Ich lerne auch spätabends und am Wochenende, wenn es sein muß.	①	②	③	④	⑤

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(51) Gewöhnlich dauert es nicht lange, bis ich mich dazu entschließe, mit dem Lernen anzufangen.	①	②	③	④	⑤
(52) Vor der Prüfung nehme ich mir ausreichend Zeit, um den ganzen Stoff noch einmal durchzugehen.	①	②	③	④	⑤
(53) Wenn ich lerne, bin ich leicht abzulenken.	①	②	③	④	⑤
(54) Ich nehme mir mehr Zeit zum Lernen als die meisten meiner Studienkollegen.	①	②	③	④	⑤
(55) Meine Konzentration hält nicht lange an.	①	②	③	④	⑤
(56) Ich arbeite so lange, bis ich mir sicher bin, die Prüfung gut bestehen zu können.	①	②	③	④	⑤

Vorwissen

Bevor ich Dich mit dem Lernprogramm lernen lasse, muß ich von Dir noch unbedingt erfahren, wieviel Du über die Inhalte weißt. Dazu bitte ich Dich, den folgenden kurzen Wissenstest zu beantworten. Kreuze bitte die richtigen Lösungen an oder gib ganz offen zu, wenn Du etwas nicht weißt.

(1) Bezeichne bitte in der folgenden Liste diejenigen Worte, die Modalitäten bezeichnen, mit M, die Qualitäten benennen, mit Q und solche, die Quantitäten darstellen, mit I.

- Gehör ()
- Lautstärke ()
- Rot ()
- Geschmack ()
- sauer ()
- Tonhöhe ()
- Intensität einer roten Farbe ()
- Kältesinn der Haut ()
- weiß ich nicht ()

(2) Welches der folgenden Wörter bildet in der Sinnesphysiologie ein Synonym für Modalität (mehrere Lösungen können richtig sein)?

- ☐ Qualität
- ☐ Quantität
- ☐ Sinn
- ☐ Intensität
- ☐ Reiz
- ☐ Gespür
- ☐ Sinnesorgan
- ☐ keines der Wörter
- ☐ weiß ich nicht

(3) Welche der folgenden Aussagen trifft auf Wahrnehmung zu (mehrere Lösungen können richtig sein)?

- ☐ Eine Gruppe von Sinneseindrücken wird Wahrnehmung bezeichnet
- ☐ Sinnesempfindung und Wahrnehmung sind Synonyme
- ☐ Ohne Gedächtnis kann keine Wahrnehmung stattfinden
- ☐ Wahrnehmung entsteht durch eine Deutung von Sinnesempfindungen
- ☐ Wahrnehmung bezeichnet einen rein physiologischen Prozeß
- ☐ Wahrnehmung ist ein psychisches Phänomenon
- ☐ keine Aussage trifft zu
- ☐ weiß ich nicht

(4) Wie heißen die elementaren Zellen unseres Nervensystems (mehrere Lösungen können richtig sein)?

- ☐ Rezeptoren
- ☐ Axone
- ☐ Neurone
- ☐ Neuriten
- ☐ Dendriten
- ☐ Ganglienzellen
- ☐ weiß ich nicht

(5) Welche der folgenden Aussagen sind richtig (eine oder mehrere Aussagen können korrekt sein)?

- ☐ Rezeptoren reagieren auf alle Reize aus der Umwelt
- ☐ Jeder Rezeptor hat einen adäquaten Reiz
- ☐ Rezeptoren sind Sinnesorgane
- ☐ Rezeptoren sind spezialisierte Nervenzellen
- ☐ Der Rezeptor ist auf nicht adäquate Reize wesentlich empfindlicher als auf adäquate Reize
- ☐ weiß ich nicht

(6) Kreuze die richtigen Aussagen an!

Die Entladungsfrequenz vieler Rezeptoren

- ☐ nimmt zu bei wachsender Reizintensität.
- ☐ nimmt zu im Verlauf eines Reizes konstanter Intensität.
- ☐ nimmt ab im Verlauf eines Reizes konstanter Intensität.
- ☐ ist meistens Null bei unter-schweligen Reizstärken.
- ☐ hängt nicht von der Größe des Rezeptorpotentials ab.
- ☐ weiß ich nicht

(7) Welche Arten von Synapsen gibt es (mehrere Lösungen können richtig sein)?

- ☐ elektrische Synapsen
- ☐ chemische Synapsen
- ☐ elektro-chemische Synapsen
- ☐ biotische Synapsen
- ☐ emittierende Synapsen
- ☐ weiß ich nicht

(8) Wie heißen die vier Bereiche des Neocortex (mehrere Lösungen können richtig sein)?

- ☐ Somatosensorischer Cortex, motorischer Cortex, Präfrontaler Cortex, Postfrontaler Cortex
- ☐ Frontallappen, Hinterhauptlappen, Parietallappen, Schläfenlappen
- ☐ Thalamus, Parietallappen, Frontallappen, Postfrontaler Cortex,
- ☐ Occipitallappen, Zentrallappen, Parietallappen, Schläfenlappen
- ☐ Frontallappen, Zentrallappen, Laterallappen, Dorsallappen
- ☐ Vorderlappen, Hinterhauptlappen, Seitenlappen, Scheitellappen
- ☐ weiß ich nicht

(9) Welche der folgenden Aussagen sind richtig (mehrere Lösungen können richtig sein)?

- ☐ Die Schwelle des Aktionspotentials liegt bei ca. +50 mV.
- ☐ Die Reizintensität beeinflusst die Häufigkeit ausgelöster Aktionspotentiale.
- ☐ Aktionspotentiale einer Zelle zeigen immer den selben gleichförmigen Ablauf.
- ☐ Aktionspotentiale treten immer infolge einer Reizung auf.
- ☐ weiß ich nicht

(10) Während der Phase der Repolarisation fließt durch die Membran

- ☐ vorwiegend Na^+ -Strom
- ☐ vorwiegend Cl^- -Strom
- ☐ vorwiegend K^+ -Strom
- ☐ etwa gleichviel Na^+ - und K^+ -Strom
- ☐ weiß ich nicht

(11) Wie heißt der Ort des schärfsten Sehens (mehrere Lösungen können richtig sein)?

- ☐ Der Ort des schärfsten Sehens heißt **Papille**.
- ☐ Der Ort des schärfsten Sehens heißt **Fovea centralis**.
- ☐ Der Ort des schärfsten Sehens heißt **Sclera**.
- ☐ Der Ort des schärfsten Sehens heißt **Makula lutea**.
- ☐ Der Ort des schärfsten Sehens heißt **Optica centralis**.
- ☐ weiß ich nicht

(12) Welche Photorezeptoren gibt es?

- ☐ eine Stäbchen- und eine Zapfenart
- ☐ eine Stäbchenart und 3 Zapfentypen (für Rot, Grün und Blau)?
- ☐ 3 Stäbchentypen (für Rot, Grün und Blau) und eine Zapfenart
- ☐ 3 Stäbchen- und 3 Zapfentypen
- ☐ keine dieser Angaben stimmt
- ☐ weiß ich nicht

(13) Wie heißen die vier verarbeitenden Zellen nach den Photorezeptoren in der Netzhaut?

- ☐ Vertikalzellen, Horizontalzellen, Sehnervenzellen und Duplexzellen
- ☐ Horizontalzellen, Amakrinzellen, Bipolarzellen und Ganglienzellen
- ☐ Amakrinzellen, Ganglienzellen, Horizontalzellen und Vertikalzellen
- ☐ Amakrinzellen, Ganglienzellen, Sehnervenzellen und Duplexzellen
- ☐ Polarzellen, Bipolarzellen, Duplexzellen und Sehnervenzellen
- ☐ weiß ich nicht

(14) Der Glaskörper beim Auge bezeichnet

- ☐ die Linse des Auges
- ☐ die Hornhaut des Auges
- ☐ das Augenninnere
- ☐ die Hülle des Auges
- ☐ keinen Teil des Auges
- ☐ weiß ich nicht

(15) Welche Aussagen treffen auf die Pupille zu?

- ☐ Die Pupillengröße ist von der Helligkeit unabhängig.
- ☐ Bei großer Helligkeit wird die Pupille größer.
- ☐ Bei großer Helligkeit wird die Pupille kleiner.
- ☐ Die Pupillenreaktionen der Augen (Größe der Pupillen) sind von einander unabhängig.
- ☐ Die Pupillengröße hängt von der „Farbe“ des Lichtes ab.
- ☐ weiß ich nicht

Demographische Daten

Zum Abschluß der heutigen Sitzung möchte ich Dich noch bitten, ein paar Angaben zu Deiner Person zu machen. Deine Angaben werden selbstverständlich anonym behandelt.

1. Geschlecht:

- ☐ weiblich
- ☐ männlich

2. Alter: _____ Jahre

3. Was studierst Du? _____

4. In welchem Semester bist Du? _____

5. Hast Du bereits eine abgeschlossene Berufsausbildung? Wenn ja, welche?

Danke. Das war's schon. Für heute hast Du es geschafft.

Anhang B

Nachfragebogen

Akzeptanz des Lernprogramms
Anregung durch das Lernprogramm
Verständlichkeit des Lernprogramms
Umgang mit dem Lernprogramm
Umgang mit den Illustrationen
Wissenstest

Universität Regensburg
Institut für Psychologie
Dipl.-Psych. Klaus Stiller

Dezember 1998

Liebe VersuchsteilnehmerInnen,

dieser Fragebogen bildet nun den Abschluß der zweiten Sitzung. Hier sollt Ihr nun Eure Meinung zu dem Lernprogramm abgeben, über Euren Umgang mit dem Programm berichten und natürlich auch einen Test bearbeiten. Schließlich will ich ja auch wissen, was Ihr mit dem Programm gelernt habt.

Das wär's soweit. Wenn Ihr Fragen habt, könnt Ihr Euch jederzeit an mich wenden. Ich wünsche Euch nun viel Spaß beim Ausfüllen!

Tragt hier bitte Euer Codewort ein:

Auf der nächsten Seite geht's nun los.

Akzeptanz des Lernprogramms

Im ersten Teil dieses Fragebogens sollst Du Deine Meinung zu dem Lernprogramm, mit dem Du gerade gearbeitet hast, äußern.

Die unten angegebenen Skalen geben eine Programm-Einschätzung wieder, jeweils ausgedrückt durch ein Adjektiv und sein Gegenteil. Zwischen den beiden Extremen gibt es sieben Stufen, welche die Ausprägung Deines Urteils angeben sollen.

Beurteile bitte das Lernprogramm! Mache ein Kreuz an die Stelle der Skala, die Deine Einschätzung am besten trifft. Je näher Du das Kreuz an das jeweilige Adjektiv setzt, desto mehr sollte dieses Adjektiv Deiner Einschätzung entsprechen.

Fülle bitte alle Skalen aus, auch wenn Dir manche in bezug auf das Programm als nicht zutreffend oder unwichtig erscheinen! Arbeite bitte die Skalen in der angegebenen Reihenfolge durch. Dein erster Eindruck zählt, daher solltest Du nicht mehr als ein bis zwei Sekunden für jede Deiner Einschätzungen verwenden.

Das von mir bearbeitete Lernprogramm fand ich

sinnvoll ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sinnlos

klar ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ unklar

strukturiert ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ unstrukturiert

heiter ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ dumpf

langweilig ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ interessant

angenehm ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ unangenehm

nützlich ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ nutzlos

ansprechend ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ nicht ansprechend

zielgerichtet ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ verwirrend

relevant ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ irrelevant

öde ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ anregend

schwierig ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ leicht

wichtig ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ unwichtig

Akzeptanz	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(1) Die Bearbeitung des Programms fand ich angenehm.	①	②	③	④	⑤
(2) Im großen und ganzen finde ich das Lernen mit Computer-Lern-Programmen sehr abwechslungsreich.	①	②	③	④	⑤
(3) Ich eigne mir wichtige Inhalte lieber aus Büchern an.	①	②	③	④	⑤
(4) Wenn ich mit einem Computerprogramm lerne, habe ich immer den Eindruck, schnell den Überblick zu verlieren.	①	②	③	④	⑤
(5) Durch die interaktive Auseinandersetzung mit den Bildern konnte ich mir viele Inhalte leichter einprägen.	①	②	③	④	⑤
(6) Wenn ich die Wahl habe zwischen dem Lernen aus Büchern und dem Lernen mit einem Computerprogramm, dann würde ich lieber mit dem Computerprogramm lernen.	①	②	③	④	⑤
(7) Dadurch, daß man von einem Themengebiet direkt in ein anderes wechseln kann, ist es leicht möglich, daß man völlig den Überblick verliert.	①	②	③	④	⑤

Anregung durch das Lernprogramm

Nachdem Du Dich jetzt eine Weile mit dem Programm beschäftigt hast, würde mich natürlich Deine Meinung dazu interessieren: Wie hat Dir die Bearbeitung gefallen? Wie interessant waren die Themen für Dich? Usw. Zu diesem Zweck sollst Du nun bei den folgenden Aussagen angeben, inwieweit sie für Dich zutreffen.

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(1) Die Inhalte des Programms haben mich sehr interessiert.	①	②	③	④	⑤
(2) Das Programm war so aufgebaut, daß ich sehr gerne damit gelernt habe.	①	②	③	④	⑤
(3) Das Lernen mit dem Programm hat mir Spaß gemacht.	①	②	③	④	⑤
(4) Ich hätte gerne etwas weniger Entscheidungsfreiheit bei der Bearbeitung des Lernprogramms gehabt.	①	②	③	④	⑤
(5) Durch die Auseinandersetzung mit den Bildern habe ich mich viel länger mit dem Programm beschäftigt, als ich es sonst getan hätte.	①	②	③	④	⑤
(6) Ich finde es sehr anregend, mit Hilfe des Computers zu lernen.	①	②	③	④	⑤
(7) Dadurch daß es so einfach war, Begriffe im Glossar nachzuschlagen, habe ich viel mehr Wörter nachgeschlagen als normalerweise mit Hilfe eines Lexikons.	①	②	③	④	⑤
(8) Durch die Möglichkeit, direkt von einem Thema in ein anderes zu gehen, habe ich mir die einzelnen Themen viel öfter angesehen.	①	②	③	④	⑤
(9) Die Möglichkeit des direkten Wechsels von einem Thema zum anderen hat mir geholfen, einen guten Überblick über das gesamte Themengebiet zu bekommen.	①	②	③	④	⑤

Verständlichkeit des Lernprogramms

Dieser Teil des Fragebogens besteht aus Kommentaren zu der Verständlichkeit des von Dir bearbeiteten Lernprogramms. Beurteile bitte diese Kommentare!

Wenn Du einem Kommentar uneingeschränkt zustimmst, mache ein Kreuz in die Spalte „**ja**“. Wenn Du einem Kommentar überhaupt nicht zustimmst, mache ein Kreuz in die Spalte „**nein**“. Findest Du einen Kommentar eher zutreffend, mache ein Kreuz in die Spalte „**eher ja**“. Findest Du dagegen einen Kommentar eher nicht zutreffend, mache ein Kreuz in die Spalte „**eher nein**“. Kannst Du Dich für keine Seite entscheiden, kreuze die Spalte „**teils teils**“ an.

Beurteile nun die folgenden Kommentare zu den gesprochenen Informationen des Lernprogramms!

Beurteilung der auditiven Texte:	ja	eher ja	teils teils	eher nein	nein
(1) Die gesprochenen Informationen waren klar und deutlich zu hören.	①	②	③	④	⑤
(2) Ich konnte den gesprochenen Informationen aufmerksam folgen.	①	②	③	④	⑤
(3) In den gesprochenen Textteilen waren Stil und Wortwahl für mich verständlich.	①	②	③	④	⑤
(4) Die gesprochenen Informationen waren für mich hilfreich.	①	②	③	④	⑤
(5) Die gesprochenen Informationen haben mich gestört.	①	②	③	④	⑤
(6) Ich habe auf die gesprochenen Teile kaum geachtet.	①	②	③	④	⑤
(7) Es wurden zuviel gesprochene Informationen auf einmal präsentiert.	①	②	③	④	⑤

Kreuze bitte das Deiner Meinung nach zutreffende an:

Die Präsentation der gesprochenen Informationen erfolgte

- ☐ zu schnell
- ☐ in angemessener Geschwindigkeit
- ☐ zu langsam

Das Angebot an gesprochener Information war

- ☐ zu wenig
- ☐ genau die richtige Menge
- ☐ zu viel

Beurteilung der visuellen Texte:

	ja	eher ja	teils teils	eher nein	nein
(1) Die geschriebenen Informationen waren klar und deutlich zu lesen.	①	②	③	④	⑤
(2) Ich konnte mich gut auf die geschriebenen Informationen konzentrieren.	①	②	③	④	⑤
(3) Ich habe auf die geschriebenen Informationen kaum geachtet.	①	②	③	④	⑤
(4) Die geschriebenen Informationen waren für mich hilfreich.	①	②	③	④	⑤
(5) Auf einem Bildschirm wurden meistens zuviel geschriebene Informationen präsentiert.	①	②	③	④	⑤
(6) Die geschriebenen Informationen haben mich gestört.	①	②	③	④	⑤
(7) Stil und Wortwahl in den geschriebenen Textteilen waren für mich verständlich.	①	②	③	④	⑤

Beurteilung der Schwierigkeit und der Verständlichkeit der Illustrationen

Die Bilder, die mir beim Verstehen der Inhalte behilflich sein sollten, waren aus meiner persönlichen Sicht insgesamt

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(1) hilfreich	①	②	③	④	⑤
(2) verständlich	①	②	③	④	⑤
(3) anschaulich	①	②	③	④	⑤
(4) kompliziert	①	②	③	④	⑤

Umgang mit dem Lernprogramm

Als nächstes interessiert mich, wie Du versucht hast, die Inhalte des Lernprogramms zu lernen. Um festzustellen, wie Du beim Lernen vorgegangen bist, sollst Du nun wieder angeben, welche der folgenden Aussagen für Dich zutreffen und welche nicht.

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(1) Ich habe versucht, Beziehungen zu den Inhalten verwandter Fächer bzw. Lehrveranstaltungen herzustellen.	①	②	③	④	⑤
(2) Ich habe mich gefragt, ob Programminhalte, die ich gerade durchgearbeitet habe, wirklich überzeugend waren.	①	②	③	④	⑤
(3) Ich habe mir den Lernstoff des Lernprogramms durch Wiederholen eingeprägt.	①	②	③	④	⑤
(4) Ich habe versucht, mir vorher genau zu überlegen, welche Teile des Lernprogramms ich lernen muß und welche nicht.	①	②	③	④	⑤
(5) Wenn ich einen schwierigen Teil des Programms vor mir hatte, habe ich meine Lerntechnik den höheren Anforderungen angepaßt (z.B. durch langsames Lesen).	①	②	③	④	⑤
(6) Beim Lernen habe ich gemerkt, daß meine Gedanken abgeschweift sind.	①	②	③	④	⑤
(7) Wenn ich während der Durcharbeitung der Programminhalte nicht alles verstanden habe, habe ich versucht, die Lücken festzuhalten und den Text daraufhin noch einmal durchzugehen.	①	②	③	④	⑤
(8) Ich habe mir eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Inhalte als Gedankenstütze gemacht.	①	②	③	④	⑤
(9) Zu neuen Konzepten habe ich mir praktische Anwendungen vorgestellt.	①	②	③	④	⑤
(10) Ich habe geprüft, ob die im Lernprogramm dargestellten Theorien, Interpretationen und Schlußfolgerungen ausreichend belegt sind.	①	②	③	④	⑤

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(11) Ich habe mich auch dann angestrengt, wenn mir ein Themengebiet überhaupt nicht lag.	①	②	③	④	⑤
(12) Es fiel mir schwer, bei der Sache zu bleiben.	①	②	③	④	⑤
(13) Ich habe versucht, neue Begriffe und Theorien auf mir bereits bekannte Begriffe und Theorien zu beziehen.	①	②	③	④	⑤
(14) Ich habe über Alternativen zu den Behauptungen oder Schlußfolgerungen in dem Lernprogramm nachgedacht.	①	②	③	④	⑤
(15) Ich habe Schlüsselbegriffe auswendig gelernt, um mich bei dem nachfolgenden Test an wichtige Inhaltsbereiche zu erinnern.	①	②	③	④	⑤
(16) Vor der Durcharbeitung des Lernprogramms habe ich mir überlegt, wie ich am effektivsten vorgehen kann.	①	②	③	④	⑤
(17) Ich habe nicht aufgegeben, auch wenn der Stoff sehr schwierig und komplex war.	①	②	③	④	⑤
(18) Ich ertappte mich dabei, daß ich mit meinen Gedanken ganz woanders war.	①	②	③	④	⑤
(19) Ich habe versucht, den Stoff so zu ordnen, daß ich ihn mir gut einprägen kann.	①	②	③	④	⑤
(20) Ich habe mir manche Sachverhalte bildlich vorgestellt.	①	②	③	④	⑤
(21) Beim Lernen war ich unkonzentriert.	①	②	③	④	⑤
(22) Ich habe versucht, in Gedanken das Gelernte mit dem zu verbinden, was ich schon darüber weiß.	①	②	③	④	⑤
(23) Ich habe jeden Lektionsabschnitt durchgearbeitet und versucht, ihn mir am Ende jedes Abschnitts auswendig vorzusagen.	①	②	③	④	⑤
(24) Ich habe mir Fragen zum Stoff gestellt, um sicherzugehen, daß ich alles verstanden habe.	①	②	③	④	⑤

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(25) Es hat nicht lange gedauert, bis ich mich dazu entschlossen habe, mit dem Lernen anzufangen.	①	②	③	④	⑤
(26) Ich habe mir konkrete Beispiele zu bestimmten Lerninhalten ausgedacht.	①	②	③	④	⑤
(27) Ich bin an die meisten Programminhalte eher kritisch herangegangen.	①	②	③	④	⑤
(28) Ich habe Regeln, Fachbegriffe oder Definitionen auswendig gelernt.	①	②	③	④	⑤
(29) Um Wissenslücken festzustellen, habe ich die wichtigsten Inhalte rekapituliert, ohne das Lernprogramm zu Hilfe zu nehmen.	①	②	③	④	⑤
(30) Meine Konzentration hielt nicht lange an.	①	②	③	④	⑤
(31) Ich habe mir eine Gliederung angefertigt, die die Struktur des Stoffes am besten wiedergibt.	①	②	③	④	⑤
(32) Ich habe das, was ich gelernt habe, auf meine eigenen Erfahrungen bezogen.	①	②	③	④	⑤
(33) Ich habe mir mehr Zeit genommen als die anderen Versuchsteilnehmer.	①	②	③	④	⑤
(34) Ich habe mir überlegt, ob das, was ich gelernt habe, auch in meinem Alltagsleben von Bedeutung ist.	①	②	③	④	⑤
(35) Das, was ich gelernt habe, habe ich auch kritisch geprüft.	①	②	③	④	⑤
(36) Ich habe so lange gearbeitet, bis ich mir sicher war, den Test gut zu bestehen.	①	②	③	④	⑤
(37) Wenn mir ein bestimmter Teil des Lernprogramms verworren und unklar erschien, bin ich diesen Teil noch einmal langsam durchgegangen.	①	②	③	④	⑤
(38) Während die gesprochenen Informationen präsentiert wurden, habe ich den geschriebenen Text mitgelesen.	①	②	③	④	⑤

Umgang mit den Illustrationen

Als nächstes interessiert mich nun, wie Du versucht hast, mit den Bildern zu lernen. Um festzustellen, wie Du beim Lernen vorgegangen bist, sollst Du nun wieder angeben, welche der folgenden Aussagen für Dich zutreffen und welche nicht.

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(1) Ich habe mich auch dann angestrengt, wenn mir eine Illustration überhaupt nicht lag.	①	②	③	④	⑤
(2) Ich versuchte, die Elemente der Illustrationen zu benennen.	①	②	③	④	⑤
(3) Ich betrachtete die Illustrationen und versuchte, die dazugehörige sprachliche Information (in Gedanken) zu wiederholen.	①	②	③	④	⑤
(4) Ich habe mir Fragen zum Bild gestellt und versucht, diese zu beantworten.	①	②	③	④	⑤
(5) Ich habe mich so lange mit den Illustrationen beschäftigt, bis ich mir sicher war, im Test gut abzuschneiden.	①	②	③	④	⑤
(6) Beim Betrachten der Illustrationen habe ich gemerkt, daß meine Gedanken abschweifen.	①	②	③	④	⑤
(7) Ich habe die Information im Text mit der Information in den Illustrationen ergänzt.	①	②	③	④	⑤
(8) Ich versuchte, die Elemente der Illustrationen zu erkennen.	①	②	③	④	⑤
(9) Ich habe mir für die Illustrationen mehr Zeit genommen als andere.	①	②	③	④	⑤
(10) Ich habe nur die Illustrationen betrachtet, wenn sie wenig Anstrengung und Zeit kosteten.	①	②	③	④	⑤
(11) Ich habe versucht, die Ordnung der Textinhalte in den Illustrationen wiederzufinden.	①	②	③	④	⑤
(12) Ich formulierte gedanklich, was ich in der Illustration sah.	①	②	③	④	⑤

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(13) Ich habe die in den Illustrationen vorhandenen Informationen mit den sprachlichen Informationen verbunden.	①	②	③	④	⑤
(14) Ich habe die Textinformation mit der Information in den Illustrationen verglichen.	①	②	③	④	⑤
(15) Ich habe nicht aufgegeben, auch wenn die Illustration sehr schwierig und komplex war.	①	②	③	④	⑤
(16) Ich habe mir die Illustrationen im Gedächtnis immer wieder vorgestellt.	①	②	③	④	⑤
(17) Es fiel mir schwer, die Illustrationen länger zu betrachten.	①	②	③	④	⑤
(18) Ich schaute mir die Illustrationen genau an.	①	②	③	④	⑤
(19) Ich habe die Illustrationen nur dann beachtet, wenn sie auch tatsächlich den trockenen Text etwas auflockerten.	①	②	③	④	⑤
(20) Ich habe mich danach gefragt, was mir die Illustrationen sagen wollen.	①	②	③	④	⑤
(21) Ich habe versucht, die Beziehung zwischen Elementen der Illustrationen nachzuvollziehen.	①	②	③	④	⑤
(22) Ich richtete meine Aufmerksamkeit auf relevante Bildinformationen.	①	②	③	④	⑤
(23) Ich habe versucht, eine Beziehung zwischen den Elementen der Illustration zu erkennen.	①	②	③	④	⑤
(24) Ich versuchte, die Bedeutung der Bilder herauszufinden.	①	②	③	④	⑤
(25) Ich habe die in den Illustrationen dargestellten Informationen gedanklich wiederholt.	①	②	③	④	⑤
(26) Ich versuchte, relevante von irrelevanten Bildinformationen zu unterscheiden.	①	②	③	④	⑤

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(27) Um Wissenslücken festzustellen, habe ich anhand der Illustrationen die wichtigsten Inhalte rekapituliert, ohne das Lernprogramm zu Hilfe zu nehmen.	①	②	③	④	⑤
(28) Ich prägte mir die Illustrationen und ihre Lage ein, damit ich die Struktur der Informationen aus dem Text besser behalten kann.	①	②	③	④	⑤
(29) Ich knüpfte Zusammenhänge zu vorher (aus anderen Abschnitten) gelesener/gehörter Information.	①	②	③	④	⑤
(30) Ich habe die Illustrationen nur dann beachtet, wenn sie für das Verständnis des Textes als unbedingt notwendig erachtet wurden.	①	②	③	④	⑤
(31) Ich vergegenwärtigte mein Vorwissen mit Hilfe der Illustrationen.	①	②	③	④	⑤
(32) Die Illustrationen dienten mir als Grundlage für eigene Vorstellungsbilder.	①	②	③	④	⑤
(33) Ich versuchte, anhand der dargebotenen Illustrationen die Struktur der Inhalte zu erkennen.	①	②	③	④	⑤
(34) Ich versuchte, mir die Illustration präzise einzuprägen.	①	②	③	④	⑤
(35) Zunächst einmal habe ich die Illustrationen ausgelassen, da es völlig ausreicht, den Text genau zu lesen.	①	②	③	④	⑤
(36) Ich schenkte den Illustrationen nur kurz Aufmerksamkeit.	①	②	③	④	⑤
(37) Ich habe die Illustrationen genau angeschaut, um eine klare Vorstellung darüber zu erhalten, wie die Textinformationen miteinander in Beziehung stehen.	①	②	③	④	⑤
(38) Wenn ich schwierige Illustrationen vor mir hatte, versuchte ich, ihre Bedeutung herauszubekommen.	①	②	③	④	⑤

	trifft gar nicht zu	trifft kaum zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
(39) Ich habe mir Fragen zu den Illustrationen gestellt, um sicherzugehen, daß ich alles verstanden habe.	①	②	③	④	⑤
(40) Wenn mir eine Illustration als verworren und unklar erschien, habe ich mir diese Illustration noch einmal langsam vorgenommen.	①	②	③	④	⑤
(41) Ich prüfte die Illustrationen darauf, ob sie die Inhalte adäquat repräsentieren.	①	②	③	④	⑤
(42) Ich habe versucht, die Inhalte anhand der Illustrationen zu gliedern.	①	②	③	④	⑤
(43) Ich suchte Zusammenhänge zu vorher (aus anderen Abschnitten) gesehenen Illustrationen.	①	②	③	④	⑤
(44) Ich plante anhand der Illustrationen, welche Informationen ich abrufe.	①	②	③	④	⑤
(45) Ich überprüfte anhand der Illustrationen meinen Wissensstand.	①	②	③	④	⑤
(46) Ich habe die Illustrationen bei Zeitdruck ausgelassen, weil sie meist die weniger wichtigen Textaussagen wiederholen.	①	②	③	④	⑤
(47) Während die gesprochene Information präsentiert wurde, habe ich die Bilder aufmerksam mitverfolgt.	①	②	③	④	⑤

Wissenstest

Zum Schluß möchte ich natürlich auch wissen, was Du mit dem Lernprogramm tatsächlich gelernt hast. Dazu sollst Du mir ein paar Wissensfragen beantworten. Du hast soviel Zeit, wie Du brauchst. Du kannst Dir also in aller Ruhe Deine Antworten überlegen.

(1) Bitte vervollständige die folgenden Sätze!

Sinnesorgane dienen dem Organismus zur _____ und vermitteln dem zentralen Nervensystem _____ über das _____ und _____ Milieu des Organismus. Sinnesorgane enthalten _____. Das sind Zellen, welche Umweltereignisse in _____ umsetzen und auf ausgewählte Umweltereignisse _____ reagieren.

(2) Wie wird Modalität definiert? Vervollständige den Satzanfang!

Eine Modalität ist _____

(3) Zähle die Grunddimensionen eines Sinneseindrucks auf!

-
-
-
-

(4) Aus welchen Hauptbestandteilen besteht eine Nervenzelle?

- ☐ Zellkörper, Dendriten, Axon und Synapsen
- ☐ Zellkörper, Dendriten und Axon
- ☐ Zellkern, Dendriten, Myelinhülle, Axon und Synapsen
- ☐ Zellkern, Dendriten, Axon und Synapsen

(5) Vervollständige die folgenden Sätze!

Zur reinen Sinnesempfindung kommt in der Regel eine _____, ein Bezug auf _____ und _____, und dies wird Wahrnehmung genannt. Die Wahrnehmung ist eine psychische Funktion, die dem Organismus mittels der _____ die Aufnahme und Verarbeitung von Informationen betreffs Zustand und Veränderungen der Welt ermöglicht. Sie ist an eine unmittelbar vorausgegangene Einwirkung von _____ gebunden. Als Ergebnis bauen wir eine _____ der _____ und der _____ auf.

(6) Was besagt das Gesetz der spezifischen Sinnesenergien von Johannes Müller?

(7) Adaptation auf einen Sinnesreiz bezeichnet die Beobachtung, daß

- ☐ lange Reize schwächer empfunden werden als gleichstarke kurze Reize,
- ☐ ein schwacher Reiz bei häufiger Wiederholung mit höherer Intensität empfunden wird,
- ☐ nach einem langen starken Reiz die Empfindlichkeit für kurze Testreize langsam zunimmt,
- ☐ eine starke Reizquelle die Empfindungsintensität für Reize aus einer räumlichen neben der starken Quelle liegenden Reizquelle herabsetzt,
- ☐ während eines langen Reizes die Empfindungsintensität für zusätzliche kleine Testreize der gleichen Qualität abnimmt.

(8) Vervollständige bitte die folgenden Sätze!

Die Aderhaut liegt zwischen der _____ (innen) und der _____ (außen). Sie besteht aus einem Netz von _____, durch das die _____ der _____ versorgt werden.

(9) Warum können wir mit wenigen Rezeptortypen (z.B. Rezeptoren des Auges für Rot, Grün und Blau) viele Qualitäten (Tausende von Farben) unterscheiden?

(10) Wie ist die Unterschiedsschwelle definiert?

(11) Wo liegen die primären sensorischen Areale im Gehirn!

Das primäre Areal für das Riechen liegt im _____ lappen.
 Das primäre Areal für das Hören liegt im _____ lappen.
 Das primäre Areal für das Sehen liegt im _____ lappen.
 Das primäre Areal für den Geschmack liegt im _____ lappen.

(12) Wie lautet die zentrale Aussage der Neuronen-Ensemble-Theorie?

(13) Vervollständige bitte die folgenden Sätze!

Die Hauptaufgabe der Stäbchen und Zapfen ist die _____ von Licht in _____. Stäbchen und Zapfen erfüllen diese Aufgabe mittels lichtempfindlicher chemischer Substanzen, den _____. Diese chemischen Substanzen befinden sich in den _____ der Zapfen und Stäbchen.

(14) Welche verschiedenen Phasen (nur die Hauptphasen) kann man beim Aktionspotential unterscheiden (eine oder mehrere Antworten können korrekt sein)?

- ☐ Ruhepotential, Schwelle, Aufstrich, Repolarisation und Nachpotentiale
- ☐ Ruhepotential, Schwelle, Aufstrich, Überschuß, Repolarisation, hyperpolarisierendes Nachpotential und depolarisierendes Nachpotential
- ☐ Ruhepotential, Aufstrich, Repolarisation und Nachpotentiale
- ☐ Ruhepotential, Aufstrich, Repolarisation, hyperpolarisierendes Nachpotential und depolarisierendes Nachpotential

(15) Wie geht die Übertragung an einer Synapse vor sich? Bitte fülle den folgenden Lückentext aus!

Wenn die Synapse aktiv ist und Informationen überträgt, verschmelzen die

_____ in der Axonendigung mit der

_____ und entleeren ihren Inhalt in den

_____. Dies wird _____ genannt.

Die _____ diffundieren über den _____ und

heften sich an spezifische _____ auf der Oberfläche der

_____. Die nachfolgende Zelle wird aktiv.

(16) Welche Aussagen gelten für die Schwelle des Aktionspotentials (eine oder mehrere Antworten können korrekt sein)?

- ☐ Das Membranpotential ist positiv und nahe dem Natrium-Gleichgewicht.
- ☐ Das Membranpotential ist etwa 20-30 mV positiver als das Ruhepotential.
- ☐ Das Membranpotential ist instabil und baut sich selbständig ab.
- ☐ Der Kalium-Ausstrom ist größer als der Natrium-Einstrom.

(17) Vervollständige folgende Sätze!

Myelin ist eine _____ Substanz, die wie eine dünne Hülle das _____ umgeben kann. Es wird von den _____ gebildet. Die Myelinhülle beschleunigt die _____.

(18) Vervollständige bitte die folgenden Sätze!

Objekte in unterschiedlicher Entfernung werden scharf auf der Netzhaut abgebildet, indem die Form der _____ verändert wird. Durch eine Verformung wird der Strahlengang des Lichtes verändert, das Licht wird gebrochen. In Zusammenarbeit mit der _____ wird das Licht auf der _____ fokussiert. Die Verformung wird durch die _____ bestimmt.

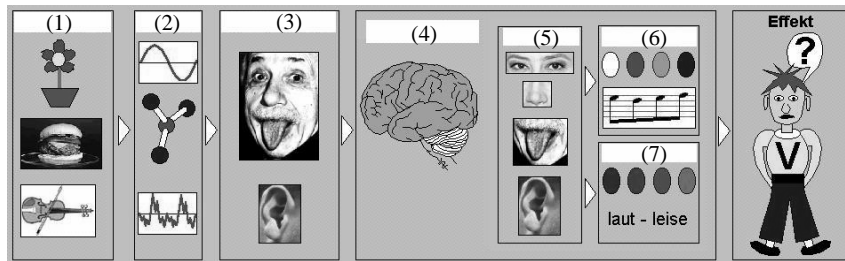
(19) Zähle die wichtigsten Stationen des visuellen Systems bei der Reizverarbeitung zwischen der Netzhaut und dem extrastriären Cortex auf!

- Netzhaut
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- Extrastriärer Cortex

(20) Wie heißen die 5 Neuronenarten der Netzhaut?

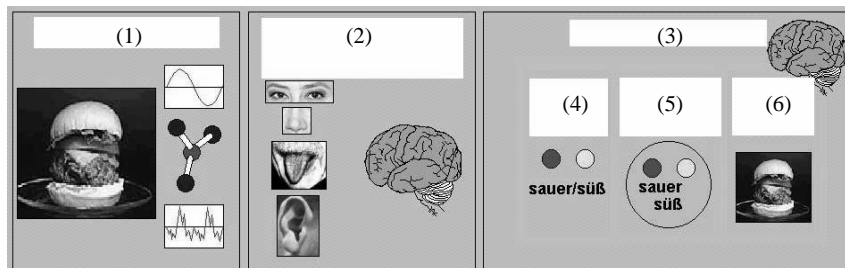
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

(21) Reproduziere die Beschriftung des folgenden Bildes!



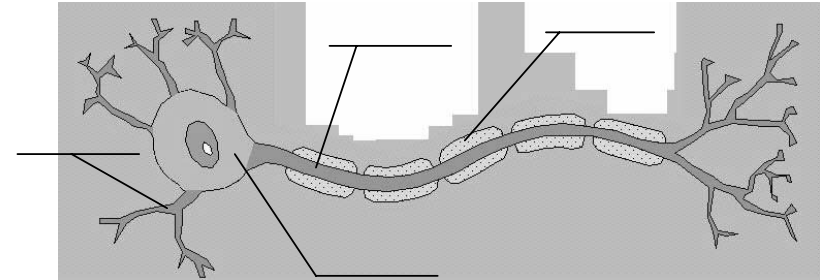
- zu (1): _____
- zu (2): _____
- zu (3): _____
- zu (4): _____
- zu (5): _____
- zu (6): _____
- zu (7): _____

(22) Reproduziere die Beschriftung des folgenden Bildes!

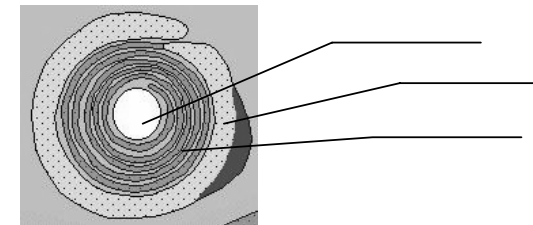


- zu (1): _____
- zu (2): _____
- zu (3): _____
- zu (4): _____
- zu (5): _____
- zu (6): _____

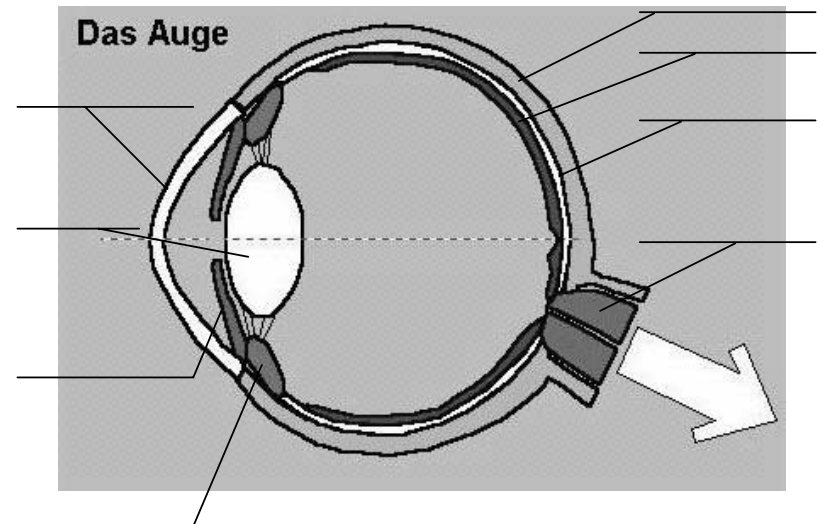
(23) Beschrifte das folgende Bild (vier Beschriftungen)!



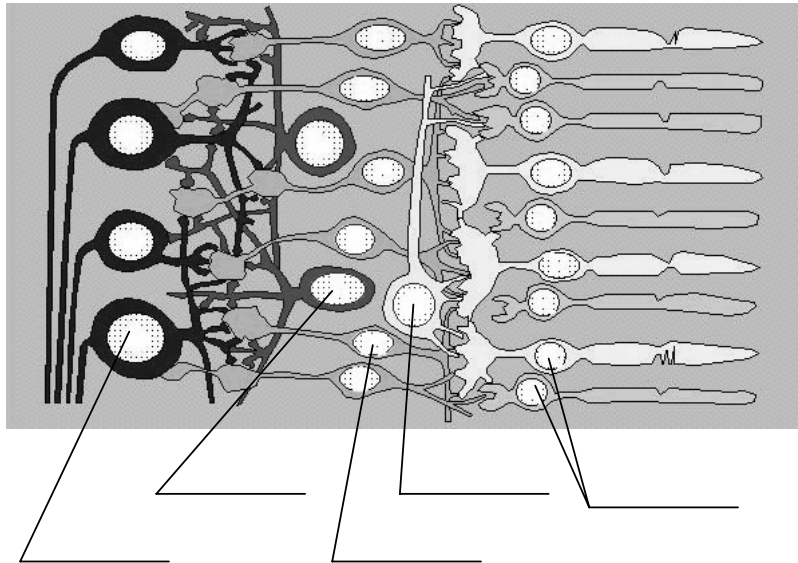
(24) Beschrifte das folgende Bild (drei Beschriftungen)!



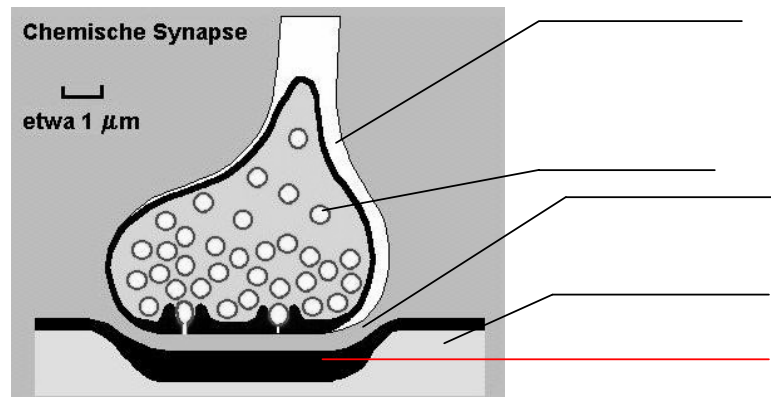
(25) Beschrifte das folgende Bild (acht Beschriftungen)!



(26) Beschrifte das folgende Bild (fünf Beschriftungen)!

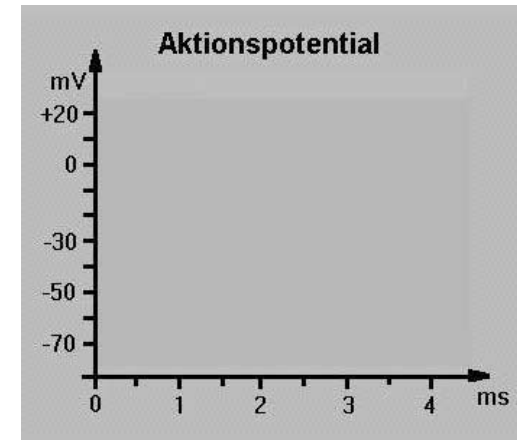


(27) Beschrifte das folgende Bild (fünf Beschriftungen)!



(28) Zeichne in das folgende Diagramm ein

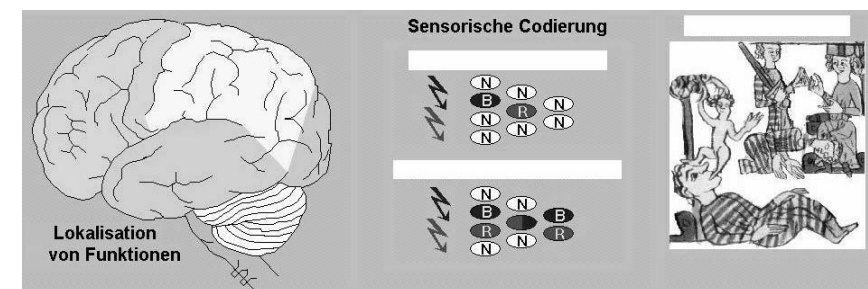
- den Verlauf des Aktionspotentials
- die Schwelle
- das Ruhepotential
- und den Überschuss



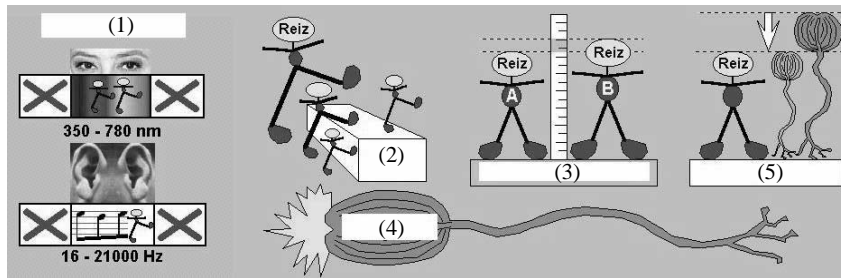
(29) Beschrifte das folgende Bild (weiße Felder) und SCHRAFFIERE und KENN-

ZEICHNE im Bild des Gehirns die folgenden Strukturen:

- das primäre Areal fürs Sehen (S)
- das primäre Areal fürs Hören (H)
- den somatosensorischen Cortex (SC)
- das primäre Areal fürs Riechen (R)

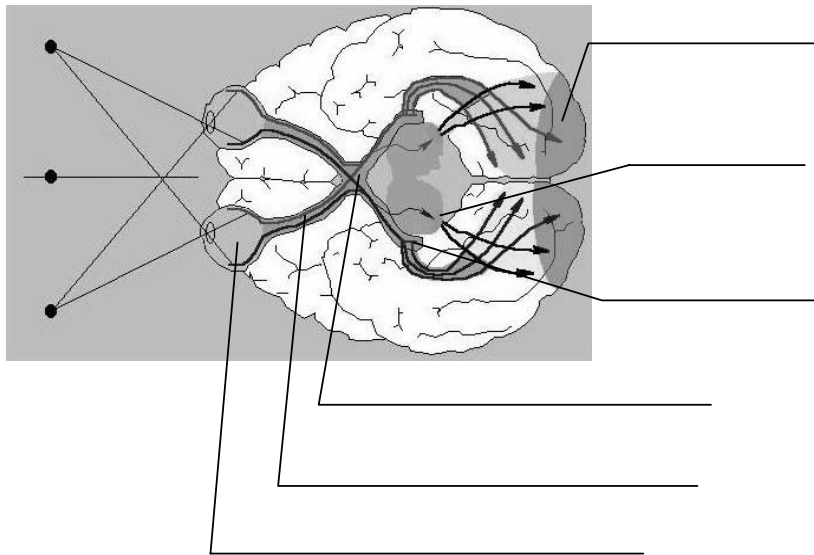


(30) Beschrifte das folgende Bild!



- zu (1):
- zu (2):
- zu (3):
- zu (4):
- zu (5):

(31) Beschrifte das folgende Bild!



Vielen, vielen Dank.

Jetzt hast Du Dir Deine
VP- oder Forschungsstunden
wahrlich schwer verdient.

Anhang C

Skalen- und Itemanalysen

Vorfragebogen

Computervorerfahrung

Thematisches Interesse

Interesse am Studium

Lernstrategien

Vorwissen

C.1 Computervorerfahrung

Tabelle C 1: Itemkennwerte für die Skala *Computervorerfahrung* (N = 71)

Item (^a Item umgepolt)	M	SD	r _{it}
(1) Ich halte den Computer für ein sehr brauchbares und nützliches Instrument.	4,55	.58	.47
(2) Ich erledige alle Arbeiten, wenn möglich, am Computer.	3.21	.92	.74
^a (3) Der Computer ist für mich immer noch eine sehr undurchschaubare Sache.	3.49	1.09	.64
^a (4) Am liebsten ist es mir, wenn ich nichts mit dem Computer zu tun habe.	4.25	.92	.75
(5) Ich nütze sehr gerne alle Möglichkeiten, die ein Computer bietet.	3.61	1.05	.48
^a (6) Ich habe schon viele schlechte Erfahrungen mit dem Computer gemacht.	3.79	.98	.07
(7) Wenn ich mit dem Computer arbeite, verlasse ich mich voll und ganz auf ihn.	2.89	1.01	.27
(8) Meine Referate und sonstige Sachen schreibe ich am liebsten am Computer.	4.25	1.01	.57

C.2 Thematisches Interesse

Tabelle C 2: Itemkennwerte für die Skala *Thematisches Interesse* (N = 71)

Item (^a Item umgepolt)	M	SD	r _{it}
(1) anregend	3.76	.80	.57
^a (2) langweilig	4.38	.54	.34
(3) interessant	4.18	.70	.61
(4) bedeutsam	3.45	.98	.50
^a (5) unwichtig	4.48	.77	.64

C.3 Interesse am Studium

Tabelle C 3: Itemkennwerte für die Skala *Interesse am Studium* (N = 71)

Item (^a Item umgepolt)	M	SD	r _{it}
(1) Ich bin mir sicher, das Fach gewählt zu haben, welches meinen persönlichen Neigungen entspricht.	4.20	.69	.55
(2) Nach einem langen Wochenende oder Urlaub freue ich mich wieder auf das Studium.	3.52	1.00	.72
(3) Wenn ich genügend Zeit hätte, würde ich mich mit bestimmten Fragen meines Studiums, auch unabhängig von Prüfungsanforderungen, intensiver beschäftigen.	4.25	.79	.47
(4) Ich bin sicher, daß das Fachstudium meine Persönlichkeit positiv beeinflusst.	3.65	1.03	.51
^a (5) Die Beschäftigung mit den Inhalten meines Studienfachs hat für mich eigentlich recht wenig mit Selbstverwirklichung zu tun.	3.92	.98	.39
(6) Wenn ich in einer Bibliothek oder einem Buchladen bin, schmökere ich gerne in Zeitschriften oder Büchern, die Themen aus meinem Studienfach ansprechen.	3.76	.92	.44
^a (7) Ich rede lieber über meine Hobbys als über mein Studienfach.	3.51	.86	.37
(8) Es war für mich von großer persönlicher Bedeutung, gerade dieses Fach studieren zu können.	3.79	1.12	.54
(9) Ich habe mein jetziges Studium vor allem wegen der interessanten Studieninhalte gewählt.	3.94	.94	.31
(10) Schon vor dem Studium hatte das Fachgebiet, das ich jetzt studiere, für mich einen hohen Stellenwert.	3.69	1.12	.51

Item (^a Item umgepolt)	M	SD	r _{it}
^a (11) Im Vergleich zu anderen mir sehr wichtigen Dingen (z.B. Hobbys, soziale Beziehungen) messe ich meinem Studium eher eine geringe Bedeutung bei.	3.82	.88	.57
(12) Die Beschäftigung mit bestimmten Stoffinhalten wirkt sich positiv auf meine Stimmung aus.	3.45	.81	.42
^a (13) Wenn ich ehrlich sein soll, ist mir mein Studienfach manchmal eher gleichgültig.	4.04	.89	.56
(14) Die Beschäftigung mit bestimmten Stoffinhalten ist mir wichtiger als Zerstreuung, Freizeit und Unterhaltung.	2.80	1.01	.41
^a (15) Es gibt viele Bereiche meines Studienfaches, die mich innerlich gleichgültig lassen.	3.27	1.03	.63
^a (16) Die Beschäftigung mit den Inhalten und Problemen meines Studienfaches gehört nicht gerade zu meinen Lieblingstätigkeiten.	3.96	.87	.68
(17) Schon vor dem Studium habe ich mich freiwillig mit Inhalten meines Studienfaches auseinandergesetzt (z.B. Bücher lesen, Vorträge besuchen, Gespräche führen).	3.44	1.19	.46
^a (18) Über Inhalte meines Studiums zu reden, macht mir nur selten Spaß.	4.27	.68	.41

C.4 Lernstrategien

Tabelle C 4: Itemkennwerte für die Skala *Lernstrategie: Zusammenhänge herstellen* (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(6) Ich versuche, Beziehungen zu den Inhalten verwandter Fächer bzw. Lehrveranstaltungen herzustellen.	3.80	.95	.37
(8) Zu neuen Konzepten stelle ich mir praktische Anwendungen vor.	3.59	1.02	.56
(9) Ich versuche, neue Begriffe oder Theorien auf mir bereits bekannte Begriffe und Theorien zu beziehen.	4.01	.87	.56
(10) Ich stelle mir manche Sachverhalte bildlich vor.	3.90	.91	.34
(13) Ich versuche in Gedanken, das Gelernte mit dem zu verbinden, was ich schon darüber weiß.	4.18	.78	.52
(32) Ich denke mir konkrete Beispiele zu bestimmten Lerninhalten aus.	3.58	.98	.58
(39) Ich beziehe das, was ich lerne, auf meine eigenen Erfahrungen.	3.79	.72	.47
(42) Ich überlege mir, ob der Lernstoff auch für mein Alltagsleben von Bedeutung ist.	3.73	.79	.28

Tabelle C 5: Itemkennwerte für die Skala *Lernstrategie: Kritisches Prüfen* (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(2) Ich frage mich, ob der Text, den ich gerade durcharbeite, wirklich überzeugend ist.	3.41	1.02	.31
(12) Ich prüfe, ob die in einem Text (oder in meiner Mitschrift) dargestellten Theorien, Interpretationen oder Schlußfolgerungen ausreichend belegt sind.	2.70	.93	.52
(15) Ich denke über Alternativen zu den Behauptungen oder Schlußfolgerungen in den Lerntexten nach.	3.10	.86	.70
(21) Der Stoff, den ich gerade bearbeite, dient mir als Ausgangspunkt für die Entwicklung eigener Ideen.	2.92	.98	.58
(22) Es ist für mich sehr reizvoll, widersprüchliche Aussagen aus verschiedenen Texten aufzuklären.	2.85	1.08	.62
(27) Ich gehe an die meisten Texte kritisch heran.	3.25	.92	.62
(36) Ich vergleiche die Vor- und Nachteile verschiedener theoretischer Konzeptionen.	3.04	.89	.63
(37) Das, was ich lerne, prüfe ich auch kritisch.	3.25	.79	.72

Tabelle C 6: Itemkennwerte für die Skala *Lernstrategie: Wiederholen* (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(4) Ich präge mir den Lernstoff von Texten durch Wiederholen ein.	3.51	1.08	.66
(11) Ich lese meine Aufzeichnungen mehrmals hintereinander durch.	3.46	1.22	.69
(17) Ich lerne Schlüsselbegriffe auswendig, um mich in der Prüfung besser an wichtige Inhaltsbereiche erinnern zu können.	3.72	1.07	.70
(25) Ich lerne eine selbst erstellte Übersicht mit den wichtigsten Fachtermini auswendig.	3.07	1.28	.54
(28) Ich lese einen Text durch und versuche, ihn mir am Ende jedes Abschnitts auswendig vorzusagen.	1.85	1.01	.54
(33) Ich lerne Regeln, Fachbegriffe oder Formeln auswendig.	3.54	1.05	.57
(40) Ich lerne den Lernstoff anhand von Skripten oder anderen Aufzeichnungen möglichst auswendig.	2.25	1.02	.73

Tabelle C 7: Itemkennwerte für die Skala *Ressourcenbezogene Lernstrategie: Aufmerksamkeit* (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(44) Beim Lernen merke ich, daß meine Gedanken abschweifen.	3.18	.93	.81
(46) Es fällt mir schwer, bei der Sache zu bleiben.	2.59	.85	.85
(48) Ich ertappe mich dabei, daß ich mit meinen Gedanken ganz woanders bin.	2.89	.90	.74
(49) Beim Lernen bin ich unkonzentriert.	2.61	.84	.82
(53) Wenn ich lerne, bin ich leicht abzulenken.	2.73	.93	.78
(55) Meine Konzentration hält nicht lange an.	2.45	.82	.74

Tabelle C 8: Itemkennwerte für die Skala *Lernstrategie: Organisieren* (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(1) Ich fertige Tabellen, Diagramme oder Schaubilder an, um den Stoff der Veranstaltung besser strukturiert vorliegen zu haben.	2.90	1.20	.48
(3) Ich mache mir kurze Zusammenfassungen der wichtigsten Inhalte als Gedankenstütze.	3.73	1.13	.60
(16) Ich gehe meine Aufzeichnungen durch und mache mir dazu eine Gliederung mit den wichtigsten Punkten.	3.39	1.26	.59
(18) Ich versuche, den Stoff so zu ordnen, daß ich ihn mir gut einprägen kann.	4.24	.89	.50
(26) Ich stelle mir aus Mitschrift, Skript oder Literatur kurze Zusammenfassungen mit den Hauptideen zusammen.	3.52	1.25	.75
(35) Ich unterstreiche in Texten oder Mitschriften die wichtigen Stellen.	4.27	.96	.16
(38) Für größere Stoffmengen fertige ich eine Gliederung an, die die Struktur des Stoffs am besten wiedergibt.	3.75	1.22	.72
(41) Ich stelle wichtige Fachausdrücke und Definitionen in eigenen Listen zusammen.	3.32	1.32	.51

Tabelle C 9: Itemkennwerte für die Skala *Metakognitive Lernstrategie* (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(5) Ich stelle mir Fragen zum Stoff, um sicherzugehen, daß ich auch alles verstanden habe.	3.38	1.13	.50
(7) Wenn mir eine bestimmte Textstelle verworren und unklar erscheint, gehe ich sie noch einmal langsam durch.	4.34	.70	.52
(14) Wenn ich einen schwierigen Text vorliegen habe, passe ich meine Lerntechnik den höheren Anforderungen an (z.B. durch langsameres Lesen).	4.30	.82	.39
(19) Ich versuche, mir vorher genau zu überlegen, welche Teile eines bestimmten Themengebiets ich lernen muß und welche nicht.	3.63	1.12	.41
(20) Um Wissenslücken festzustellen, rekapituliere ich die wichtigsten Inhalte, ohne meine Unterlagen zu Hilfe zu nehmen.	3.73	1.06	.47
(23) Ich bearbeite zusätzliche Aufgaben, um festzustellen, ob ich den Stoff wirklich verstanden habe.	2.75	1.12	.46
(24) Ich lege im vorhinein fest, wie weit ich mit der Durcharbeitung des Stoffs kommen möchte.	3.35	1.22	.57
(29) Um mein eigenes Verständnis zu prüfen, erkläre ich bestimmte Teile des Lernstoffs einem Studienkollegen.	2.97	1.12	.33
(30) Vor dem Lernen eines Stoffgebiets überlege ich mir, wie ich am effektivsten vorgehen kann.	3.39	1.19	.57
(31) Wenn ich während des Lesens eines Textes nicht alles verstehe, versuche ich, die Lücken festzuhalten und den Text daraufhin noch einmal durchzugehen.	3.54	1.07	.38
(34) Ich überlege mir vorher, in welcher Reihenfolge ich den Stoff durcharbeite.	3.44	1.09	.58

Tabelle C 10: Itemkennwerte für die Skala *Ressourcenbezogene Lernstrategie: Anstrengung* (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(43) Wenn ich mir ein bestimmtes Pensum zum Lernen vorgenommen habe, bemühe ich mich, es auch zu schaffen.	4.01	.87	.59
(45) Ich strengte mich auch dann an, wenn mir der Stoff überhaupt nicht liegt.	3.45	.84	.40
(47) Ich gebe nicht auf, auch wenn der Stoff sehr schwierig oder komplex ist.	3.66	.79	.42
(50) Ich lerne auch spätabends und am Wochenende, wenn es sein muß.	4.17	.88	.29
(51) Gewöhnlich dauert es nicht lange, bis ich mich dazu entschließe, mit dem Lernen anzufangen.	2.77	1.07	.54
(52) Vor der Prüfung nehme ich mir ausreichend Zeit, um den ganzen Stoff noch einmal durchzugehen.	3.54	1.08	.54
(54) Ich nehme mir mehr Zeit zum Lernen als die meisten meiner Studienkollegen.	2.28	.92	.48
(56) Ich arbeite so lange, bis ich mir sicher bin, die Prüfung gut bestehen zu können.	3.89	.90	.55

C.5 Vorwissen

Tabelle C 11: Itemkennnwerte für die Skala *Vorwissen* (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(1) Modalität, Qualität und Quantität			
(1) Gehör	.66	.48	.65
(2) Lautstärke	.63	.49	.39
(3) Rot	.63	.49	.65
(4) Geschmack	.55	.50	.50
(5) sauer	.63	.49	.54
(6) Tonhöhe	.25	.44	.38
(7) Intensität einer roten Farbe	.51	.50	.58
(8) Kältesinn der Haut	.55	.50	.63
(2) Synonym für Modalität	.13	.34	.23
(3) Aussagen über Wahrnehmung	.87	.98	.27
(4) Elementare Zellen des Nervensystems	.65	.68	.31
(5) Aussagen über Rezeptoren	1.15	.80	.18
(6) Entladungsfrequenz von Rezeptoren	1.30	1.03	.59
(7) Arten von Synapsen	.66	.75	.27
(8) Bereiche des Neocortex	.15	.36	.35
(9) Aussagen über Aktionspotentiale	.48	.73	.50
(10) Ionenstrom während Repolarisation	.15	.36	.26
(11) Ort des schärfsten Sehens	.48	.50	.56
(12) Photorezeptoren	.23	.42	.44
(13) Nervenzellen der Netzhaut	.14	.35	.42
(14) Glaskörper	.42	.50	.53
(15) Pupille	.70	.46	.15

Anhang D

Skalen- und Itemanalysen

Nachfragebogen

Akzeptanz des Lernprogramms
 Anregung durch das Lernprogramm
 Umgang mit dem Lernprogramm
 Umgang mit den Illustrationen
 Wissenstest

D.1 Akzeptanz des Lernprogramms

Tabelle D 1: Itemkennwerte für die Skala *Verständlichkeit* (N = 71)

Item (^a Item umgepolt)	M	SD	r _{it}
^a (2) unklar - klar	6.15	.77	.61
^a (3) unstrukturiert - strukturiert	6.20	.90	.54
^a (9) verwirrend - zielgerichtet	5.93	1.06	.58
(12) schwierig - leicht	4.23	1.51	.33

Tabelle D 2: Itemkennwerte für die Skala *Nützlichkeit* (N = 71)

Item (^a Item umgepolt)	M	SD	r _{it}
^a (1) sinnlos - sinnvoll	6.38	.78	.59
^a (7) nutzlos - nützlich	6.25	.91	.70
^a (10) irrelevant - relevant	5.80	1.04	.65
^a (13) unwichtig - wichtig	5.61	1.11	.66

Tabelle D 3: Itemkennwerte für die Skala *Attraktivität* (N = 71)

Item (^a Item umgepolt)	M	SD	r _{it}
^a (4) dumpf - heiter	4.85	1.14	.67
(5) langweilig - interessant	5.75	1.32	.75
^a (6) unangenehm - angenehm	5.52	1.11	.68
^a (8) nicht ansprechend - ansprechend	5.94	.86	.71
(11) öde - anregend	5.27	1.09	.71

Tabelle D 4: Itemkennwerte für die Skala *Akzeptanz/Einstellung* in den verzeichnisinteraktiven und bildinteraktiven Programmversionen (N_{Verzeichnis} = 35, N_{Bild} = 36)

Item (^a Item umgepolt)	Verzeichnis			Bild		
	M	SD	r _{it}	M	SD	r _{it}
(1) Die Bearbeitung des Programms fand ich angenehm.	4.03	.79	.45	3.97	.74	.60
(2) Im großen und ganzen finde ich das Lernen mit Computer-Lern-Programmen sehr abwechslungsreich.	3.77	.88	.64	3.78	1.05	.69
^a (3) Ich eigne mir wichtige Inhalte lieber aus Büchern an.	2.74	1.07	.65	2.81	.95	.69
^a (4) Wenn ich mit einem Computerprogramm lerne, habe ich immer den Eindruck, schnell den Überblick zu verlieren.	3.71	1.02	.50	3.58	1.02	.65
(5) Durch die anschauliche Darstellung mit Hilfe der Bilder konnte ich mir viele Inhalte leichter einprägen bzw. durch die interaktive Auseinandersetzung mit den Bildern konnte ich mir viele Inhalte leichter einprägen.	4.03	.89	.42	4.06	.79	.42
(6) Wenn ich die Wahl habe zwischen dem Lernen aus Büchern und dem Lernen mit einem Computerprogramm, dann würde ich lieber mit dem Computerprogramm lernen.	2.97	.95	.73	3.14	.99	.70
^a (7) Dadurch daß man von einem Themengebiet direkt in ein anderes wechseln kann, ist es leicht möglich, daß man völlig den Überblick verliert.	3.49	.82	.63	3.42	.97	.61

D.2 Anregung durch das Lernprogramm

Tabelle D 5: Itemkennwerte für die Skala Akzeptanz/Einstellung (N = 71)

Item (^a Item umgepolt)	M	SD	r _{it}
(1) Die Inhalte des Programms haben mich sehr interessiert.	3.86	.76	.24
(2) Das Programm war so aufgebaut, daß ich sehr gerne damit gelernt habe.	3.92	.71	.62
(3) Das Lernen mit dem Programm hat mir Spaß gemacht.	3.79	.75	.53
^a (4) Ich hätte gerne etwas weniger Entscheidungsfreiheit bei der Bearbeitung des Lernprogramms gehabt.	4.21	.89	.31
(5) Durch die Auseinandersetzung mit den Bildern habe ich mich viel länger mit dem Programm beschäftigt, als ich es sonst getan hätte.	3.31	1.15	.28
(6) Ich finde es sehr anregend, mit Hilfe des Computers zu lernen.	3.80	.94	.55
(7) Dadurch daß es so einfach war, Begriffe im Glossar nachzuschlagen, habe ich viel mehr Wörter nachgeschlagen als normalerweise mit Hilfe eines Lexikons.	3.21	1.36	.05
(8) Durch die Möglichkeit, direkt von einem Thema in ein anderes zu gehen, habe ich mir die einzelnen Themen viel öfter angesehen.	2.87	1.01	.32
(9) Die Möglichkeit des direkten Wechsels von einem Thema zum anderen hat mir geholfen, einen guten Überblick über das gesamte Themengebiet zu bekommen.	3.28	1.00	.60

D.3 Umgang mit dem Lernprogramm

Tabelle D 6: Itemkennwerte für die Skala Lernstrategie: Zusammenhänge herstellen (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(1) Ich habe versucht, Beziehungen zu den Inhalten verwandter Fächer bzw. Lehrveranstaltungen herzustellen.	3.17	1.20	.56
(9) Zu neuen Konzepten habe ich mir praktische Anwendungen vorgestellt.	2.18	1.13	.53
(13) Ich habe versucht, neue Begriffe und Theorien auf mir bereits bekannte Begriffe und Theorien zu beziehen.	3.62	1.05	.64
(20) Ich habe mir manche Sachverhalte bildlich vorgestellt.	3.56	1.08	.57
(22) Ich habe versucht, in Gedanken das Gelernte mit dem zu verbinden, was ich schon darüber weiß.	4.13	.92	.50
(26) Ich habe mir konkrete Beispiele zu bestimmten Lerninhalten ausgedacht.	2.49	1.00	.63
(32) Ich habe das, was ich gelernt habe, auf meine eigenen Erfahrungen bezogen.	2.86	1.31	.68
(34) Ich habe mir überlegt, ob das, was ich gelernt habe, auch in meinem Alltagsleben von Bedeutung ist.	2.85	1.06	.38

Tabelle D 7: Itemkennwerte für die Skala *Lernstrategie: Kritisches Prüfen* (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(2) Ich habe mich gefragt, ob Programminhalte, die ich gerade durchgearbeitet habe, wirklich überzeugend waren.	2.45	1.07	.62
(10) Ich habe geprüft, ob die im Lernprogramm dargestellten Theorien, Interpretationen und Schlußfolgerungen ausreichend belegt sind.	2.00	1.00	.62
(14) Ich habe über Alternativen zu den Behauptungen oder Schlußfolgerungen in dem Lernprogramm nachgedacht.	2.17	1.07	.52
(27) Ich bin an die meisten Programminhalte eher kritisch herangegangen.	2.13	.86	.63
(35) Das, was ich gelernt habe, habe ich auch kritisch geprüft.	2.41	1.04	.65

Tabelle D 8: Itemkennwerte für die Skala *Lernstrategie: Wiederholen* (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(3) Ich habe mir den Lernstoff des Lernprogramms durch Wiederholen eingeprägt.	3.04	1.13	.54
(15) Ich habe Schlüsselbegriffe auswendig gelernt, um mich bei dem nachfolgenden Test an wichtige Inhaltsbereiche zu erinnern.	2.89	1.17	.72
(23) Ich habe jeden Lektionsabschnitt durchgearbeitet und versucht, ihn mir am Ende jedes Abschnitts auswendig vorzusagen.	1.63	.81	.56
(28) Ich habe Regeln, Fachbegriffe oder Definitionen auswendig gelernt.	2.41	1.05	.68

Tabelle D 9: Itemkennwerte für die Skala *Lernstrategie: Organisieren* (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(8) Ich habe mir eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Inhalte als Gedankenstütze gemacht.	3.06	1.70	.66
(19) Ich habe versucht, den Stoff so zu ordnen, daß ich ihn mir gut einprägen kann.	3.03	1.17	.40
(31) Ich habe mir eine Gliederung angefertigt, die die Struktur des Stoffes am besten wiedergibt.	2.15	1.39	.66

Tabelle D 10: Itemkennwerte für die Skala *Metakognitive Lernstrategie* (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(5) Wenn ich einen schwierigen Teil des Programms vor mir hatte, habe ich meine Lerntechnik den höheren Anforderungen angepaßt (z.B. durch langsames Lesen).	4.18	.88	.57
(7) Wenn ich während der Durcharbeitung der Programminhalte nicht alles verstanden habe, habe ich versucht, die Lücken festzuhalten und den Text daraufhin noch einmal durchzugehen.	3.87	1.04	.51
(16) Vor der Durcharbeitung des Lernprogrammes habe ich mir überlegt, wie ich am effektivsten vorgehen kann.	2.49	1.14	.33
(24) Ich habe mir Fragen zum Stoff gestellt, um sicherzugehen, daß ich alles verstanden habe.	2.32	1.01	.48
(29) Um Wissenslücken festzustellen, habe ich die wichtigsten Inhalte rekapituliert, ohne das Lernprogramm zu Hilfe zu nehmen.	2.45	1.19	.55
(37) Wenn mir ein bestimmter Teil des Lernprogramms verworren und unklar erschien, bin ich diesen Teil noch einmal langsam durchgegangen.	3.96	.89	.65

Tabelle D 11: Itemkennwerte für die Skala Ressourcenbezogene Lernstrategie: Aufmerksamkeit (N = 71)

Item (^a Item umgepolt)	M	SD	r _{it}
^a (6) Beim Lernen habe ich gemerkt, daß meine Gedanken abgeschweift sind.	3.45	1.11	.88
^a (12) Es fiel mir schwer, bei der Sache zu bleiben.	3.65	.96	.87
^a (18) Ich ertappte mich dabei, daß ich mit meinen Gedanken ganz woanders war.	3.58	1.18	.91
^a (21) Beim Lernen war ich unkonzentriert.	3.65	1.02	.88
^a (30) Meine Konzentration hielt nicht lange an.	3.77	1.04	.85

Tabelle D 12: Itemkennwerte für die Skala Ressourcenbezogene Lernstrategie: Anstrengung (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(11) Ich habe mich auch dann angestrengt, wenn mir ein Themengebiet überhaupt nicht lag.	3.70	.82	.61
(17) Ich habe nicht aufgegeben, auch wenn der Stoff sehr schwierig und komplex war.	3.92	.84	.45
(25) Es hat nicht lange gedauert, bis ich mich dazu entschlossen habe, mit dem Lernen anzufangen.	4.34	1.08	.44
(33) Ich habe mir mehr Zeit genommen als die anderen Versuchsteilnehmer.	2.52	.92	.28
(36) Ich habe so lange gearbeitet, bis ich mir sicher war, den Test gut zu bestehen.	2.94	1.04	.43

D.4 Umgang mit den Illustrationen

Tabelle D 13: Itemkennwerte für die Skala Ressourcenbezogene Lernstrategie: Anstrengung bei Bildern (N = 71)

Item (^a Item umgepolt)	M	SD	r _{it}
(1) Ich habe mich auch dann angestrengt, wenn mir eine Illustration überhaupt nicht lag.	3.82	.92	.55
(5) Ich habe mich so lange mit den Illustrationen beschäftigt, bis ich mir sicher war, im Test gut abzuschneiden.	2.61	.98	.54
(9) Ich habe mir für die Illustrationen mehr Zeit genommen als andere.	wegen negativer Trennschärfe eliminiert		
^a (10) Ich habe nur die Illustrationen betrachtet, wenn sie wenig Anstrengung und Zeit kosteten.	4.41	.82	.48
(15) Ich habe nicht aufgegeben, auch wenn die Illustration sehr schwierig und komplex war.	3.80	.90	.68

Tabelle D 14: Itemkennwerte für die Skala Ressourcenbezogene Lernstrategie: Aufmerksamkeit bei Bildern (N = 71)

Item (^a Item umgepolt)	M	SD	r _{it}
^a (6) Beim Betrachten der Illustrationen habe ich gemerkt, daß meine Gedanken abschweifen.	4.00	.88	.34
(8) Ich versuchte, die Elemente der Illustrationen zu erkennen.	4.24	.73	.50
^a (17) Es fiel mir schwer, die Illustrationen länger zu betrachten.	4.15	.95	.68
(18) Ich schaute mir die Illustrationen genau an.	3.94	.92	.57
(22) Ich richtete meine Aufmerksamkeit auf relevante Bildinformationen.	3.94	.81	.48
(26) Ich versuchte, relevante von irrelevanten Bildinformationen zu unterscheiden.	3.18	1.05	.26
^a (36) Ich schenkte den Illustrationen nur kurz Aufmerksamkeit.	4.32	1.00	.49

Tabelle D 15: Itemkennwerte für die Skala *Lernstrategie: Wiederholung* bei Bildern (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(2) Ich versuchte, die Elemente der Illustrationen zu benennen.	3.51	1.18	.52
(3) Ich betrachtete die Illustrationen und versuchte, die dazugehörige sprachliche Information (in Gedanken) zu wiederholen.	3.04	1.14	.62
(12) Ich formulierte gedanklich, was ich in der Illustration sah.	3.17	1.13	.56
(16) Ich habe mir die Illustrationen im Gedächtnis immer wieder vorgestellt.	2.76	1.05	.66
(25) Ich habe die in den Illustrationen dargestellten Informationen gedanklich wiederholt.	3.13	1.13	.73
(34) Ich versuchte, mir die Illustrationen präzise einzuprägen.	2.96	1.16	.62

Tabelle D 16: Itemkennwerte für die Skala *Lernstrategie: Organisieren* bei Bildern (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(11) Ich habe versucht, die Ordnung der Textinhalte in den Illustrationen wiederzufinden.	3.96	1.02	.50
(28) Ich prägte mir die Illustrationen und ihre Lage ein, damit ich die Struktur der Informationen aus dem Text besser behalten kann.	3.10	1.21	.59
(33) Ich versuchte, anhand der dargebotenen Illustrationen die Struktur der Textinhalte zu erkennen.	3.94	.94	.66
(37) Ich habe die Illustrationen genau angeschaut, um eine klare Vorstellung darüber zu erhalten, wie die Textinformationen miteinander in Beziehung stehen.	3.80	.92	.67
(42) Ich habe versucht, die Textinhalte anhand der Illustrationen zu gliedern.	3.21	1.21	.60

Tabelle D 17: Itemkennwerte für die Skala *Lernstrategie: Zusammenhänge herstellen* bei Bildern (N = 71)

Item	M	SD	r _{it}
(7) Ich habe die Information im Text mit der Information in den Illustrationen ergänzt.	3.94	.97	.43
(13) Ich habe die in den Illustrationen vorhandenen Informationen mit den sprachlichen Informationen verbunden.	4.03	.93	.58
(14) Ich habe die Textinformation mit der Information in den Illustrationen verglichen.	3.82	1.05	.56
(20) Ich habe mich danach gefragt, was mir die Illustrationen sagen wollen.	2.77	1.20	.25
(21) Ich habe versucht, die Beziehung zwischen Elementen der Illustrationen nachzuvollziehen.	4.17	.76	.52
(23) Ich habe versucht, eine Beziehung zwischen den Elementen der Illustrationen zu erkennen.	4.17	.81	.65
(24) Ich versuchte, die Bedeutung der Bilder herauszufinden.	3.99	.95	.63
(29) Ich knüpfte Zusammenhänge zu vorher (aus anderen Abschnitten) gelesener/gehörter Information.	3.70	.87	.55
(31) Ich vergegenwärtigte mein Vorwissen mit Hilfe der Illustrationen.	3.75	.98	.58
(32) Die Illustrationen dienten mir als Grundlage für eigene Vorstellungsbilder.	3.28	1.29	.38
(43) Ich suchte Zusammenhänge zu vorher (aus anderen Abschnitten) gesehenen Illustrationen.	3.31	1.05	.56

Tabelle D 18: Itemkennwerte für die Skala *Lernstrategie: Metakognitive Lernstrategien* bei Bildern (N = 71)

Item ^a (Item umgepolt)	M	SD	r _{it}
(4) Ich habe mir Fragen zum Bild gestellt und versucht, diese zu beantworten.	2.45	1.16	.45
^a (19) Ich habe die Illustrationen nur dann beachtet, wenn sie auch tatsächlich den trockenen Text etwas auflockerten.	4.41	.75	.34
(27) Um Wissenslücken festzustellen, habe ich anhand der Illustrationen die wichtigsten Inhalte rekapituliert, ohne das Lernprogramm zu Hilfe zu nehmen.	2.45	1.18	.50
^a (30) Ich habe die Illustrationen nur dann beachtet, wenn sie für das Verständnis des Textes als unbedingt notwendig erachtet wurden.	4.32	.92	.34
^a (35) Zunächst einmal habe ich die Illustrationen ausgelassen, da es völlig ausreicht, den Text genau zu lesen.	4.61	.78	.47
(38) Wenn ich schwierige Illustrationen vor mir hatte, versuchte ich, ihre Bedeutung herauszubekommen.	3.82	.82	.66
(39) Ich habe mir Fragen zu den Illustrationen gestellt, um sicherzugehen, daß ich alles verstanden habe.	2.59	1.08	.52
(40) Wenn mir eine Illustration als verworren und unklar erschien, habe ich mir diese Illustration noch einmal langsam vorgenommen.	3.63	.94	.64
(41) Ich prüfte die Illustrationen darauf, ob sie die Inhalte adäquat repräsentieren.	2.85	1.06	.43
(44) Ich plante anhand der Illustrationen, welche Informationen ich abrufe.	2.97	1.44	.33
(45) Ich überprüfte anhand der Illustrationen meinen Wissensstand.	2.89	1.10	.58
^a (46) Ich habe die Illustrationen bei Zeitdruck ausgelassen, weil sie meist die weniger wichtigen Textaussagen wiederholen.	4.49	.83	.34

D.5 Wissenstest

Tabelle D 19: Itemkennwerte für die Skalen *Texttest* und *Gesamttest* (N = 71)

Item	M	SD	r _{it} (Text)	r _{it} (gesamt)
(1) Reizaufnahme	.46	.50	.27	.30
(2) Informationen	.73	.45	.43	.47
(3) innere	.70	.46	.27	.26
(4) äußere	.73	.45	.30	.29
(5) Rezeptoren	.92	.28	.26	.30
(6) Impulse	.83	.38	.49	.51
(7) spezifisch	.32	.47	.04	-.01
(8) Modalität	.23	.42	.17	.18
(9) Dimensionen Sinneseindruck	1.65	1.81	.39	.41
(10) Hauptbestandteile Nervenzelle	.59	.50	.28	.31
(11) Deutung, Interpretation	.41	.50	.44	.43
(12) Erfahrenes	.42	.50	.16	.17
(13) Gelerntes	.34	.48	.26	.27
(14) Sinnesorgane	.66	.48	.30	.30
(15) Reizen	.68	.47	.28	.25
(16) Abbildung	.37	.49	.30	.29
(17) Umwelt	.42	.50	.27	.24
(18) eigenen Person	.23	.42	.07	.08
(19) Spezifische Sinnesenergien	.39	.49	.29	.23
(20) Adaptation	.44	.50	.25	.23
(21) Netzhaut	.85	.36	.41	.40
(22) Lederhaut	.77	.42	.38	.36
(23) Adern	.68	.47	.32	.32
(24) Rezeptoren	.49	.50	.50	.43
(25) Netzhaut	.69	.47	.56	.51
(26) Qualitäten	.59	.50	.19	.18
(27) Unterschiedsschwelle	.45	.50	.45	.40
(28) Frontallappen	.56	.50	.48	.49
(29) Temporallappen	.65	.48	.43	.39

Item	M	SD	r_{it} (Text)	r_{it} (gesamt)
(30) Occipitallappen	.70	.46	.57	.59
(31) Parietallappen	.51	.50	.52	.51
(32) Neuronen-Ensemble-Theorie	.48	.50	.43	.44
(33) Umsetzung	.85	.36	.46	.45
(34) elektrische Impulse	.79	.41	.42	.40
(35) Sehpigmente	.38	.49	.47	.47
(36) Außensegmente	.13	.34	.34	.34
(37) Phasen des Aktionspotentials	.54	.73	.33	.30
(38) synaptische Bläschen	.70	.46	.51	.54
(39) präsynaptische Membran	.63	.49	.67	.70
(40) synaptischer Spalt	.75	.44	.54	.62
(41) Exocytose	.42	.50	.53	.51
(42) Transmitter	.69	.47	.65	.72
(43) synaptischer Spalt	.63	.49	.60	.65
(44) Rezeptoren/Moleküle	.65	.48	.51	.52
(45) subsynaptische Membran	.58	.53	.54	.56
(46) Schwelle des Aktionspotentials	.80	.79	.47	.47
(47) fetthaltig/isolierend	.76	.43	.38	.40
(48) Axon	.93	.26	.36	.36
(49) Schwansche Zellen	.68	.47	.62	.60
(50) Impulsweiterleitung	.93	.26	.47	.47
(51) Linse	.90	.30	.38	.41
(52) Hornhaut	.62	.49	.53	.54
(53) Fovea centralis	.85	.36	.59	.62
(54) Ziliarmuskeln	.48	.58	.45	.43
(55) visuelles System	2.28	1.87	.66	.67
(56) Neuronen der Netzhaut	2.99	1.90	.67	.68

Tabelle D 20: Itemkennwerte für die Skalen *Bildertest* und *Gesamttest* (N = 71)

Item	M	SD	r_{it} (Bilder)	r_{it} (gesamt)
(57) Reizquellen	.66	.48	.29	.23
(58) Reize	.68	.47	.30	.22
(59) Sinnesorgane	.69	.47	.13	.08
(60) Verarbeitung	.41	.50	.22	.24
(61) Modalität	.65	.48	.28	.21
(62) Qualität	.79	.41	.34	.33
(63) Quantität	.78	.42	.40	.38
(64) Reizquellen und Reize	.14	.35	.12	.05
(65) Sinnesorgane und Verarbeitung	.15	.36	.07	.01
(66) psychische Phänomene	.04	.20	.16	.15
(67) Sinneseindruck	.34	.48	.40	.36
(68) Sinnesempfindung	.37	.49	.41	.37
(69) Wahrnehmung	.49	.50	.45	.40
(70) Dendrit	.94	.23	.43	.42
(71) Axon	.96	.20	.50	.45
(72) Myelinhülle	.90	.30	.42	.34
(73) Zellkörper	.80	.40	.27	.33
(74) Axon	.58	.50	.62	.62
(75) Schwansche Zelle	.24	.43	.37	.34
(76) Myelin	.30	.46	.34	.31
(77) Hornhaut	.79	.41	.51	.48
(78) Linse	.86	.35	.49	.51
(79) Iris	.76	.43	.27	.27
(80) Ziliarmuskel	.59	.50	.44	.53
(81) Lederhaut	.79	.41	.32	.38
(82) Netzhaut	.96	.20	.31	.30
(83) Aderhaut	.83	.38	.42	.47
(84) Sehnerv	.80	.40	.29	.29
(85) Ganglienzelle	.63	.49	.58	.62
(86) Amakrinzelle	.35	.48	.42	.48

Item	M	SD	r_{it} (Bilder)	r_{it} (gesamt)
(87) Bipolarzelle	.38	.49	.52	.57
(88) Horizontalzelle	.55	.50	.54	.57
(89) Photorezeptoren	.80	.40	.47	.43
(90) synaptische Endigung	.58	.50	.48	.49
(91) synaptische Vesikel	.83	.38	.54	.53
(92) synaptischer Spalt	.82	.39	.57	.55
(93) Postneuron	.52	.50	.47	.48
(94) subsynaptische Membran	.51	.50	.48	.48
(95) Verlauf des Aktionspotentials	.80	.40	.46	.39
(96) Schwelle	.68	.47	.54	.59
(97) Ruhepotential	.80	.40	.53	.51
(98) Überschuß	.66	.48	.48	.45
(99) primäres Areal für Sehen	.90	.30	.45	.45
(100) primäres Areal für Hören	.38	.49	.45	.43
(101) somatosensorischer Cortex	.44	.50	.49	.50
(102) primäres Areal für Riechen	.24	.43	.45	.44
(103) Einzel-Neuronen-Theorie	.41	.50	.13	.14
(104) Neuronen-Ensemble-Theorie	.73	.45	.37	.39
(105) Leib-Seele-Problem	.70	.46	.51	.48
(106) Qualitätsgrenzen	.27	.45	.34	.33
(107) Reizschwelle	.72	.45	.50	.46
(108) Unterschiedsschwelle	.75	.44	.49	.47
(109) Rezeptor	.30	.46	.27	.24
(110) Adaptation	.45	.50	.41	.46
(111) primärer visueller Cortex	.56	.50	.60	.67
(112) Colliculi superiores	.23	.42	.43	.43
(113) Corpus geniculatum laterale	.32	.47	.53	.55
(114) Chiasma opticum	.51	.50	.51	.60
(115) Sehnerv	.72	.45	.57	.58
(116) Auge	.73	.45	.50	.48

Anhang E

Programmbeschreibung "Bild/Audio"

1 Einführung

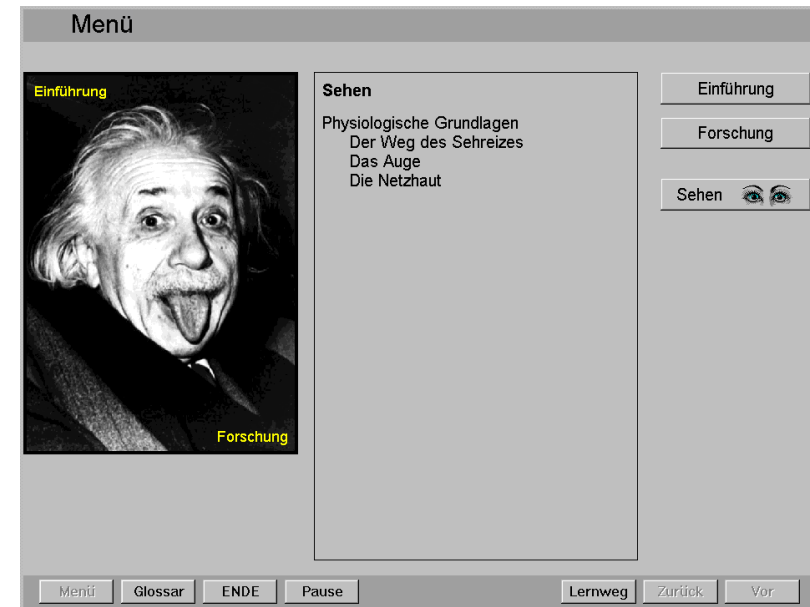
Diese Bedienungsanleitung stellt Dir vor, welche Handlungsmöglichkeiten Du in dem Lernprogramm hast. Studiere diese Anleitung vor der Arbeit mit dem Programm genauestens, damit Du nachher nicht mehr allzuviel Zeit durch Herumprobieren verlierst.

Das Lernprogramm "Wahrnehmungspsychologie" wird hauptsächlich über die Maus als Eingabegerät gesteuert. Dazu genügt meist ein einfacher Mausklick mit der linken Maustaste. Lediglich im Glossar (Abschnitt 7, S. 10) und im Lernweg-Fenster (Abschnitt 6, S. 8) gibt es alternative Möglichkeiten der Steuerung. Diese werden in den entsprechenden Abschnitten erklärt.

In den folgenden Abschnitten werden die Aufbauten der Bildschirmseiten und die verschiedenen Einflußmöglichkeiten auf den Programmablauf erläutert.

2 Das Menü

Wenn Du das Programm gestartet hast, kommst Du nach einer kleinen einleitenden Animation auf die Menü-Seite, welche als Inhaltsverzeichnis dient. Hier kannst Du Dir alle Themen des Programms anzeigen lassen. Folgend siehst Du eine Abbildung des Menüs.



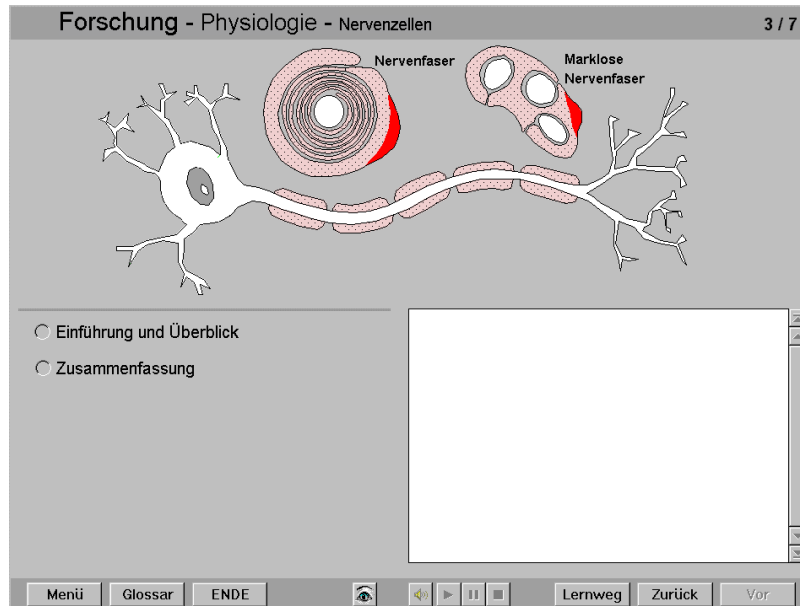
Das obere graue Feld, in dem Menü steht, heißt **Kontextleiste**, das untere graue Feld, in dem sich verschiedene Buttons (Menü, Glossar, ENDE, Pause, Lernweg, Zurück und Vor) befinden, heißt **Steuerleiste**. Die Kontextleiste wird im folgenden Abschnitt 3 erklärt, die Steuerleiste im Abschnitt 5.

Rechts findest Du die Kapitel des Programms (Einführung, Forschung und Sehen). Wenn Du diese Button mit der linken Maustaste anklickst, gelangst Du in die entsprechenden Kapitel. Fahre mit dem Mauszeiger über die Buttons, so wird Dir im mittleren Kasten das zugehörige Inhaltsverzeichnis präsentiert. Das Bild oben zeigt z.B. die Inhalte zum Kapitel "Sehen". Klicke auf einen Eintrag im Inhaltsverzeichnis, so gelangst Du in den entsprechenden Unterabschnitt. Du kannst jederzeit frei wählen, welches Thema Du bearbeiten willst.

3 Die Kontextleiste

Die Kontextleiste gibt Dir immer an, wo Du Dich im Lernprogramm gerade aufhältst. Gehst Du z.B. in den Programmabschnitt "Forschung - Physiologie - Nervenzellen" (beachte folgendes Bild), so sagt Dir die Kontextleiste, daß Du Dich im Unterkapitel "Nervenzellen" des Unterkapitels "Physiologie" im Kapitel "Forschung" befindest.

Über diese Leiste kannst Du auch bequem wieder in übergeordnete Kapitel gelangen, indem Du die Namen der Kapitel in der Leiste anklickst. Klickst Du auf "Physiologie" oder auf "Forschung", so erreichst Du die Einstiegsseiten dieser Kapitel.

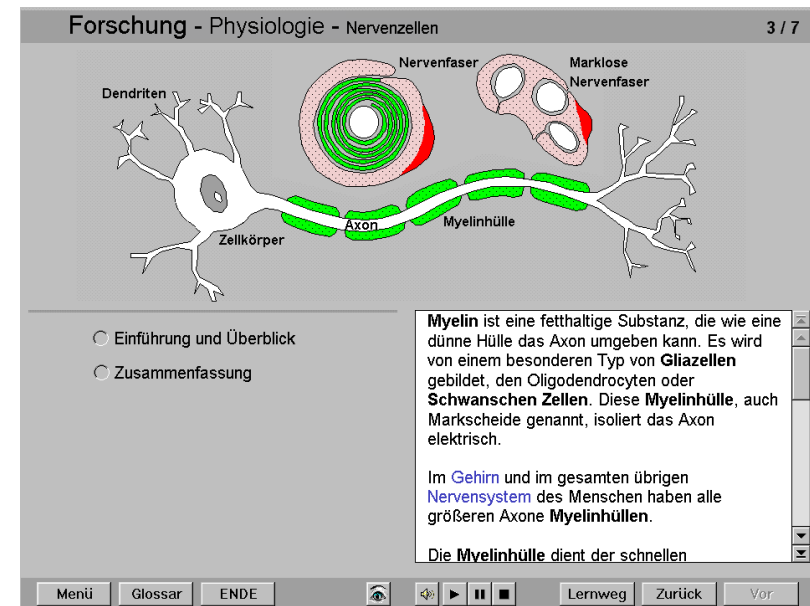




Die Bedeutung der Zahl im rechten Teil der Kontextleiste wird im folgenden Abschnitt 4 besprochen.


4 Wie gelange ich zur Information

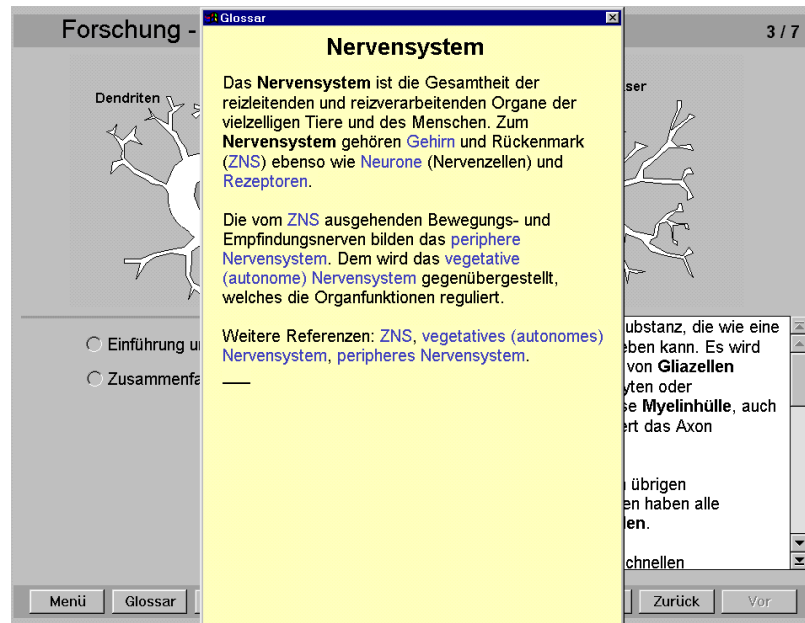
In jedem Kapitel findet sich ein Einführungs/Überblicksteil und ein Zusammenfassungsteil (siehe im Bild links unten). Daneben kannst Du unterschiedlich viele Informationseinheiten über die Bilder auf jeder Seite abrufen. Wenn Du über die Bilder mit der Maus fährst, werden verschiedene Teile, zu denen Du Informationen abrufen kannst, grün markiert. In der Regel bestehen die Bildteile aus einem Element, sie können aber wie im Bild auch zwei Elemente, aber maximal drei umspannen. Klickst Du auf das Bildteil, so wird die Information geliefert. Das Bildteil, zu dem die Information gehört, bleibt grün, bis Du auf eine neue Seite gehst. Die Text-Information erscheint in dem weißen Feld unten rechts.

Wie viele Informationsseiten Du in jedem Kapitel über die Bilder erhalten kannst und schon angeschaut wurden, ist in der Kontextleiste abzulesen. In unserem Beispielbild sind bisher 3 von 7 Informationsseiten über die Bilder abgerufen worden. Einleitung/Überblick und Zusammenfassung werden nicht gezählt.

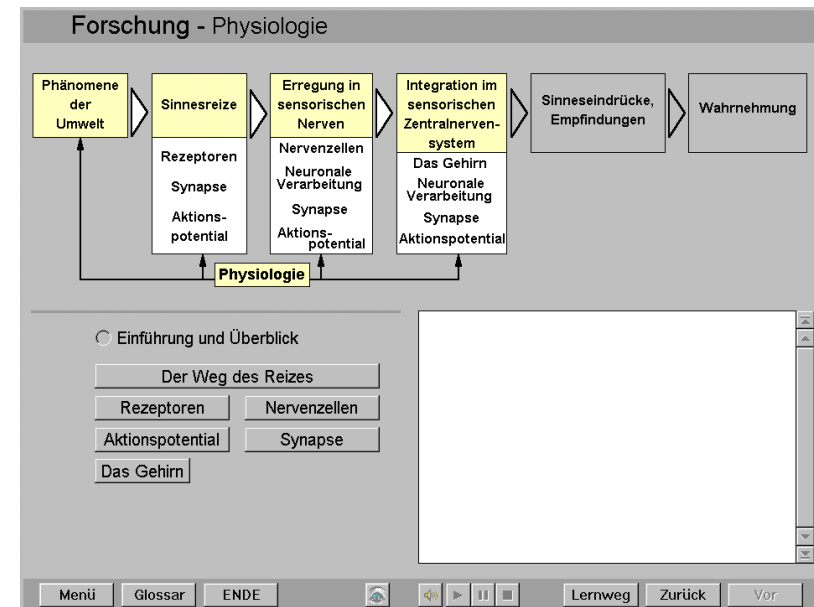


Über den Knopf mit dem Auge in der Steuerleiste  kannst Du Dir die unbesuchten Einheiten anzeigen lassen. Klicke auf , so werden die Einheiten in den Bildern für kurze Zeit grün.

In dem Textfeld befinden sich blau markierte Wörter. Zu diesen Wörtern kannst Du eine Erklärung abrufen. Klickst Du auf die Wörter, so öffnet sich ein Fenster und zeigt Dir die Erklärung an. Diese stammt aus dem Glossar. Über die blauen Wörter im Glossarfenster kannst Du noch andere Erklärungen aus dem Glossar anfordern. Über den Button  schließt man das Fenster. Dieser Button ist im Fenster rechts oben zu finden.



In den übergeordneten Kapiteln existieren zu "Einführung und Überblick" noch normale Buttons. Diese führen in die entsprechenden Unterkapitel. Im nachgestellten Bild siehst Du das übergeordnete Kapitel zu "Forschung - Physiologie - Nervenzellen". Über die sechs Buttons zu "Der Weg des Reizes", "Rezeptoren" usw. können die jeweiligen Unterkapitel erreicht werden. In übergeordneten Kapiteln kannst Du keine Informationen über die Bilder abrufen.



Sind die einzelnen Unterkapitel durchgearbeitet worden, so werden die entsprechenden Buttons blau markiert. Auch im Menü werden die Verzeichniseinträge blau markiert.

5 Die Steuerleiste

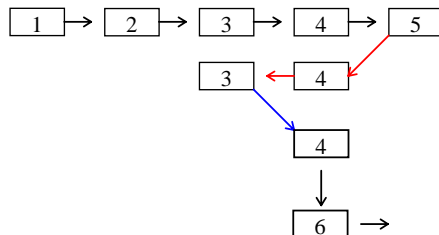
In der Steuerleiste finden sich sechs beschriftete Buttons (von links nach rechts):



1. Der Menü-Button: Klickst Du auf diesen Button, so gelangst Du zum Menü.
2. Der Glossar-Button: Klickst Du auf diesen Button, so gelangst Du ins Glossar.
3. Der Ende-Button: Willst Du das Programm verlassen, ist dieser Button der richtige.
4. Der Lernweg-Button: Klickst Du auf diesen Button, so öffnet sich ein Fenster und zeigt Dir die bisher angeschauten Seiten an (näheres dazu siehe Abschnitt 6).
5. Der Zurück-Button: Mit diesem Button kannst Du auf Deinem zuletzt beschrifteten Lernweg zurückgehen (näheres dazu siehe Abschnitt 5.1).
6. Der Vor-Button: Mit diesem Button kannst Du, nur wenn zuvor der Zurück-Button gedrückt wurde, die zurückgegangenen Seiten wieder vorblättern (näheres dazu siehe Abschnitt 5.1).

5.1 Zurück- und Vor-Button

Stell Dir vor, Du hast über verschiedene Buttons und die Bilder Informationen abgerufen. Du hast nacheinander z.B. eine erste Information, dann eine zweite bis zur fünften angefordert. Mit dem Zurück- und Vor-Button kannst Du in dieser Reihe nun stückchenweise hin- und herspringen, also wie im Bildbeispiel (unten) zur vierten und dritten Information - oder noch weiter - zurückspringen (roter Weg), um dann mit dem Vor-Button (blauer Weg) wieder zur vierten Information vorzugehen. Dazu mußt Du wissen, daß der Vor-Button erst aktiviert wird, wenn Du den Zurück-Button betätigt hast. Steuerst Du nun eine Information über einen anderen Weg an (nicht Button Zurück und Vor), wird der Vor-Button stillgelegt und über den Zurück-Button kannst Du jetzt den Weg 1 - 2 - 3 - 4 - 6 beschreiten.



Willst Du den ganzen Weg Deiner Informationssammlung betrachten, mußt Du den Lernweg aufrufen (folgender Abschnitt 6).

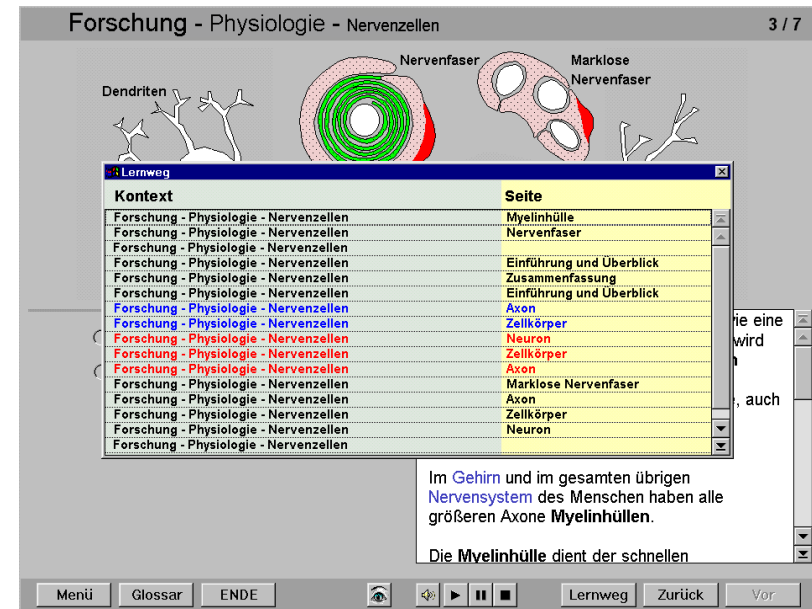
5.1 Die Audio-Tasten

Neben den beschrifteten Buttons gibt es noch eine Audio-Steuergruppe . Hier kannst Du die geschriebenen Texte abspielen, stoppen und pausieren lassen. Zusätzlich kannst Du mit dem linken Button die Lautstärke einstellen. Begibst Du Dich zum ersten Mal auf eine Seite, so wird automatisch der gesprochene Text gestartet. Gesprochenen Text gibt es nur zu den über die Bilder abgerufenen Informationen.

6 Der Lernweg

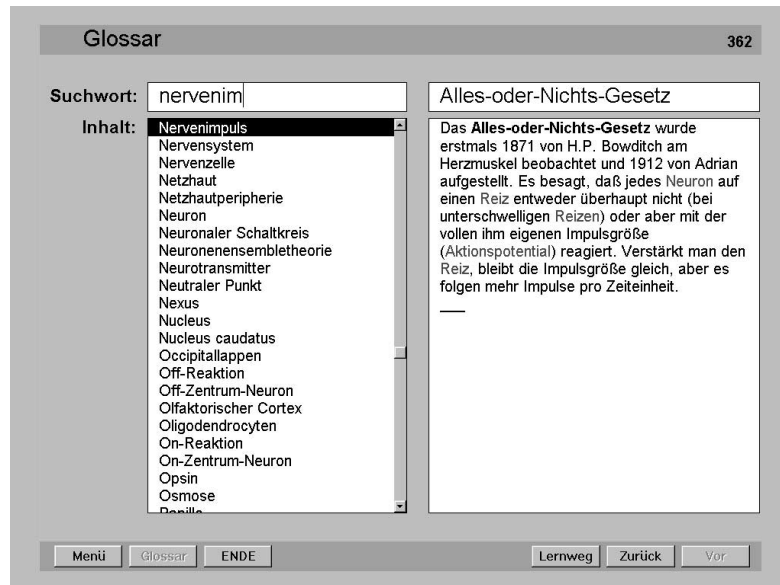
Klickst Du auf den Button "Lernweg" der Steuerleiste, öffnet sich ein Fenster mit den zuletzt angeschauten Seiten (maximal 50) mit Kontext und Seitennamen. Ganz oben in der Liste steht die soeben angeschaute Seite. Rot markiert sind die Seiten, die Du über den Zurück-Button erreicht hast, blau diejenigen, die Du über den Vor-Button annavigiert hast und schwarz, die Du über irgendeinen anderen Weg beschriftet hast.


Klickst Du in diesem Feld **doppelt** auf eine Zeile, so gelangst Du zu ihr, falls Du Dich nicht schon darauf befindest. Ansonsten schließt Du das Fenster über den Button . Dieser Button ist im Fenster rechts oben zu finden.



7 Das Glossar

Das Glossar besteht aus vier Feldern: (1) ein Suchfeld (kleines Feld links), in dem ein Begriff eingegeben werden kann, (2) ein Inhaltsfeld (großes Feld links), welches alle Begriffe des Glossars enthält, (3) ein Bezeichnungsfeld (kleines Feld rechts), welches den zuvor abgerufenen Begriff benennt, und (4) ein Erklärungsfeld, das die Erklärung zu dem abgerufenen Begriff präsentiert.



Wenn Du eine bestimmte Erklärung suchst, kannst Du einen Begriff in das Suchfeld eingeben. Mißlingt dies, klicke auf das Suchfeld und probiere es noch einmal. Im Inhaltsfeld wird zur ähnlichsten Stelle gesprungen, die schwarz unterlegt wird. Gibst Du im Suchfeld ein "Return" ein, so wird Dir die Erklärung zu dem Begriff präsentiert, welcher im Inhaltsfeld vorgeschlagen wurde. Der Begriff und die Erklärung werden in den rechten Feldern dargeboten. Du kannst auch die Einträge im Inhaltsfeld direkt anklicken. Für die Suche befindet sich am Inhaltsfeld ein Scrollbalken, mit dem Du das Feld auf und ab verschieben kannst. In diesem Feld kannst Du Dich auch durch die Pfeiltasten auf und ab bewegen und zur gewünschten Erklärung über die Returneingabe gelangen. Zwischen Suchfeld und Inhaltsfeld kann über die Tastatur gewechselt werden. Drücke dazu die Tabulatortaste .

Anhang F

Einige "Definitionen" von Multimedia

1. "Multimedia - unter diesem Begriff versteht man die Integration von Text, Graphik, Pixelbildern, Video und Audio" (Hornung, 1994, S. 2, zitiert nach Weidenmann, 1997, S. 65).
2. "Man versteht unter Multimedia üblicherweise ein kombiniertes Hard- und Softwaresystem, das neben Text und Standbild einige elementare Interaktionsmöglichkeiten und zumindest ein dynamisches Medium wie Ton, Animation oder Video bietet" (Hasebrook, 1995, S. 180).
3. "Multimedia ist eine Technologie, welche dem Nutzer die computerunterstützte Interaktion mit einem multiplen Mediensystem ermöglicht unter Einbezug einer Vielfalt von Präsentationsformen wie Daten, Text, Ton, Grafik, Animation, Standbild, Bewegtbild und Realzeit-Simulation in Cyberspace. (....) Das Neue an Multimedia ist die Schlüsselrolle des Personalcomputers oder der Workstation als integrierendem und steuerndem Zentrum sowie die Speicherung aller Präsentationsdaten in digitaler Form auf CD-Rom bzw. Festplatte. Erst der Computer in der Zentralposition ermöglicht die interaktive Verknüpfung mehrerer Präsentationsformen und ihrer Zeichensysteme auf einer einzigen Benutzeroberfläche; dabei kann der Nutzer den Ablauf der Multimedia-Anwendung einschließlich Realzeit-Simulation und virtueller Welten im Cyberspace interaktiv beeinflussen" (Issing, 1994, S. 267-268).
4. "Bei Multimedia handelt es sich im Kern um ein informationstechnisches Konzept, bei dem mit Hilfe eines leistungsfähigen Personalcomputers, von optischen Speichermedien (z.B. CD-Rom) und weiteren Hardwarekomponenten (z.B. Audioschnittstellen, Sound- und Grafikkarten) das Potential geschaffen wird, unterschiedliche Informationsarten wie Text, Stand- und Bewegtbild, Ton in einer kompakten Medienstation zu verbinden. Multimedia bezeichnet damit das informationstechnische Potential, Informationen unterschiedlichster Art nicht wie bisher über eine Vielzahl voluminöser Apparaturen, sondern über ein einziges Gerät darzustellen bzw. auf ihm abrufbereit zu halten. (....) Eine Begrenzung auf die infolge der neuen Speichertechnologien verbesserten Präsentationsmöglichkeiten von Informationen erscheint schon deshalb nicht angebracht, weil im Zusammenhang des Lehrens und Lernens die Informationsdarbietung nur einen Aspekt darstellt und insbesondere das gegenüber traditionellen Medien wie Buch oder Film für das Medium Computer bzw.

Lernsoftware hervorzuhebende Merkmal der Interaktivität vernachlässigt bliebe" (Euler, 1994, S. 292).

5. "Multimedia wird charakterisiert durch folgende Eigenschaften: Multimedialität (die Verknüpfung von zeitabhängigen und zeitunabhängigen Medien), Multimodalität (Multitasking, d.h. mehrere Prozesse laufen gleichzeitig ab, Parallelität - Medien werden parallel präsentiert - und Interaktivität - eine Interaktion findet statt). Diese technische Dimension des Multimedieverständnisses muß um die Dimension der Anwendung ergänzt werden. Multimedia ist ein Konzept, das technische und anwendungsbezogene Dimensionen integriert" (Issing & Klimsa, 1997, S. 486). Dieser Beitrag stammt wahrscheinlich von Klimsa, wegen der Übereinstimmungen zu den Inhalten seines Beitrages im Buch. "Unübersehbar ist aber auch, daß Multimedia erst durch die rechnergestützte Integration möglich wird" (Klimsa, 1997, S. 8).
6. "In the most common understanding of the term today, the fusion of computing with audio-visual technology is a fundamental attribute to multimedia. To appreciate the true potential of multimedia, it is perhaps most useful to reserve the term for computerbased programming which combines at least three of: text, data, audio, graphics, still picture, animation, moving pictures" (Ayre, Callaghan & Hoffos, 1993, S. 2, zitiert nach Fricke, 1997, S. 403).
7. "Multimedia bezeichnet das Zusammenspiel aller derzeit verfügbaren elektronischen Datenträger für Bild- und Toninformationen in der Information, Aus- und Weiterbildung und Unterhaltung. Der Anwender ist aktiv beteiligt und kann den Ablauf nach seinen Wünschen gestalten" (Börner & Schnellhardt, 1992, S. 18, zitiert nach Fricke, 1997, S. 403).
8. "Multimedia wird vor allem als Oberbegriff für eine Vielzahl von neuartigen Produkten und Diensten aus dem Computer-, Telekommunikations- und Medienbereich verwendet. Diese Produkte und Dienstleistungen haben im wesentlichen drei gemeinsame Merkmale:
 - Die Möglichkeit der interaktiven Nutzung, d.h. der Nutzer ist nicht nur ausschließlich Empfänger, sondern kann selbst durch die Verwendung entsprechender Rückkanäle Inhalte bzw. Aktionen auslösen,
 - die integrative Verwendung verschiedener Medientypen, d.h. dynamische (Video- und Audiosequenzen) werden mit statischen (z.B. Text und Daten) Medien kombiniert,
 - sowie als Basis der Anwendung die digitale Technik, die sowohl die Speicherung als auch die spätere Bearbeitung der Daten, die den verschiedenen Medien zugrunde liegen, zum Teil auch durch den Einsatz von Kompressionsverfahren entscheidend vereinfacht

bzw. überhaupt erst ermöglicht" (Goedhart & Künstner, 1995, S. 27, zitiert nach Bauer, 1997, S. 378).

9. "Multimedia ist die Mischung unterschiedlichster statischer und dynamischer Medien zur Informationsdarstellung, also die beliebige Verknüpfung von digitalisiertem Text, Grafik, Musik, Sprache, Bild, Animation, Film und Video und deren audio-visuelle, interaktive Wiedergabe in Verbindung mit einem Softwareprogramm" (Förster & Zwernemann, 1993, S. 10).

Anhang G

Instruktion

1. Du sollst den gesamten Inhalt lernen!
2. Dabei bist Du frei, welche Inhalte Du zuerst durcharbeitest!
3. Du kannst so lange lernen, wie Du willst!
4. Du kannst Pausen machen. Dazu gehe bitte auf die Menüseite (zu Einstein) und klicke auf den Pause-Knopf. Dieser befindet sich nur auf dieser Seite. Daraufhin erscheint ein Pausenbildschirm. Durch einen einfachen Mausklick auf den Knopf „Pause beenden“ kommst Du wieder ins Menü zurück.
5. Du kannst Dir Notizen machen, wenn Du willst!
6. Beachte die Anzahl der Informationseinheiten, die Du abrufen kannst (Zahlen in der Kontextleiste), damit Du keine Information verpaßt.
- 7.1. Wenn Du zum ersten Mal die Information über
 - die rechteckigen Einheiten der Inhaltsverzeichnisse abrufst,
 - die Bilder abrufst,startet automatisch gesprochener Text. Dieser nennt kurz die Einheit, die Du gerade aufgerufen hast. Beim zweiten Besuch der Information wird kein Audio mehr abgespielt.
- 7.2. Wenn Du zum ersten Mal die Information über
 - die rechteckigen Einheiten der Inhaltsverzeichnisse abrufst,
 - die Bilder abrufst,startet automatisch der gesprochene Text. Dieser stimmt mit dem geschriebenen Text überein. Beim nochmaligen Besuch der Seite muß Du die gesprochene Sprache selbst über die Audio-Tasten starten.
8. Du kannst die Lautstärke der gesprochenen Sprache so einstellen, daß Du sie gut hören kannst. Drehe die Lautstärke **nicht** ab. Du sollst mit der gesprochenen Sprache lernen.
9. Wenn Du alle Inhaltsbereiche durchgearbeitet hast, drücke auf den ENDE-Knopf. Anschließend kannst Du den Fragebogen und den Wissenstest ohne Deine Aufzeichnungen ausfüllen.