

FORMEN DER ADAPTION  
IN EINEM COMPUTERGESTÜTZTEN LEHRSYSTEM

ENTWICKLUNG UND EVALUATION EINES  
PARTIELL ADAPTIVEN PROGRAMMS  
FÜR REHA-PATIENTEN

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades  
der Philosophischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
vorgelegt von

Franziska Uhing

Kiel  
(2004)

Erstgutachter: Prof. Dr. J. Petersen  
Zweitgutachter: Prof. Dr. P. Kroppe  
Tag der mündlichen Prüfung: 17.11.2004  
Durch den zweiten Prodekan, Prof. Dr. Nübler  
Zum Druck genehmigt am: 28.01.2005



## Inhaltsverzeichnis

<b>0. Einleitung</b> .....	1
0.1 Problem .....	1
0.2 Zielsetzung und Fragestellung .....	2
0.3 Vorgehen .....	3
<b>1 Rahmenbedingungen</b> .....	5
1.1 Computergestütztes Lernen .....	5
1.1.1 Computergestützte Lernsysteme .....	5
1.1.2 Geschichtliche Entwicklung computergestützter Instruktion .....	8
1.2 Multimedia .....	13
1.2.1 Definitionsansätze .....	13
1.2.2 Lernen mit Multimedia .....	18
1.3 Interaktivität .....	20
1.3.1 Begriffsklärung .....	20
1.3.2 Interaktionsketten .....	20
1.3.3 Funktionen von Interaktivität .....	21
1.3.4 Die Rolle des Nutzers .....	22
1.3.5 Kommunikation und Handlungsschemata .....	22
1.3.6 Verschiedene Ausprägungen von Interaktivität .....	22
<b>2. Analyse der Problemlage: Teil I</b> .....	24
2.1 Phänomenologie von Adaption zwischen Lehrer und Lerner .....	24
2.1.1 Zum methodischen Ansatz .....	24
2.1.2 Phänomenologie von Lehr-Lernsituationen .....	27
2.2 Modelle von Adaptionsleistungen im Vergleich .....	54
2.2.1 Modell menschlicher Adaptionsleistungen .....	54
2.2.2 Modell technischer Adaptionsleistungen .....	58
2.2.3 Adaptive Elemente beider Modelle .....	59
2.3 Zusammenfassung .....	62

<b>3. Analyse der Problemlage: Teil II</b> .....	64
3.1 Differenzierung .....	64
3.1.1 Modelle zur Binnendifferenzierung .....	66
3.1.2 Fazit: Anforderungen an die Software .....	68
3.2 Lernerkontrolle .....	70
3.3 Steuerung und Regelung .....	71
3.4 Adaption und Intelligenz .....	74
3.5 ATI-Forschung .....	75
3.6 Adoptionsmodelle .....	77
3.6.1 Der Adoptionsbegriff .....	78
3.6.2 Modelle adaptiver Methoden .....	79
3.7 Dimensionen von Adaption .....	84
3.7.1 Dimensionen nach Leutner .....	84
3.7.2 Dimensionen nach Specht .....	89
3.8 Aktuelle Forschung .....	109
3.8.1 Überblick .....	109
3.8.2 Formen adaptiver Navigationsunterstützung in hypermedialen Lehrsystemen .....	110
3.8.3 Beispiel Adaption an kognitive Stile .....	112
3.9 Zusammenfassung .....	118
<b>4. Analyse der Voraussetzungen</b> .....	120
4.1 Umsetzbarkeit der Adoptionsmaßnahme aus technischer Sicht .....	121
4.1.1 Zeitfaktor .....	121
4.1.2 Personelle Voraussetzungen .....	121
4.2 Akzeptable Funktionalität .....	123
4.2.1 Akzeptanz der Diagnosemaßnahme .....	123
4.2.2 Akzeptanz der Inhalte .....	123
4.3 Die Faktoren der Anwendung .....	124
4.3.1 Lernziel .....	124
4.3.2 Homogenität der Zielgruppe .....	124
4.4 Zusammenfassung .....	124

<b>5. Entwicklung eines partiell adaptiven Lernprogramms</b> .....	125
5.1 Aus der Problemanalyse erwachsenes theoretisches Konstrukt.....	125
5.1.1 Kriterien: Woran wird angepasst.....	125
5.1.2 Multiple Stereotypisierung: Wie wird angepasst? .....	130
5.2 Mediendidaktisch-instruktionspsychologische Begründung der Maßnahme .....	132
5.2.1 Kriterium Motivation .....	132
5.2.2 Vorwissen.....	133
5.3 Unterscheidung der Maßnahme von existenten Modellen.....	134
5.4 Das Programm Digifit .....	135
5.4.1 Warum ein Reha-Programm.....	136
5.4.2 Inhalt.....	136
5.4.3 Diagnoseeinheit .....	137
5.5. Analyse der Nutzergruppe.....	138
5.5.1 Vorüberlegungen zum Lernermodell für Digifit.....	138
5.5.2 Erfassen erfolgsrelevanter Parameter.....	139
5.5.3 Messen der Parameter - Profilbildung.....	141
5.6 Der Anpassungsvorgang .....	147
5.6.1 Konzeption des Adaptionprozesses .....	147
5.6.2 Adaptionmittel .....	151
5.7 Zusammenfassung.....	161
5.8 Diskussion .....	162
<b>6. Evaluation</b> .....	164
6.1 Untersuchungsziel .....	164
6.1.1 Grundüberlegungen und resultierende Annahmen.....	164
6.1.2 Annahmen zur Akzeptanz .....	166
6.1.3 Annahmen zur Effektivität .....	166
6.2 Theoretischer Rahmen.....	167
6.2.1 Form der Evaluation.....	167
6.2.2 Evaluationsmethode .....	169
6.2.3 Untersuchungsgegenstand.....	171
6.3 Methode.....	171
6.3.1 Untersuchungskriterien .....	172
6.3.2 Der Untersuchungsaufbau .....	178

6.3.3 Validität.....	182
6.3.4. Zusatzevaluation.....	185
6.4 Ergebnisse .....	186
6.4.1 Akzeptanzevaluation .....	186
6.4.2 Lernerfolgskontrolle.....	199
6.4.3 Differenzierung nach Typen.....	208
6.4.4 Gesamtmaße im Vergleich.....	209
6.4.5 Zusammenhänge.....	212
6.4.6 Aussagen im Debriefing.....	214
6.4.7 Zusatzevaluation.....	214
6.5 Diskussion der Methode.....	215
6.5.1 Probandenauswahl.....	215
6.5.2 Fragebogen .....	217
6.5.3 Verfahren.....	218
6.5.4. Auswertung der Fragen .....	218
6.6 Zusammenfassung .....	218
6.6.1 Allgemein .....	218
6.6.2 Die Ergebnisse der Akzeptanzevaluation.....	219
6.6.3 Die Ergebnisse der Lernerfolgskontrolle .....	220
<b>7. Schluss</b> .....	<b>222</b>
<b>8. Ausblick</b> .....	<b>225</b>
8.1 Evaluation mit veränderten Parametern .....	225
8.2 Umgestaltung der Adaptionenmittel.....	226
8.3 Untersuchung zur Übertragbarkeit der Methode.....	227
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>228</b>
Abkürzungsverzeichnis.....	i
Abbildungsverzeichnis.....	iii
Tabellenverzeichnis.....	v
Verzeichnis über Programme und Lernumgebungen.....	vi
<b>Anhang</b>	

## **0. Einleitung**

### **0.1 Problem**

Computergestütztes Lernen hat sich seit Ende der 80-er Jahre mit der Entwicklung von PCs zu multimedialen Arbeitsgeräten als ergänzende Lehrform etabliert. Mit den Vorzügen der Orts- und Zeitunabhängigkeit bei einem vielfältigen medialen Darstellungsrepertoire erhält es eine stetig wachsende Bedeutung in der betrieblichen wie auch schulischen oder privaten Aus- und Weiterbildung.

Um den gesetzten Zielen entsprechen zu können, muss die Software nicht nur themenbezogen adäquat sein, sondern auch den individuellen Bedürfnissen einzelner Lerner genügen. Das Problem besteht darin, dass ein Programm mit einem Inhalt für unterschiedliche Lerner nutzbar sein soll. Ein solches Programm hat aber nicht die Eigenschaften eines menschlichen Lehrers, der über Diagnosefähigkeiten verfügt, der lernfähig, flexibel, spontan und kreativ ist. Ein Lehrer kann Signale interpretieren und sein instruktives Vorgehen gezielt anpassen. Beim Computerprogramm können Lehrmethoden nur bedingt verändert werden, abhängig von Regeln, die diese Veränderungen steuern.

Ein Lösungsansatz zur Überbrückung der Kluft zwischen individuell unterschiedlichen Fähigkeiten und Leistungsbereitschaft einerseits und einem breit angelegtem Kurs andererseits ist die Verbindung mit einer intelligenten Komponente in Form eines menschlichen Tutors. Bewertungen und Entscheidungen über Lernfortschritt und Wiederholungsbedarf des Lerners werden vom Tutor, Lehrer, Trainer oder Coach übernommen, um dadurch ein Lehrangebot zielgerichtet zu nutzen. Vergleichbar verhält es sich bei Hybriden Lehrveranstaltungen. Indem ein Software-Kurs durch Präsenzveranstaltungen ergänzt wird, erhalten Lerner auch hier die Möglichkeit einer individuellen Instruktion, und zwar durch Interaktion mit der intelligenten Komponente „Lehrer“.



Wenn aber kein Lehrer in das Geschehen eingreifen kann, muss stets entweder die Steuerung durch den Lerner selbst übernommen werden oder die Lektion passend für ihn programmiert sein. Aus Sicht des Herstellungsaufwandes scheint die Lösung, eine offene Hypermedia-Struktur anzubieten, am besten geeignet. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass das Selbst-Steuern Energie und Konzentration des Nutzers erfordert, die dann wiederum weniger auf den Lernprozess selbst gerichtet sein können. Dieses Phänomen des „cognitive overload“, einer kognitiven Überlastung, gehört zu den wesentlichen Kritikpunkten an offenen Strukturen und Optionenvielfalt.

Daher besteht die Forderung nach einer adäquaten Möglichkeit, computergestützte Lehranwendungen so zu gestalten, dass weder Lerner selbst noch externe Tutoren mit dem Adaptieren des Lehrmaterials befasst sind, dass aber dennoch eine bestmögliche Anpassung an die Bedürfnisse des Lerners möglich ist, und zwar in einem technisch unaufwändigen, wirtschaftlich praxisnahen Vorgaben<sup>1</sup> entsprechenden Rahmen.

## **0.2 Zielsetzung und Fragestellung**

Ziel dieser Arbeit ist es, ein Adaptionsschema zu finden, das die Individualisierung computergestützter Lernumgebungen ermöglicht, ohne den Lerner zu überfordern.

Die Fragestellung lautet:

- Gibt es eine Möglichkeit, ein Programm mit realistischen Mitteln hinsichtlich des Entwicklungsaufwandes anpassbar zu gestalten, so dass die Methode für die Lerner akzeptabel und effizient ist?

Das heißt konkret:

- Führt der Ansatz zum Lernerfolg?
- Wird die Lösung von den Nutzern akzeptiert?

---

<sup>1</sup> bezogen auf durchschnittliche Medienagenturen oder Verlage, zu unterscheiden von großen Forschungsaufträgen, bei denen andere finanzielle und zeitliche Möglichkeiten gegeben sein können.

### 0.3 Vorgehen

Zur Beantwortung dieser Fragen wird zunächst ein theoretisches Adoptionsmodell entwickelt, das universell als Grundlage für adaptive Lehrsoftware genutzt werden kann. In einem zweiten Schritt wird eine Beispielanwendung zum Thema *Rückengesundheit für Rehabilitationspatienten* gestaltet, die auf diesem Modell basiert. Das Programm wird implementiert, und in einem vierten Schritt wird im Zusammenhang mit dem praktischen Einsatz evaluiert, ob die Maßnahme lernförderlich ist, indem die Nutzer auf Akzeptanz und Lernerfolg getestet werden.

Detailliert gliedern sich die Kapitel wie folgt: Im theoretischen Teil der Arbeit (Kap.1) werden zunächst die Rahmenbedingungen erläutert, sodann wird eine Analyse zur Problemlage vorgenommen (Kap. 2). In einer phänomenologischen Annäherung werden die Eigenheiten der Adaptionsvorgänge in Lehr-Lernsituationen untersucht, woraus eine Theorie über Anpassungsvorgänge in unterrichtlichen Situationen im Allgemeinen abgeleitet wird. Diese umfasst Prozesse der Wahrnehmung, Informationsverarbeitung, Plangenerierung und Reaktionsmöglichkeiten. (vgl. Kap. 2.2).

Nach der eigenen Analyse werden im dritten Kapitel unterschiedliche Ansätze aus der Forschungsliteratur zu individualisierter Lehre vorgestellt. Begonnen wird mit einer Beschreibung von existierenden Theorien der Differenzierung im schulischen Bereich über Aussagen zu Lernerkontrolle, Steuerung und Regelung von Lernprozessen, Adaption und Intelligenz bis zur ATI-Forschung.

Die existierenden Theorien im Forschungsfeld um Adaption (vgl. Kap. 3.3) werden in der Form unterschiedlicher Adaptionsmodelle dargestellt, außerdem werden Versuche der Kategorisierung in Form von Dimensionen präsentiert. Diese bilden das Grundraster für die Einordnung der eigenen Theorie.

Für den eigenen Ansatz folgt zunächst eine Analyse der Voraussetzungen für die Erstellung und die Anwendung (Kap. 4). Die in der Zielsetzung beschriebene Maßgabe verlangt, dass das theoretische Modell einfach umsetzbar ist. Daher spielen technischer Rahmen, Nutzergruppe und Lernziel eine entscheidende Rolle. Aus der Analyse der Problemlage, den existierenden theoretischen Modellen und den Voraussetzungen wird ein eigenes theoretisches Konstrukt abgeleitet. Dieses Konstrukt beschreibt ein

Adaptionsmodell, das den Anspruch erhebt, als Schema für unterschiedliche Kontexte anwendbar zu sein. Das Modell bezieht sich auf Formen der Anpassung von Lerninhalten und Verfahren der Stereotypenbildung, es wurde zu einer eigenen Form mit der Bezeichnung „*multiple Stereotypisierung*“ weiterentwickelt. Die Nutzermodellierung geschieht durch das Verfahren der Befragung und Interpretation. Der Zweck dieser Anpassung besteht in der Unterstützung von unerfahreneren Lernern und in der Kompensation bestimmter Lernereigenschaften.

Nach der Modellierung der generellen Struktur ergeben sich bei der Konkretisierung die Fragen, an welche Eigenschaften das Programm oder der Inhalt angepasst werden soll und auf welche Weise das geschieht. Im Kapitel (5.4) zeigen Beschreibungen und Screenshots das Verfahren am konkreten Beispiel.

Das Modell wurde entwickelt, weil ein einfaches aber universell taugliches Schema zur Anpassung computergestützter Instruktion gesucht wurde. Angenommen wird, dass diese Methode der *multiplen Stereotypisierung* ein geeignetes Verfahren der Adaption beim computergestützten Lernen ist, das sich durch gesteigerte Akzeptanz und erhöhten Lernerfolg auszeichnet. Zur konkreten Auswertung werden diese Annahmen im sechsten Kapitel detailliert formuliert (Kap 6.1.). Um diese Annahmen zu überprüfen, wurde eine Evaluation mittels Befragung durchgeführt. Die Implementation erfolgte im Klinikum Holsteinische Schweiz in Malente im Rahmen der Patientenschulung mit anschließender Befragung zur Datenerhebung.

Die aggregierten Daten sind im Kapitel 6.4. aufgeführt und werden im Anschluss durch Plausibilitätsüberlegungen den Annahmen gegenüber gestellt. Als Ergebnis folgt im Kapitel 6.6 eine Gegenüberstellung der Annahmeprüfung mit der Theorie, dem zuvor entwickelten Adaptionsmodell.

Im Schlussteil (Kap.7) werden die Ergebnisse zusammengefasst und im Hinblick auf den Erkenntnisfortschritt kritisch bewertet. Die anfangs gestellte Frage nach den Möglichkeiten der Adaption in computergestützten Lernsystemen unter den hier postulierten Bedingungen wird beantwortet. Im Anschluss gibt das achte Kapitel einen Ausblick auf weitere Forschungsperspektiven.

## **1. Rahmenbedingungen**

### **1.1 Computergestütztes Lernen**

#### 1.1.1 Computergestützte Lernsysteme

##### 1.1.1.1 Begrifflichkeiten

Das begriffliche Spektrum um computergestütztes Lernen ist umfangreich und nicht immer präzise. Termini reichen von Computer Based Training (CBT), Computer Assisted Instruction (CAI), Web Based Training (WBT), E-Learning, Distance Learning, Blended Learning im englischsprachigen und computergestütztes Lernen, computerunterstützter Unterricht (bezogen auf Schule), computerunterstützte Instruktion und (Computer-)Lernprogramme, um einige Beispiele aus dem deutschsprachigen Bereich zu benennen.

Die Bezeichnung „System“ bezieht sich auf die zugrunde liegenden Hard- und Softwarekomponenten. Darunter sind zum einen Ein- und Ausgabegeräte sowie Speichereinheiten zu verstehen, mit deren Hilfe Information auf unterschiedlichen Kanälen und in unterschiedlichen Modalformen transportiert werden kann. Eine weitere Unterscheidung trennt Multimedia-Systeme und Hypermedia-Systeme, wobei letztere vor allem durch ihre nicht-lineare Struktur gekennzeichnet sind (vgl. NIEGEMANN 1994).

##### 1.1.1.2 Formen computergestützter Lernsysteme

Aus struktureller und aus didaktischer Sicht lassen sich einige Grundkategorien definieren, wobei Programme in der Praxis oft Mischformen mit mehreren unterschiedlichen Merkmalen sind.

Neben den klassischen multimedialen Lernprogrammen auf CD-ROM, häufig abgekürzt durch CBT für „Computer Based Training“, bei dem das Computersystem die Aufgabe hat, Information zu übermitteln und Lernprozesse zu steuern, existiert und verbreitet

sich zunehmend die Form Webbasierter Lehrsysteme, WBT. (vgl. DITTLER 2002, S. 17f.) Bei dieser Form erhält der Computer bzw. das Netz zusätzlich die Rolle eines Mittlers von Information, die zwischen zwei oder mehr Lernenden ausgetauscht werden kann. In der Aus- und Weiterbildung tragen kooperative Lernformen dazu bei, dass Lerner auf diesem Wege durch Austausch von Informationen und gemeinsames Lösen von Aufgaben eigenes Wissen aktiv konstruieren.

Hypermedia wiederum beschreibt Strukturmerkmale, die in Online- wie in Offlineversionen vorkommen können, wobei es aussagt, dass Informationen innerhalb eines Systems netzartig angeordnet und verknüpft werden.

Als erweiterte Form des WBT bieten Lernportale im Internet heute eine Reihe an Optionen, die dem computergestützten Lernen noch vielseitigere Komponenten verleihen.

Neben klassischen Kursen gibt es Anknüpfungen an Wissensdatenbanken, Kommunikationsmöglichkeiten durch Email, Chat (synchron oder asynchron) oder auditive Konferenzformen. Darüber hinaus werden Coaching-Funktionen angeboten, so dass Lernende einen persönlichen Lernberater oder Trainer in Anspruch nehmen können. Ein besonderer Gewinn in dieser Form besteht außerdem in der Möglichkeit, von dem Wissen und Erfahrungen anderer zu profitieren, indem FAQs<sup>1</sup>, Praxisberichte und Empfehlungen abgelegt, geordnet und genutzt werden können.

Eine weitere Stufe des computergestützten Lernens sind virtuelle Seminare, die synchron aber ortsunabhängig per Videokonferenz gehalten werden. Ein Trainer präsentiert Lehrinhalte vor der Webcam, während die Lerner sein Video plus bestimmte Inhalte auf dem Bildschirm verfolgen und ggf. mitarbeiten können. Die Universität Bremen liefert beispielsweise einige Vorlesungen als virtuelle Seminare, bei denen auf dem Bildschirm das Video des Lehrenden sowie die Folien als Präsentationsdatei angezeigt werden.

Eine andere Möglichkeit, die Vorzüge der Präsenzveranstaltung beizubehalten, ist das Blended Learning, eine Hybridform aus klassischem Seminar und computergestütztem Lernen, wobei unterschiedliche Strukturen und Funktionen möglich sind.<sup>2</sup>

Eine relativ neue technische Kategorie ist das Mobile Learning, bei dem Kurse über Notebook, neuerdings auch über PDA oder Mobiltelefon geladen und genutzt werden

---

<sup>1</sup> Frequently Asked Questions, häufig gestellte Fragen und deren Antworten.

<sup>2</sup> Zum Beispiel in der Medienpädagogik der Universität Kiel praktiziert.

können. Die Struktur der Lehrinhalte muss dabei den technischen Eigenheiten der Empfangsgeräte (Größe, Speicherkapazität, Bedienbarkeit, Nutzungsorte) angepasst werden.

Zur Systematisierung der Formen computergestützten Lernens nach didaktischen und funktionalen Prinzipien folgt ein kurzer Überblick, da diese Inhalte als hinreichend bekannt angenommen werden können. Ausführlichere Beschreibungen dieser Kategorien finden sich beispielsweise bei NIEGEMANN (1982) UND NIEGEMANN et.al. (2004), EULER (1992), SCHULMEISTER (1997).

Eine weit verbreitete Form sind die auf behavioristischer Basis basierenden Drill & Practice-Programme, auch als Übungsprogramme bezeichnet. Sie sind in der Weise *Übungsaufgabe – Eingabe einer Antwort – Rückmeldung* aufgebaut und kommen zum Beispiel bei Vokabeltrainern zum Einsatz. Drill&Practice-Programme setzen voraus, dass Inhalte bereits zuvor gelernt wurden.

Tutorielle Systeme hingegen dienen nicht nur dem Üben sondern auch dem Vermitteln von Inhalten, wobei der Computer eine Tutorfunktion übernehmen soll.<sup>3</sup> Die Stoffvermittlung geschieht durch schriftliche, bildliche und auditive Darbietung von Informationen, ergänzt durch steuernde Anweisungen.

Anders verhält es sich in Simulationen, die ihrem Anspruch nach das Wissen nicht explizit vermitteln, sondern eine systemische Handlungsumgebung anbieten, in der ein modellhaftes Abbild von der Realität als Erfahrungsraum für den Lerner zur Verfügung steht. Der Lerner kann in das Geschehen eingreifen, Parameter verstellen und Entscheidungen treffen, deren Ergebnisse durch das System simuliert werden. Diese Form bietet sich vor allem für Inhalte an, die durch entdeckendes Lernen am besten zu erfassen sind oder wenn bestimmte Handlungsstrategien erworben werden sollen.

Explizites Wissen findet sich gespeichert in Expertensystemen, die über einen Schatz an Daten und Regeln zu deren Verknüpfung verfügen und auf diese Weise quasi Expertenwissen simulieren. Sie dienen der Wissensabfrage durch den Nutzer.

Eine Verbindung von Expertensystem und tutoriellem System sind Intelligente Tutorielle Systeme (ITS), die aus Wissensbasis, Kommunikationsmodul, Lernermodul und tutoriellem Modul bestehen. Das Besondere an dieser Gattung ist, dass Informationen

---

<sup>3</sup> Was je nach Verständnis von dem Begriff *Tutor* mehr oder weniger leistbar ist.

über den Lerner sukzessiv gesammelt und dass Lehrmaßnahmen dynamisch gewählt werden. Die Bezeichnung mit „Intelligent“ bezieht sich auf die enthaltene Künstliche Intelligenz, die für die Verarbeitung der Lernerdaten und die Entscheidungen verantwortlich ist.

Sofern keine künstliche Intelligenz vorhanden ist, aber dennoch spezielle Anpassung an den Lerner vorgenommen werden kann, spricht man von Adaptiven Tutoriellen Systemen (ATS).

Die adaptive Komponente gibt es auch in hypermedialen Lernsystemen. Mit der Feststellung, dass Hypermedia nicht unbedingt für alle Lerner gleich effektiv ist, entwickelten Programmautoren wie BRUSILOVSKI (2001) Adaptive Hypermediale Systeme.

### 1.1.2 Geschichtliche Entwicklung computergestützter Instruktion

Die historischen Wurzeln der computerunterstützten Instruktion reichen, je nach Definition, zurück in das Jahr 1588, als Agostino Ramelli das Leserad erfand (vgl. NIEGEMANN et al. 2004, S. 3). Die auf THORNDIKES „Effektgesetz“ basierende Buchstabiermaschine von AIKEN wurde im Jahre 1911 präsentiert. Unter den darauf folgenden entwickelten „Übungsmaschinen“ fanden sich auch PRESSEYS Lehrmaschinen aus den 1920er Jahren. An diesen Prinzipien orientierten sich Entwickler der programmierten Unterweisung (PU), die ihre Lehrschritte unmittelbar an SKINNERS (1938) operanter Konditionierung ausrichteten. So entstanden in den 1960er Jahren einfache Lehrmaschinen, die Lehrstoff in kleinen Schritten darboten und so durch Verstärkung gezielt die Formung von Verhalten bedingten. Im Gegensatz zu SKINNERS linearen Programmen sah CROWDER Verzweigungen vor, die dem Lerner Möglichkeiten boten, unterschiedliche Lernwege zu wählen und aus Fehlern zu lernen, so dass eine weitere Form der Individualisierung geboten wurde. Nachdem Mitte der 1960er Jahre das Interesse an computergestützter Instruktion zugunsten anderer Themen zurückging, startete die National Science Foundation (NSF) der USA zwei Großprojekte mit dem Ziel, die Effektivität computerunterstützter Instruktion nachzuweisen (O`SHEA&SELF, 1986): Die Projekte TICCIT und PLATO.

*Time-shared Interactive Computer Controlled Information Television* (TICCIT) verwendete teilweise Fernsehfilme als Informationsmittler und war ausgestattet mit entsprechender Hard- und Software, die gewisse regelbasierte didaktische Prozeduren vorsah. Die Hardwareausstattung enthielt je Lernplatz einen Farbmonitor mit Lautsprecher, eine besondere Tastatur, einen Lichtgriffel und ein Videoabspielgerät. Das System wurde von einem Standard-Minicomputer gesteuert, der jeweils bis zu 128 Terminals bedienen konnte (vgl. NIEGEMANN et al. 2004).

TICCIT ermöglichte selbstgesteuertes Lernen, basierend auf einer Reihe an Funktionstasten, die außer der Navigation auch Funktionen wie *Aufrufen einer Regel*, *Aufrufen eines Lernzieles* oder *Aufrufen von Lösungshinweisen* enthielt. Das Programm wurde an zwei Colleges mit den Inhalten Mathematik und englischer Aufsatz eingesetzt. Bei der Evaluation fiel auf, dass die aufgewiesenen Nachteile hauptsächlich mit mangelnder Vertrautheit der Anwendung zusammenhingen. Insgesamt konnte der Computer als wirksames Hilfsmittel für den Unterricht eingestuft werden.

Das Großprojekt PLATO, *Programmed Logic for Automatic Teaching Operation*, bestand in der Version IV aus 950 Terminals an ca. 140 verschiedenen Orten und verfügte über ca. 9000 Stunden Unterrichtsmaterial. Mit einer offenen Systemarchitektur unterschied es sich (vgl. Niegemann et al. 2004, S. 11) von TICCIT im didaktischen Ansatz. Zur Systemsteuerung wurde ein Großrechner eingesetzt. Die Arbeitsstationen bestanden aus einem Plasmabildschirm und einer Tastatur, wobei der transparente Bildschirm durch Rückprojektion neben den Texten und Graphiken Dias anzeigen konnte und ansatzweise wie ein Touchscreen<sup>4</sup> funktionierte. Die Evaluation des Systems ergab, dass der computerunterstützte Unterricht weder besser noch schlechter zu bewerten war, als herkömmlicher Unterricht.

Die Lehrautomaten in Deutschland, ROBBIMAT 0, GEROMAT III und BACCALAU-REUS waren ähnlich wie Sprachlabors aufgebaut und dienten der Gruppenschulung. Lerner wurden mit Kopfhörern ausgestattet und erhielten visuelle Informationen hauptsächlich per Diaprojektion. GEROMAT enthielt bereits einen Rechner zur Steuerung der Lernschritte, die unter anderem das Lösen von Auswahlantworten umfassten.

---

<sup>4</sup> berührungssensitiver Bildschirm



Teilt man die Entwicklung computergestützter Lehrsysteme in Phasen<sup>5</sup>, dann umfasst die erste Phase (1950 bis 1975) die zweite Generation der Großrechner, die hauptsächlich in Universitäten und Großforschungseinrichtungen eingesetzt wurden. Die lernpsychologischen Grundlagen nach SKINNER waren Muster für die Lehralgorithmen. Erst Mitte der 60er Jahre wurden speziell für die programmierte Unterweisung entwickelte Programmiersprachen mit multimedialer (Tonband, Diaserien, Microfiches) Peripherie eingesetzt. Ein Beispiel hierfür ist die Rechenanlage IBM 1500 mit der Programmiersprache COURSEWRITER und 32 Terminalanschlüssen (vgl. hierzu BODENDORF 1990).

Ende der 1960er Jahre entstanden zwei Forschungseinrichtungen zur Förderung unterrichtstechnologischer Forschung. Dies waren einmal das bildungstechnologische Zentrum in Wiesbaden und das „Forschungs- und Entwicklungszentrum für objektivierte Lehr- und Lernverfahren“ (FeoLL) in Paderborn, in deren Kontext von 1971 bis 1975 eine vergleichende Evaluationsstudie des computergesteuerten Parallelunterrichts mit programmiertem Einzel-Unterricht in Buchform durchgeführt wurde. Die Ergebnisse der Studien zeigten keine Vorteile des computergestützten Lernens gegenüber dem programmierten Lernen in Buchform. Die vermuteten motivationalen Effekte beim Lernen mit computergesteuerten Lernsystemen bei den Lernenden treten ebenfalls nicht ein (vgl. hierzu KRAUSE/SAGEDER 1975).

In den Jahren 1975 bis 1982 kam die zweite Phase, die vor allem durch Mikroelektronik und kognitive Psychologie gekennzeichnet ist. Die rasante Entwicklung der Mikroelektronik seit Ende der siebziger Jahre veränderte die Möglichkeiten zur computergestützten Instruktion entscheidend. Mit der Einführung der Personal Computers (PC) (erste Modelle ab 1977) und der Markteinführung des IBM-PC mit dem Standard Betriebssystem MS-DOS (Ab 1982) wurden die Rechner, vergleicht man diese einmal mit den Großrechenanlagen der ersten Phase, mobil und vielseitig einsetzbar. Mit den verhältnismäßig preiswerten und an Rechenkapazität leistungsstärkeren Personalcomputern waren die Voraussetzungen zur Gestaltung computergestützter Kurse weitaus idealer, zumal die Rechner bereits ansatzweise multi-media-fähig waren.

Durch den Umstand, dass die Computer ab diesem Zeitpunkt für jedermann zugänglich waren und mit der Entwicklung von Autorensprachen, die das aufwändige Programmie-

---

<sup>5</sup> Vorlesungsskript Prof. Dr. J. Petersen, unveröffentlicht

ren umgänglich machten, verbreiteten sich Anwendungen unterschiedlicher Fachrichtungen mehr und mehr am Markt, wobei jedoch immer noch der Einsatz in naturwissenschaftlichen, mathematischen und technischen Lernzusammenhängen dominierte (vgl. SEIDEL & LIPSMEIER 1989).

Gleichzeitig fand in der psychologischen Forschung die Wende zu kognitiven Ansätzen statt, und damit einhergehend versuchte man, das Lernen in seinen declarativen und proceduralen Elementen strukturell abzubilden und für eine Umsetzung (Nachbildung) in Lern-Programm-Strukturen zu nutzen (vgl. KLUWE 1979; MANDL & HRON 1989; MANDL 1990). Mit der Feststellung, dass Computerprogramme nicht in der Lage sind, ganzheitliches Lernen zu ermöglichen, verlegte man sich teilweise auf Computer-Managed-Instruction (CMI), um die Steuerungsmöglichkeiten des Computers weiter zur Instruktion zu nutzen, aber zugleich auf vielfältige Quellen aus der realen Welt (außerhalb des Computers) zurückzugreifen.

Die dritte Phase, ab 1982 bis etwa Mitte der 1990er Jahre, ist geprägt durch die Forschung im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI-Forschung) mit dem Ziel, dass Computer eigenständig nach logischen Verfahren Informationen verarbeiten und zu einem intelligenten Dialog mit dem Benutzer fähig sind. Wie im oberen Kapitel beschrieben, wurde bei der Entwicklung intelligenter tutorieller Systeme auf die Forschungen zur künstlichen Intelligenz zurückgegriffen. Nähere Ausführungen zu ITS finden sich bei KUNZ & SCHOTT (1987).

Nachdem der Einsatzschwerpunkt computerunterstützten Lernens von der Schule zur beruflichen Bildung rückte, entstanden neue Forschungsfragen. Wichtig wurden vor allem Effektivität, Transferierbarkeit und Möglichkeiten zum selbständigen Lernen. Aus neuen Zielsetzungen und Ansprüchen ergaben sich neue technische, ergonomische, instruktionspsychologische und didaktische Fragestellungen, die wiederum neue Entwicklungsarbeit, auch aus unterschiedlichen Lagern, nach sich zogen (vgl. NIEGEMANN 2004).

Eine vierte Phase lässt sich nach Ansicht der Verfasserin in den Zeitraum seit Mitte der 1990er Jahre bis heute datieren. Diese Phase ist gekennzeichnet durch die Begrifflichkeit E-Learning, webbasierte Lernanwendungen und kooperatives Lernen. Entwick-

lungsschübe wurden unter anderem durch BMBF-Projekte wie *Schulen ans Netz*, *Neue Medien in der Bildung*(2000) und *Notebook University* (2002) forciert.

NIEGEMANN (2004) stellt fest, dass die Begeisterung für E-Learning seit 2002 etwas zurückgeht, was mit nicht erfüllten Erwartungen zusammenhängt. Dennoch hat sich E-Learning als Lehr- und Lernform im beruflichen wie im privaten Bereich etabliert. Dabei sind zwei Trends zu beobachten. Erstens setzt sich die informationstechnische Entwicklung in großer Geschwindigkeit fort, was Veränderungen in der Nutzungsstruktur erwarten lässt. Zweitens gewinnen intelligente tutorielle Systeme und adaptive Instruktion wieder an Bedeutung (ebd.).

## 1.2 Multimedia

### 1.2.1 Definitionsansätze

Der Begriff Multimedia, zusammengesetzt aus den Morphemen "multi" (lat. = viel) und "media" (lat. = Mittel; Mitte), weist einigen Interpretationsspielraum auf. Die Beschreibung für die Vielheit an Mitteln oder Mittlern (oder Informationsträgern [F.U]) lässt sich für unterschiedliche Kontexte verwenden. SCHULMEISTER (1997) benennt den Zeitpunkt des durch Klaviermusik begleiteten Kinos als Anfang.

In einem Wort gebraucht etabliert sich der Begriff ab 1995, wobei bezug genommen wird auf Technologie, die Text-Bild-Ton-Kombinationen zulässt, vermehrt vor allem auch Video. Zu diesem Zeitpunkt sind wohl beiderlei als gemeint zu verstehen:

Die Codierungsform der Inhalte wie auch das Verschmelzen der Funktionen verschiedener Abspielgeräte. So ist kein Videorecorder mehr notwendig, um Filmsequenzen zu betrachten. Der Multimedia-PC kann nicht nur verschiedene Formate wiedergeben - er repräsentiert auch mehrere Geräte zugleich.

Jedoch lässt sich der Begriff in seiner Verwendung durchaus auch schon früher datieren. NEGROPONTE (1995) zitiert die Firma Time Warner, die den Begriff Multimedia bei der Definition eines Vertrages im Jahre 1992 verwendet, um das Leistungsspektrum von Print- Musik- und Filmproduktion zu beschreiben (S. 81). Daraus lässt sich "-medium" als jeweils "eigener Träger von Information" ableiten. Der Multimedia-Vertrag meinte eine "Zusammenfassung unterschiedlicher Informationsträger".

Insbesondere stellt NEGROPONTE den engen Zusammenhang mit der Digitalisierung der analogen Welt her. Die Möglichkeit, digitales Material neu kombinieren zu können, ist aus Absatzgründen überaus reizvoll. Denn eine Wiederauflage ist in der Produktion weitaus kostengünstiger, verglichen mit einer Neuproduktion. Somit ist die Digitalisierung von Medieninhalten nach NEGROPONTE Ausgangspunkt für die Kombination zu Multimedia - als "Fusion medialer Inhalte".

Den Zeitpunkt für Multimedia in Bezug auf "computergesteuerte interaktive Videoverarbeitung" datiert er auf das Jahr 1978, als in dem so genannten Aspen-Projekt interaktive Kamerafahrten durch die Stadt realisiert wurden. Ein System, das vom Militär übernommen und zu Trainingszwecken weiterverarbeitet wurde.

Eine anderer Ansatz beschreibt die Übertragung von Standbildern aus bewegtem Bildmaterial. Mittels Video gelingt die Übersetzung einer (hier: zeitlichen) Dimension in eine andere (hier: räumliche) Dimension. Im Gegensatz zu dem reinen Erfassen jeglicher Materie, die als Multimedia bezeichnet werden könnte, sucht SCHULMEISTER (1997) nach einer Differenzierung, um unterscheiden zu können, was für den Gebrauch im Zusammenhang mit computergestützten Lernens als Multimedia konnotiert wird und was nicht.

Er nennt die Zusammenfassung einer Kategorie "datentechnische Kriterien und Digitalisierung" (S. 19). "Danach meint Multimedia lediglich die Kombination digitaler Daten durch einen Computer oder die technische Integration vorher separater Datenträger auf einen digitalen Datenträger, z.B. einer CD-ROM" (ebd.).

Er kritisiert an dieser pauschalen Auffassung, dass nicht spezifiziert wird, in welchem Verarbeitungsstadium der Daten bereits von Multimedia gesprochen werden kann. So könne es beispielsweise ein Ergebnis sein, dass es in seiner ablaufenden Form am Ende einem Video ähnelt, welches für sich wohl eher als Mono-Medium auffassbar sei.

Mit dem Blick auf das Ergebnis in seiner ablaufenden Form - also nicht nur die enthaltenen Bestandteile - nimmt GALBREATH (1992) eine andere Position ein. Er bezieht sich auf die Benutzerperspektive und erörtert, mit welchen Sensoren der Benutzer das Angebot rezipieren kann. „Multisensorische Rezeption" konstituiert für ihn den Begriff Multimedia. Galbreath spricht von "information environment", es seien also nicht Daten sondern Informationen, die er für maßgeblich erklärt.

Eine genauere Spezifikation des Informationsbegriffs findet sich bei GRIMES & POTEL (1991). Sie betrachten das Gesamtgebilde, das herauskommt, eine Sichtweise, die über die Summe der Teile hinausgeht. "Multimedia creates new information by its ability to juxtapose data that were not otherwise adjacent." (S. 50)

Eine neue Information zu kreieren und eine reelle Botschaft zu übermitteln gelingt jedoch nicht grundsätzlich durch die Kombination von Daten. Aus dem bisher Aufgezählten ergibt sich eine softwaretechnische Definition von Multimedia, kombiniert zu einer Informationsumgebung, welche eine Botschaft an den Benutzer enthält.

STEINMETZ (1993) verweist auf die Notwendigkeit, dass Rechner an der Kombination der Daten beteiligt sein müssen, und nicht nur eine beliebige Kombination von Medien automatisch zu dem Begriff Multimedia führe. Für ihn ist Multimedia nur dann gegeben, wenn diskrete und kontinuierliche Daten kombiniert werden. Über den inhaltlichen Charakter der Information sagt Steinmetz wiederum wenig aus. Er bezieht sich ausschließlich auf die hard- und softwaretechnische Kombination der Daten.

HODGES & SASNETT (1993) fügen der Perspektive des Entwicklers die Perspektive des Benutzers hinzu, aus dessen Sicht die verschiedenen Kanäle als „modes of expression“ (S. 9), als unterschiedliche symbolische Ausdrucksformen gelten. Denn wenn man von der technischen Spezifikation von Datentypen spricht, meint man implizit auch unterschiedliche Informationsarten. Diese bezeichnen HODGES & SASNETT (1993) als symbolische Ausdrucksformen. Ähnlich wie GRIMES & POTEL betrachten sie das Phänomen nicht nur technisch-analytisch, sondern auch aus ganzheitlicher Perspektive.

Da der Begriff Information unterschiedlich verwendet wird, soll hier im Zusammenhang mit Multimedia auch eine Differenzierung dieses Ausdrucks vorgenommen werden. Während ein technisches Modell eine Formation von Datenpaketen zugrunde legt, steht dem gegenüber eine auf Verstehen bezogene Bedeutung, welche die aktive Konstruktion von Wissen und Information durch den Rezipienten beinhaltet. Die Konstruktion von Wissen geschieht erst mit der aktiven, handelnden Auseinandersetzung des Lernenden mit der Umwelt. Für eine handelnde Auseinandersetzung mit dem System benötigt der Multimedia-Benutzer die Möglichkeit zur Interaktion.

Mit der Beschreibung der Nutzerschnittstelle und den Interaktionsmöglichkeiten kommen weitere Aspekte dazu, die ein rein datentechnisches Modell zunächst noch nicht hergibt. Demnach wäre eine „interaktive CD-ROM“ beispielsweise unglücklich be-

zeichnet, weil die Hardware an sich lediglich die Möglichkeit zur Interaktion innehat, die Interaktion selbst aber muss durch den Nutzer erfolgen.

In den bisherigen Definitionen unerwähnt geblieben ist die Sequenzierung der Information, welche durch interaktive Elemente eigenständig verändert werden kann. Die digitalisierte Information verfügt über neue Zugriffsmöglichkeiten und obliegt nicht länger der Linearität von Audio, Film oder Text im analogen Format. Durch die Möglichkeit, eigenständig in die Sequenz einzugreifen, bekommt der Nutzer eine echte Interaktionsmöglichkeit. Festzuhalten bleibt, dass Interaktion Bestandteil jeglicher Form von Multimedia ist.

Zusammenfassend gibt es eine Reihe von Kategorien zur Klassifizierung von Multimedia:

- Informationstechnische Kategorien durch die Definition über Daten,
- Kategorien der Softwaretechnik durch bezug auf Netzstrukturen und Datenbankdesign, Kategorien der Hardwaretechnik, z.B. in Form von Computer gekoppelt mit Bildplattenspieler,
- informationstheoretische Aspekte durch die Definition über Botschaften und Informationsumgebung,
- eine benutzerzentrierte Betrachtungsweise mit den Aspekten Wahrnehmung, Interaktivität und Multisensorik.

Schulmeister fasst die Kriterien wie folgt zusammen:

- „Die Daten von verschiedenen Medien treten integriert auf.
- Die Daten werden vom Rechner verarbeitet und manipuliert
- Für den Benutzer ist Multimedia ein multisensorischer Eindruck, eine multiple Repräsentation von interpretierbaren Informationen.
- Entscheidend für die Unterscheidung von sequenziellen multiplen Medien und Multimedia ist die Interaktion des Benutzers mit der Software
- Die von Multimedia präsentierten Informationen sind symbolische Ausdrucksformen, symbolisches Wissen, das seinen Wert erst im interpretierenden Zugriff des Benutzers gewinnt; Multimedia-Informationen sind Anlässe für eigene kognitive Konstruktionen.“ (SCHULMEISTER 1997, S. 22)

Er fügt hinzu, dass multiple Repräsentationen interpretierbarer Informationen zu berücksichtigen sind und dass der Zugang zu diesen Informationen für den Benutzer durch den Computer nur mediiert wird. Er subsummiert Multimedia als eine „interaktive Form

des Umgangs mit symbolischem Wissen in einer computergestützten Interaktion“ (ebd.).

Eine weitere Annäherung zu Multimedia gibt es aus dem Feld um Hypertext. Die Begriffe „Hypermedia“, „Hypertext“ und „Multimedia“ werden teilweise synonym gebraucht. Eine von YANKELOVICH, HAAN ET AL. (1988) vertretene Theorie stellt Hypermedia als angereicherte Form von Hypertext dar. MAYES (1992 a) spricht von Hypermedia als einer Ergänzung von Hypertext mit Graphik oder Video. Hypertext ist demzufolge eine rein textbasierte Struktur, während Hypermedia unterschiedliche Medien integriert.

Eine etwas anders gelagerte Auffassung vertritt WOODHEAD (1991), indem er Hypertext als Unterkategorie von Hypermedia und selbiges eine Unterkategorie von Multimedia einordnet. Er betrachtet also Multimedia als die alles umfassende Bezeichnung, woraus sich ergibt, dass Hypertext automatisch immer multimedial wäre. Das widerspricht allerdings der Auffassung von Hypertext als reines Textsystem. Strukturell betrachtet ist Hypermedia eher eine Unterkategorie von Hypertext, die nicht nur aus Text sondern auch aus Bild- und Tonkomponenten besteht (SCHULMEISTER 1997).

Im Gegensatz dazu fragt sich NIELSEN (1990), wann ein Multimedia-System zu einem Hypertext-System wird. Seiner Theorie zufolge spielt Interaktivität eine entscheidende Rolle, wodurch Multimedia zugleich Hypertext sein kann. Zusammenfassend hält Schulmeister folgende Definition fest: Hypermedia bildet eine Unterkategorie von einerseits Hypertext und andererseits Multimedia.



## 1.2.2 Lernen mit Multimedia

### 1.2.2.1 Zur Effektivität multimedial gestützten Lernens

Das Präfix multi- suggeriert offenbar eine Erfolgssteigerung des Mediums gegenüber herkömmlichen Unterrichtsmaterialien, ein Schluss, der offenbar daraus abgeleitet wird, dass jede Codierungsform für sich einen bestimmten Effekt zu haben scheint und dass diese Effekte nun addiert werden dürfen. Deren gegenseitige Behinderung wurde in der Rechnung hingegen lange Zeit nicht berücksichtigt. Die Tatsache, dass ein Zuviel an Information dem Lerner die Möglichkeit nimmt, sich auf einen Kanal zu konzentrieren, wurde als zu subtrahierender Bestandteil der Rechnung stets übergangen. Jegliche empirischen Versuche, den vermeintlichen positiven Effekt nachzuweisen, brachten jedoch kein Ergebnis und seither rückt man von der Hypothese "viel hilft viel" oder "multi- ist vorteilhaft" wieder ab.

Bei den Versuchen wurde der Frage nachgegangen, wie gut Lernziele abhängig vom Medieneinsatz erreicht werden. Dafür wurde die Behaltensleistung (RIETSCH 2002) in Abhängigkeit vom Einsatz verschiedener Medien und deren Kombination verglichen.

Hierbei stellt sich die Frage, wie gut Lerner das Erworbenes als weitere Leistung transferieren können. Auch dies wurde in Studien erhoben, jeweils in Abhängigkeit zum angebotenen Lehrmedienarrangement. Jedoch zeigte es sich von der methodischen Seite her problematisch, die Transferleistung konkret und separat zu messen und mit der jeweiligen Lehrmethode in Zusammenhang zu bringen.

Hirnphysiologisch betrachtet lassen sich keine Unterschiede in der Qualität der Reizinformation feststellen. Signale werden vom Sinnesorgan aufgenommen, als elektrisches Signal von den Nervenfasern weitergegeben und in der entsprechenden Hirnregion verarbeitet. Diese Signale für sich lassen zunächst keinen Unterschied erkennen.

Da der Wahrnehmungsprozess jedoch nicht nur physiologisch sondern auch kognitionswissenschaftlich erklärbar ist, bleibt festzuhalten, dass die Interpretation des Signals abhängig von vorhandener Struktur und damit auch von Präferenzen ist. Nach BRUNER (1971) sind wir in der Lage, Begriffe unterschiedlich zu repräsentieren, bildhaft, symbolisch oder handlungsmäßig.

Die Doppelcodierungstheorie (PAIVIO 1978) besagt, dass wir Begriffe umso fester verankern können, je mehr Repräsentationen wir zur Verfügung haben. Diese Theorie erklärt, weshalb eine zusammenfassende Graphik zu einem Text als hilfreiche Visualisierung erfahren wird. Bei der Informationsaufnahme selbst jedoch steigen die Anforderungen an unsere Sinne durch Parallelität der Präsentation der Einzelmedien.

Insofern lässt sich sagen, dass es zwar Argumente gibt, die für eine Ausnutzung unterschiedlicher Codierungsformen sprechen, dass aber die Nebeneffekte, die bei der Verarbeitung entstehen, nicht vergessen werden dürfen.

Insofern bleibt bei der Hervorhebung der Vorteile von Multi-Media insbesondere zu sagen, dass es unterschiedliche Codierungsmöglichkeiten und auch Kombinationsmöglichkeiten gibt, dass diese aber nutzergerecht individuell aufbereitet werden müssen, beispielsweise im Sinne jeweils vorhandener kognitiver Strukturen auf Seiten der Lerner.

#### 1.2.2.2 Zum Einfluss von Multimedia auf die Lernmotivation

Erfahrungen haben gezeigt, dass bei Multimedia zwar ein "Neuigkeitseffekt" (KERRES & GORHAN 1999) zu verzeichnen ist, dass dieser Effekt aber nur von kurzer Dauer ist.

Lernmotivation als solche muss bereits als Grundvoraussetzung gegeben sein, durch Multimedia allein wird sie nicht evoziert. Sehr wohl aber ist es möglich, mit Hilfe computergestützter Lernumgebungen extrinsische Motivation zur Auseinandersetzung mit dem Thema zu erzeugen oder durch bestimmte Problemdarstellungen Neugiermotivation hervorzurufen. Diese Maßnahmen sind jedoch nicht auf Multimedia angewiesen. Patentlösungen für erfolgreiche Konzepte der Multimedia-Didaktik gibt es leider bis heute nicht.

## 1.3 Interaktivität

Für ein adaptives Lernprogramm, ist Interaktivität eine Voraussetzung, denn das Programm ist auf Daten des Nutzers angewiesen, um sich daran anpassen zu können. Diese Daten erhält es nur, wenn der Nutzer eine Schnittstelle und Gelegenheit zur Eingabe bekommt. Eingabe allein ist natürlich noch nicht gleichzusetzen mit Interaktivität. Daher folgt zunächst eine Definition und dann eine Ausdifferenzierung des Begriffs Interaktivität.

### 1.3.1 Begriffsklärung

Aus sozialwissenschaftlicher Perspektive lässt sich als Interaktion das wechselseitig handelnde aufeinander Einwirken zweier Subjekte bezeichnen.

Seitdem digitale Medien auch im Bereich der Kommunikation Einzug gehalten haben, lässt sich diese Definition auch erweitern, indem technische Systeme diesen Subjekten eingerechnet werden. Mit Handeln ist grundsätzlich ein zielgerichtetes Verhalten gemeint.

### 1.3.2 Interaktionsketten

Im Kontext des computergestützten Lernens lässt sich die Struktur der Interaktion als Handlungskette beschreiben, die im Idealfall einer Lehrer-Lerner-Situation gleicht. Eine Aktion des einen Interaktionspartners ruft eine mentale Operation des anderen Partners hervor, der infolge dessen reagiert und Rückmeldung gibt. Die Rückmeldung ist zugleich Auslöser für eine erneute Aktion des ersten Interaktionspartners. Auf diese Weise kommt eine Interaktionskette zwischen Lernsystem und Lernendem zustande. Diese Struktur sagt jedoch noch nichts über die didaktische Qualität der Interaktion aus. Es gibt Versuche, Interaktivität quantitativ zu erfassen, wobei die Ergebnisse letztendlich wenig Bedeutung für den Lehrwert haben.

Einzig bedeutsam ist – und das lässt sich wohl nur qualitativ feststellen – der Beitrag der Interaktionen zum Lernergebnis.

### 1.3.3 Funktionen von Interaktivität

Für das Instruktionsdesign interessiert, welche Funktionen diese Merkmale dialogähnlicher Kommunikation haben. Vergleicht man diese mit denen menschlicher Trainier oder Tutoren, so gelangt man zu Kategorien wie Motivieren, Informieren, Verstehen fördern, Behalten fördern, Anwenden bzw. Transfer fördern und Lernprozess organisieren und regulieren (vgl. NIEGEMANN 2004 S.110). KLAUER (1985) bezeichnet diese Vorgänge als die Grundfunktionen jedes Lehrens.

Zwar liegt der Schluss nahe, dass Interaktion durch die gegebene Aktivität auch höhere Motivation nach sich zieht, als rein rezeptiv gestaltetes Lernen, doch diese Argumentation funktioniert nur dann, wenn die Einzelhandlungen dem Lerner auch in irgendeiner Weise sinnvoll erscheinen. Dasselbe gilt nicht nur für die Motivation, sondern auch für den Lehrnutzen interaktiver Systeme. Die folgenden Darstellungen zeigen, wie Interaktivität zu didaktischen Funktionen beitragen kann.

Um Motivation zu fördern, gibt es kein Patentrezept. Klar ist zumindest, dass demotivierende Interaktionen zu vermeiden sind, wie beispielsweise die Aufforderung zu grundlosen Handlungen. Für den Lerner ist es hilfreich und förderlich, über seinen Lernfortschritt informiert zu werden. Ausführliche Rückmeldungen stellen als informationsliefernde Interaktion eine solche Möglichkeit dar. Ein wichtiger Bestandteil des Lernens sind Verstehensprozesse. Durch geeignete methodische Angebote kann Verstehen gefördert werden. Ein wichtiges interaktives Medium zur Förderung von Verständnis sind gezielte Fragen, sowohl systemseitig wie auch lernerseitig. Das einmal Verstandene soll von dem Lerner nicht nur erfasst, sondern auch ins Langzeitgedächtnis übernommen werden. Interaktion kann besonders vorteilhaft sein, um Behalten zu fördern, beispielsweise durch Üben oder durch Mnemotechniken. Meist wird unterschätzt, wie wichtig Möglichkeiten zum Transfer des Gelernten sind. Im Instruktionssetting sollten explizite Maßnahmen dafür vorgesehen sein.

#### 1.3.4 Die Rolle des Nutzers

Der Nutzer ist nicht mit einem Rezipienten gleichzusetzen, handelndes Eingreifen wird von ihm erwartet. Wer sich vor den PC-Bildschirm setzt mit der gleichen Erwartung wie vor einem Fernseher, wird in Kürze feststellen, dass die Erwartung nicht erfüllt wird und das nichts geschieht, außer vielleicht dem automatischen Einschalten des Bildschirmschoners.

Die Möglichkeiten des Nutzers, in das Interaktionsgeschehen einzugreifen, sind vielfältig. Sie reichen von Zeigen auf ein Graphikobjekt über Texteingabe und selbständiges Aufsuchen von Daten bis hin zu gestaltendem Eingreifen in Mikrowelten.

#### 1.3.5 Kommunikation und Handlungsschemata

Während bei klassischen Medien der Prozessablauf vorgegeben ist oder nur einfache Aktionen wie das Ein- und Ausschalten oder das Umblättern benötigt werden, ist hier ein weit größeres Handlungsspektrum erforderlich. Insofern passt das kommunikationstheoretische Modell auf Basis von Sender und Empfänger auch nicht gut in diesen Kontext. Dennoch wird es häufig auch auf den Bereich computergestützter Medien verwandt. Angemessener wäre jedoch ein handlungstheoretisches Modell.

#### 1.3.6 Verschiedene Ausprägungen von Interaktivität

Wie die vorangegangenen Abschnitte gezeigt haben, finden wir Interaktivität in verschiedenen Ausprägungen. Diese tragen entscheidend zur Qualität von Lernsoftware bei. Die durch die Software ermöglichten Interaktionsformen müssen untersucht und handlungstheoretisch interpretiert bzw. kategorisiert werden. Der Handlungsbegriff ist hierbei weiter zu fassen. Das Klicken der Maus stellt an sich noch keine Handlung dar, denn dieser Vorgang enthält zunächst kein spezielles Ziel. Hingegen würde das Aufrufen eines Menüs dieser Kategorie zugerechnet. Das Lösen einer Aufgabe durch Zuordnung von Objekten, wäre ebenfalls eine Handlung in diesem Sinne und eine komplexere Interaktionsform. Das Agieren in einer Simulation stellt wiederum eine noch umfangreichere Ausprägung dar.

Im Rahmen einer handlungsorientierten Medienpädagogik und speziell im Rahmen des Lernens mit Software sind Handlungsziele mit Lernzielen gleichzusetzen. Mit Handlung sind Formen wie Strategieranwenden oder Problemlösen gemeint, die zweifelsohne mehr Schritte umfassen als das Schema von Präsentation – Aktion – Feedback.

Von daher ist es im lerntheoretischen Kontext nur beschränkt sinnvoll, Interaktion lediglich auf Mikroebene zu betrachten, denn der Kontext muss immer mit berücksichtigt werden. BAUMGARTNER & PAYR (1994) stellen mit gutem Grund einen Bezug zur Gestalttheorie her, indem sie bemerken, dass das Ganze (gemeint ist die Interaktion) nicht auf die Summe der Einzelteile (gemeint sind die kleinsten möglichen Lerneraktionen) reduziert werden könne. Diesen abstrakten Interaktivitätsbegriff zu verwenden, macht Sinn bei der Kategorisierung von computergestützten Lernumgebungen.

## 2. Analyse der Problemlage: Teil I

### 2.1 Phänomenologie von Adaption zwischen Lehrer und Lerner

#### 2.1.1 Zum methodischen Ansatz

Um Gesetzmäßigkeiten der Schemata während der „Interaktion im Lernprozess“ aufzudecken und zu untersuchen, stellt sich die Frage nach einem geeigneten wissenschaftlichen Ansatz. Wie können die Erscheinungen dieses Prozesses erfasst werden und wie lassen sich die erfahrbaren Eigenheiten messen, begründen, herleiten oder erklären?

Die Phänomenologie als die Lehre von den Erscheinungen dient der Klärung der Formen, welche abstrahiert das beschreiben, was nur in konkret beobachteten und erlebten Vorgängen bemerkbar ist. Mit Erscheinungen sind mannigfaltige Gebilde gemeint: Zum einen die äußere Sinnenwelt, zum anderen die innere Erlebnissphäre oder geistige Vorgänge. (LOCH 1983)

An dieser Stelle ergibt sich ein Bezug zur philosophisch-psychologischen Methode nach HUSSERL, der für die reine Phänomenologie postuliert, sie müsse eine unmittelbare Anschauung der Grundlagen der Erkenntnis gewinnen. Mit seinem Appell „zurück zu den Sachen“ distanziert sich HUSSERL „von aller vorgefassten Theorie des Bewusstseins und des Erkennens“ (ARNOLD ET. AL. 1972, S.757). Es gelte, eine „reine Anschauung von der Wirklichkeit des Erlebens zu gewinnen“ (ebd.).

Mit dem Schritt, die Anschauung von konkretem Erlebnismaterial („Phänomenen“) in ihrem Zusammenhang zu erfassen, bleibt der Einzelfall nicht länger eine einzelne Messgröße. Ziel ist die ideierende Abstraktion des Erlebnisses (ebd.). HUSSERL kritisiert in diesem Kontext die psychologisch-atomistische Zerlegung von Erkenntnissen, weil Sinnerlebnisse nur in Ihrer Ganzheit zu verstehen seien.

„Grundbegriffe können nicht bewiesen, sondern nur aufgewiesen werden.“ (ebd.). Er betont die Veranschaulichung:

„Erkenntnislehre und Psychologie rücken [...] wieder näher zueinander: Phänomenologie des Bewußtseins, seiner Erfassungs- und Erlebnisweisen, Akte und Intentionen drängt zugleich auf Ausbildung einer deskriptiven Psychologie [...] auf anschaulicher Grundlage“. (HUSSERL zit. nach WINDELBAND 1957, S. 589)

### Phänomenologie in der Erziehungswissenschaft

Werner LOCH beschreibt in seinem Beitrag zur phänomenologischen Pädagogik (1983), welche besondere Bedeutung die Phänomenologie in der Erziehungswissenschaft hat.

„Phänomenologie heißt, wörtlich genommen, die Lehre von den Erscheinungen, und ihr Thema ist, vorläufig gesagt, die Beantwortung der Frage, wie die Welt dem Menschen und dabei sich selbst zu Bewusstsein kommt“ (S. 156).

Im Bewusstsein des Individuums treten Sachverhalte in Erscheinung, die als Phänomene erst in Sprache übertragen sinnhaft und verständlich werden. Die Phänomenologie ist daher auf Beschreibung angewiesen, gemäß der Annahme, dass im Bewusstsein stattfindende Vorgänge durch Beschreibung in ihrer ursprünglichen Gegebenheit objektiviert werden können.

Das Beschreiben kann auch als sprachliches Zeigen gesehen werden, ein Vorgang bei dem gezeigten Dingen Sinn gegeben wird. Nach Hegels Phänomenologie des Geistes ist die Beschreibung eine Funktion der „beobachtenden Vernunft“ (HEGEL 1970, S. 185 ff., zit. nach LOCH 1983, S. 162)

Die phänomenologische Beschreibung ist eine besondere Form der Beschreibung:

Sie will etwas anschaulich machen, das per se nicht sichtbar ist, nämlich Bewusstseinsvorgänge. Im Gegensatz dazu ist es Ziel der psychoanalytischen Beschreibung, die Vorgänge des Unbewussten über die Bewusstseinschwelle zu heben und in beschreibender Sprache zu objektivieren, um sie zu analysieren und zu verstehen. HUSSERL stellt explizit diesen Vergleich zur Psychoanalyse her und subsummiert: Sowohl in der Phänomenologie als auch in der Psychoanalyse geht es um Übergänge zwischen Bewusstem und Unbewusstem (vgl. HUSSERL 1954, S. 473 ff.).

Zur Unterscheidung der Phänomenologie von der Hermeneutik und der Empirik stellt er fest, die empirische Beschreibung beschreibe Sachverhalte, um sie erklären zu können, und zwar aus extern liegenden Gründen. Die hermeneutische Beschreibung beschreibe



Sachverhalte, um sie verstehen zu können, und zwar aus intern liegenden Gründen. Beide beziehen sich auf etwas Sichtbares: Beobachtbares Verhalten und Dokumente.

Die phänomenologische Beschreibung hingegen zielt auf die „intentionalen Erlebnisse“, die man nicht sehen, sondern nur im Medium der Beschreibung anschaulich machen kann. (HUSSERL 1913, S. 61 ff.) Die Phänomenologie wolle nicht Sinn „auslegen“ wie die Hermeneutik, sondern „einlegen“. Diesen einwärts gerichteten Vorgang beschreibt HUSSERL unter Bezugnahme auf AVENARIUS (1912, S. 41 ff.) mit Introjektion und Attribution, also einer „Zuschreibung“.

Wenn wir also die Charakteristik der Lehrer-Schüler-Interaktion erfassen wollen, ein komplexes Gebilde aus wechselseitig bezogenen Vorgängen, können wir diese Vorgänge durch genaue Beschreibung des Erlebbaren veranschaulichen und sinngebende Merkmale attribuieren – zuschreiben.

Wesensintuition und Phänomenbeschreibung sind zwei Kernbegriffe der phänomenologischen Methode. Mit Hilfe der *Wesensintuition* gelangen wir zu den eigentlichen Merkmalen. Wesensintuition meint das deskriptive Feststellen der Merkmale, die das *Wesen*, den eigentlichen Kern, eines Sachverhalts ausmachen. Sie wird formuliert durch gesetzmäßige Aussagen. Mit Hilfe der Phänomenbeschreibung wird eine Erscheinung beschreibend festgehalten. Mit Erscheinung kann, wie oben ausgeführt, Verschiedenes gemeint sein: die äußere Sinnenwelt, die innere Erlebnissphäre oder geistige Vorgänge.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Die Eigenart der phänomenologischen Fragestellung ist in der philosophischen Tradition verwurzelt. Der Begriff der ideierenden Abstraktion oder kurz: Ideation leitet sich ab aus PLATONS (1957) Ideenschau. Darunter versteht sich „das Innwerden des Allgemeinen oder der Bedeutungen bzw. des Wesens der Dinge durch einen unmittelbaren geistigen Akt“ (WAHRIG 2003).

Um zur notwendigen allgemeinen Form zu gelangen, muss eine Gruppe von Erfahrungsgegebenheiten daraufhin durchschaut werden, worin sie sich gleichen und unterscheiden. Um zu der allgemeinen Form, der Idee, zu gelangen, bedarf es außerdem eines weiteren ergänzenden Verfahrens: der eidetischen Variation, einem Auffinden von artverwandten Formen zum Herausfiltern der „Idee“.

## 2.1.2 Phänomenologie von Lehr-Lernsituationen

Um Die Bedeutung von Adaptivität im Lehr-Lernkontext zu erfassen und um die Strukturen, insbesondere die Vorgänge zwischen Lehrer und Lerner herauszukristallisieren, werden zunächst verschiedene Unterrichtssituationen mit jeweils eigenem Lernziel und eigener Lernform dargestellt. In einem generalisierten Gesamtmodell werden die Vorgänge zusammengefasst. Neben den Handlungsschritten werden hier auch die Bedingungen berücksichtigt, unter denen die Vorgänge ablaufen. Auf diesem Wege werden die Bestandteile, die die Adaption ausmachen, herausgearbeitet. Anschließend werden hieraus Anforderungen an technische Adaptionmöglichkeiten formuliert.

### 2.1.2.1 Beispiel Sprachtraining mit menschlichem Lehrer

Das Hörverstehen und schlichte Nachsprechen von Äußerungen erfordert zunächst noch keine Verarbeitung der Bedeutung. Es ist durchaus legitim, hier von Verhaltenstraining zu sprechen. Die konkrete Äußerung sei als Zielverhalten verstanden.

Eine Beispielsituation: Das Lernziel ist das Hörverstehen und Nachsprechen können einer Redewendung im Italienischen: Die Begrüßung.

„Ciao, Francesca“  
„Ciao, Andrea“  
„Come stai?“  
“Non che male, grazie. Et tu?“  
“Bene, grazie!“

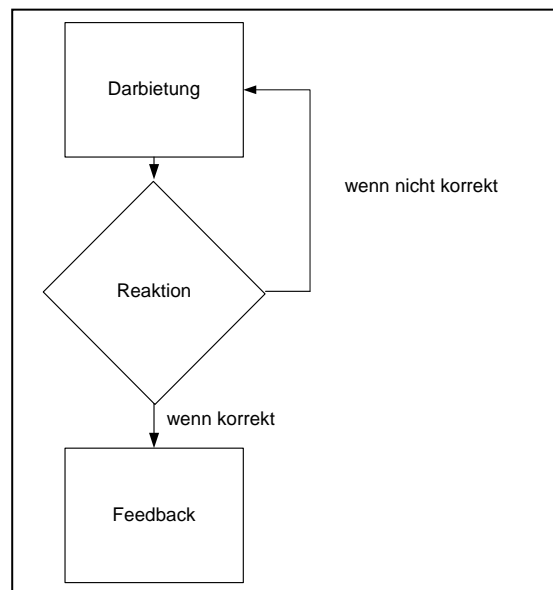
Zunächst spricht der Lehrer den Text mehrfach vor und fordert den Schüler nach einigen Malen der Textdarbietung auf, die Formulierungen zu wiederholen. Der Schüler wiederholt die Lautäußerung, sofern er die Formulierung akustisch verstanden und phonetisch in Erinnerung hat. Bei korrekter Aussprache gibt der Lehrer positives Feedback.

Lehrer: « Come stai?... Come stai? » (*und Aufforderung zum Nachsprechen*)  
Schüler : « Come stai? »  
Lehrer: « molto bene – sehr gut »

Bei inkorrektter Aussprache wiederholt der Lehrer die Darbietung des Textes und zwar langsam und deutlich, um ein verbessertes Verstehen gegenüber vorher zu ermöglichen.

Schüler: Comi stoi?  
Lehrer: Co-me stai? Come stai?  
Schüler : Come stai?

Abstrahiert ergibt sich folgender einfacher Lehralgorithmus :



**Abbildung 1: Einfacher Lehralgorithmus**

Bei dieser Lernform wird ein Verhalten trainiert, Verstehensprozesse sind zweitrangig. Das Reproduzieren der vorgegebenen Form ist das Lernziel.

Wird von einem Instruktionssetting zwischen Lehrer und Schüler ausgegangen, das diese Eigenschaften aufweist, so sind folgende Bestandteile offenbar relevant (Abb.1):

1. Initiative durch den Lehrer: Der Lehrinhalt wird in den entsprechenden Codierungsformen präsentiert, in diesem Fall verbal akustisch.
2. Reaktion des Schülers: Der Lerner nimmt das Dargebotene wahr. Alle Sinne sind auf Rezeption eingestellt, sie registrieren die Lehrperson ganzheitlich. Dabei wird das akustische Signal als gemeinter Lehrinhalt identifiziert.
3. Wiederholung der ersten zwei Schritte: Zur Einprägung des Inhalts gibt der Lehrer die Äußerung erneut wieder.
4. Initiative durch den Lehrer: Er fordert den Lerner auf, den Inhalt nachzusprechen.

5. Reaktion des Lerners: Der Lerner nimmt die Aufforderung wahr, versteht sie und entscheidet sich für (oder gegen) ein Befolgen der Aufforderung.
6. Reaktion des Lerners: Der Lerner spricht die erinnerte Lautäußerung nach.
7. Reaktion des Lehrers: Der Lehrer nimmt die Lerneräußerung wahr, zunächst rein akustisch, dann interpretiert er das Dargebotene und bewertet es in bezug auf Sachrichtigkeit und analysiert die Unterschiede zur korrekten Lösung.
8. Einstufung durch den Lehrer: Als Ergebnis seiner Analyse stuft der Lehrer die Lerneräußerung ein, und zwar unterscheidet er zwischen hinreichender Ähnlichkeit mit dem Vorbild und unzureichender Ähnlichkeit mit dem Vorbild.
9. Entscheidung durch den Lehrer: Basierend auf der Entscheidung und auch auf seiner persönlichen Einstellung und Motivation entscheidet der Lehrer die Form der Rückmeldung.
10. Reaktion des Lehrers: Er gibt dem Lerner eine Rückmeldung. Bei richtiger Lernerhandlung erfolgt Lob, z.B. verbale positive Äußerung und Mimik. Bei unrichtiger Lerneräußerung erfolgt erneute Darbietung mit angepasster Veränderung, zum Beispiel eine deutlichere Wiedergabe desjenigen Teils, welcher vom Lerner schlecht wiedergegeben wurde. Die Rückmeldung wird generell verbal gegeben, ist aber, wie jeder Kommunikationsprozess, durch Körpersprache und Mimik gestützt. Der Lehrer gibt außer dem verbalen Feedback auch nonverbale Signale, wie etwa den Kopf abwägend neigen, kurzes Nicken oder dergleichen wieder. Auf Lernerseite folgt nun erneutes Wahrnehmen, Decodieren und Interpretieren der Information. Begleitend finden emotionale Prozesse statt. Der Lehrer empfindet eine Stimmung in der Situation, die seine Handlungsmotivation und sein Ausdrucksverhalten beeinflusst. Die Stimmung selbst wiederum kann sich durch den Verlauf der Interaktion (beispielsweise „erfolgreich“ oder „nicht erfolgreich“) verändern. Ebenso hängen die Regungen des Schülers von seinen Emotionen im weitesten Sinne ab, das Schema verläuft also nicht konstant.

Während des gesamten Prozesses spielen nicht nur die Sachaspekte eine Rolle. Die beiden Partner stehen in einer Beziehung zu einander. Sie entwickeln Einstellungen, die ihre Handlungsmotivation an unterschiedlichen Stellen des Prozesses beeinflussen.

Schematisch lässt sich der Vorgang mit folgendem Modell wiedergeben:

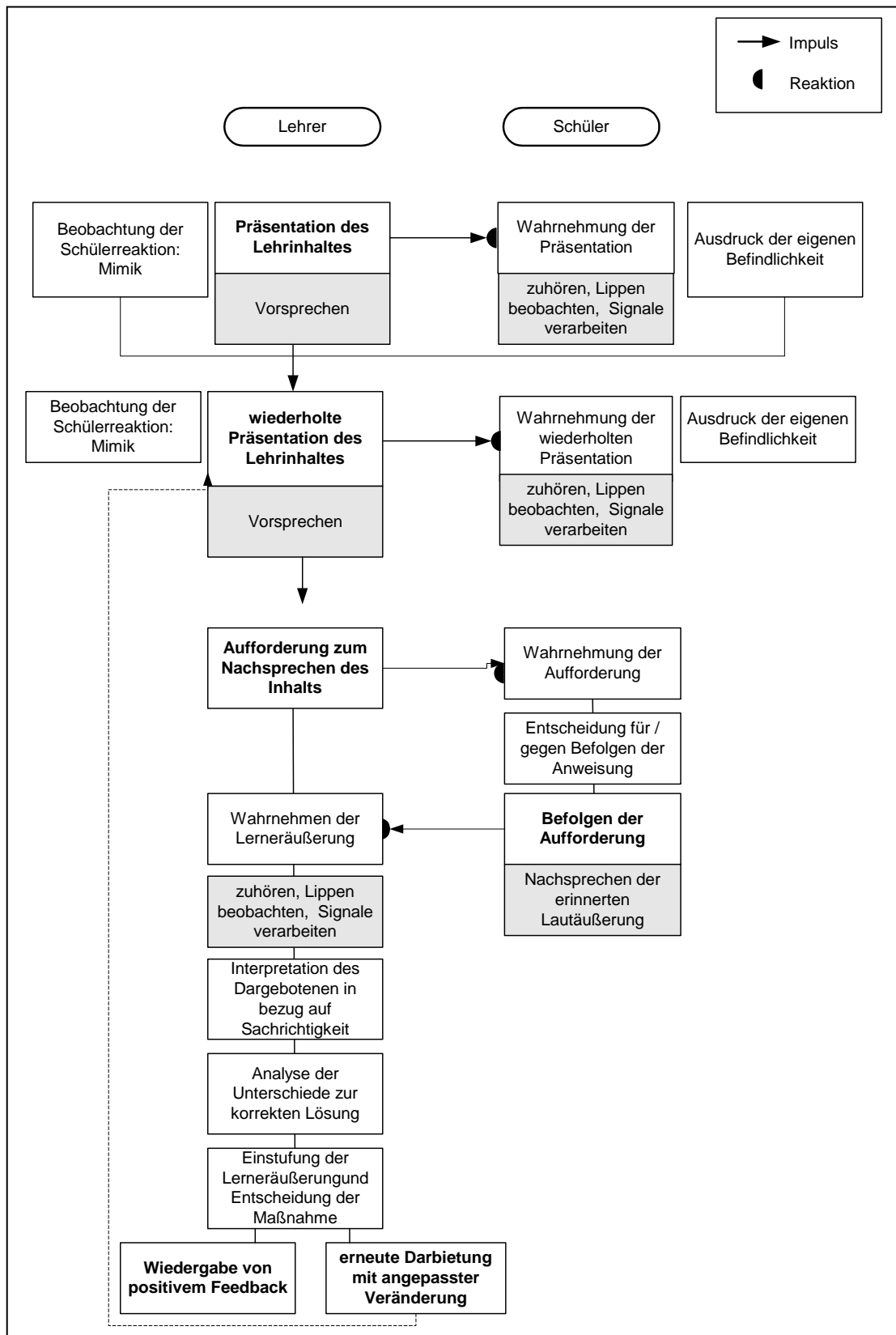


Abbildung 2: Interaktionsschema der Lehrform Sprachtraining mit menschlichem Lehrer

Jede Etappe in diesem Vorgang ist dabei abhängig von den jeweiligen Gegebenheiten und von den individuellen Qualitäten des Lehrers und Lerner.

Wie oft die Darbietung wiederholt werden muss, hängt anfangs vom Hörverstehen der Schüler ab. Dies kann als eigene kognitive Kompetenz gewertet, aber auch in Abhängigkeit zur allgemeinen Konzentration gesehen werden. Außerdem tragen äußere Umstände, beispielsweise Lautstärke, in entschiedenem Maße dazu bei, wie gut ein Schüler eine für ihn fremde sprachliche Äußerung versteht.

Ob wiederum die Äußerung verstanden wurde, ist für den Lehrer bereits in Ansätzen im nonverbalen Verhalten des Schülers zu lesen. Die Ausdrucksfähigkeit auf der einen Seite und die Analysefähigkeit auf der anderen Seite spielen dabei eine große Rolle. Denn ein Übermaß an Darbietung kann zur Folge haben, dass die Lernenden demotiviert werden – bei zu wenig Darbietung, fällt es ihnen schwer, die Äußerung zu memorieren. Deshalb ist die Analyse- oder besser die Kontrollfunktion des Lehrers bezüglich des nonverbalen Ausdrucks relevant. Selbstverständlich muss aus der Analyse auch die entsprechende Konsequenz folgen.

Wenn der Schüler meint, er habe die Zielform als mentales Modell abgespeichert, kann er mit der Nachahmung einsetzen. Wann dies der Fall ist und vor allem, in welcher Qualität die Zieläußerung herauskommt, hängt mit der Auffassungsgabe, dem Vorwissen und dem Erinnerungsvermögen des Schülers zusammen. Denn wenn er die Struktur der Äußerung mit ihm bekannten Strukturen in Verbindung bringen kann, wird er sie besser identifizieren und als „gewusste“ Form wiedergeben können. Diese Unterschiede zwischen einzelnen Lernern zeigen auf, weshalb der Lehrer hier gefordert ist und nicht nach einem immer identischen Schema arbeiten sollte.

Auf Seiten des Lehrers wiederum ist Motivation wichtig, um die Lernvorgänge überhaupt initiieren zu können. Sobald der Lerner der Aufforderung folgt und sich äußert, stellt sich dem Lehrer die Aufgabe, das Gesagte zu analysieren. Er benötigt hierzu selbst gute Hörverstehenskompetenz, Unterscheidungsvermögen und Analysekompetenz, denn er muss das Gesagte akustisch nicht nur sauber wahrnehmen, sondern auch korrekt einordnen und bei einer Abweichung von der Zielform, feststellen, worin diese Abweichung besteht. Nach der Einordnung entscheidet er über ein Akzeptieren oder nicht Ak-

zeptieren der Lösung und wählt die entsprechende Form der Rückmeldung. Dies fordert grundsätzlich ein nicht geringes Maß an Konzentration.

Ob der Schüler der Aufforderung zu einer Äußerung nachkommt, ist abhängig von seiner individuellen Motivation bzw. auch von der Motivierbarkeit, aber auch vom Vertrauen zum Lehrer und letztlich vom Sinnverständnis der Aufgabe. Sind diese Eigenschaften nicht gegeben, kann der Lernprozess abbrechen. Der Lehrer ist gefragt, steuernd und regelnd einzugreifen, indem er für Motivation und Sinnverständnis sorgt.

Ob die Äußerung gut gelingt, liegt dann wiederum an der phonetischen Begabung und an der Vorerfahrung des Lerners in diesem Bereich. Aber auch affektive Komponenten wie Selbstwertgefühl und Extrovertiertheit tragen entscheidend zum Erfolg bei. Ein gewisses Maß an Ängstlichkeit kann von Vorteil sein, Flüchtigkeitsfehler zu vermeiden, ein zu hohes Maß allerdings hemmt gerade die frei probierende und damit sich übende Aussprache. Bei einer Leistung wie dieser, bei der ein kommunikativer Kontakt mit dem Lehrer hergestellt wird, trägt auch besonders das Bedürfnis nach Nähe bzw. nach Distanz einen Anteil an der erfolgreichen Ausführung. Möchte der Lerner dem Lehrer gefallen, strengt er sich womöglich mehr an, das heißt, es gibt einen Einfluss auf die Motivation. In Verbindung mit der Motivation ist auch die Frustrationstoleranz zu sehen: Dann nämlich, wenn der Lerner bei inkorrektur Äußerung aufgefordert wird, sie noch einmal oder auch häufiger zu wiederholen.

Lerner mit einer weniger guten akustischen Diskriminationsfähigkeit sind bei vielen Übungsversuchen durchaus in der Lage, das Ziel zu erreichen. Wenn sie allerdings trotz anfänglicher Motivation frustriert abbrechen, bleibt der Erfolg aus.

Zusammengefasst lässt sich festhalten, dass in diesem Instruktionssetting beim Lerner Eigenschaften im kognitiven, affektiven und psycho-motorischen Bereich erfolgsbestimmend sind. Zu den kognitiven Eigenschaften gehören insbesondere die Auffassungsgabe, das Vorwissen, das Erinnerungsvermögen, ein inhaltsbezogenes Sinnverständnis sowie Vorerfahrung im sprachlichen Bereich. Zu den psycho-motorischen Fähigkeiten gehören Ausdrucksfähigkeit, phonetische Begabung und unter den affektiven

Komponenten Motivation, Vertrauen, Selbstwertgefühl, Extrovertiertheit, Frustrationstoleranz und Bedürfnis nach Nähe.

Beim Lehrer sind die im kognitiven Bereich liegenden Eigenschaften erfolgsbestimmend, wie Analysekompetenz bezogen auf Lernerleistung und auf Lernerverhalten, akustisches Unterscheidungsvermögen, Konzentrationsfähigkeit, aber auch Motivation und die Fähigkeit, neue Daten einzuordnen und dazuzulernen.

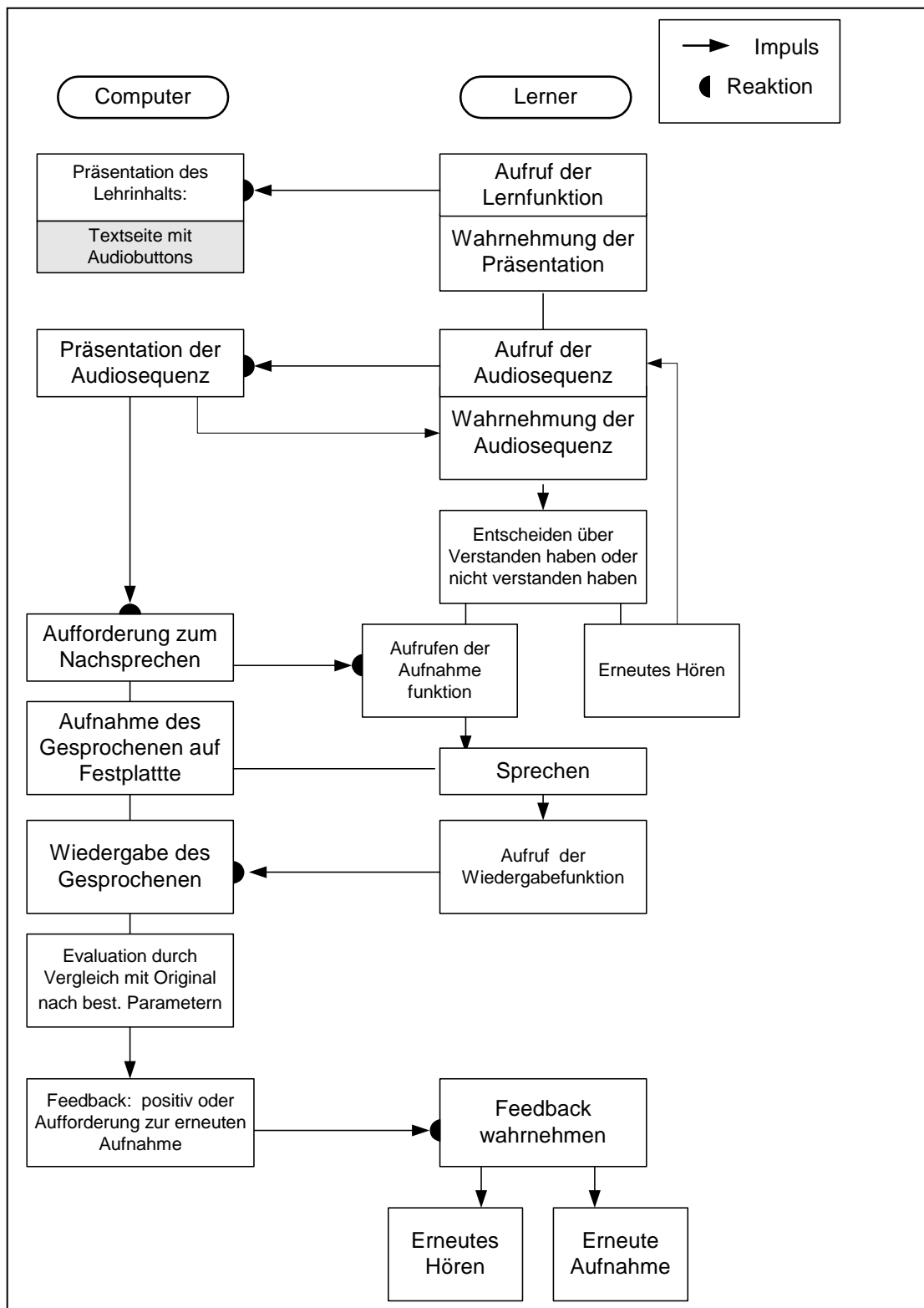
### 2.1.2.2 Beispiel Sprachtraining mit Computerprogramm

Im Vergleich zum Sprachtraining mit menschlichem Lehrer wird nachfolgend eine Sequenz mit computergestütztem Lernen dargestellt. Die Anwendung (s. u.) zeigt den inhaltlichen Kontext der Begrüßung mit Hilfe von Bild und textlicher Beschreibung. Auf Knopfdruck wird der zu lernende Audiotext wiedergegeben. Per Aufnahmefunktion kann der Lerner die Vorgabe nachsprechen und anschließend seine Äußerung im Vergleich zum Original anhören. Das Programm verfügt über einen Bewertungsmodus, der in gewissem Rahmen die phonetische Richtigkeit der Lerneräußerung rückmeldet.



Abbildung 3: Beispielscreenshot aus einem Japanisch-Trainer: Die Begrüßung





Ein Lernprozess mit solch einer Anwendung ergibt folgendes Schema:

Abbildung 4: Interaktionsschema der Lehrform *Sprachtraining* mit Lehrsoftware

Die einzelnen Handlungsschritte lassen sich wie folgt wiedergeben:

1. Initiative durch den Lerner: Er ruft die Programmfunktion auf.
2. Reaktion des Programms: Der Lehrinhalt wird präsentiert.
3. Initiative durch den Lerner: Er ruft die Audiosequenz auf.
4. Reaktion des Programms: Es präsentiert die Audiosequenz und fordert zum Nachsprechen auf.
5. Reaktion des Lerners: Er nimmt die Audiosequenz wahr, versteht diese (oder versteht sie nicht) und entscheidet sich für erneutes Hören bzw. Nachsprechen.
6. Reaktion des Lerners: Er ruft die Aufnahmefunktion auf und spricht die Äußerung ins Mikrofon.
7. Impuls durch den Lerner: Er ruft die Abspielfunktion auf.
8. Reaktion des Programms: Es gibt das Gesprochene wieder und vergleicht es mit der Originaläußerung.
9. Entscheidung des Programms: Es ordnet die Lerneräußerung im Bereich akzeptabel oder nicht akzeptabel ein und gibt Feedback darüber.
10. Reaktion des Lerners: Er nimmt das Feedback wahr und nimmt erneut auf oder setzt den Ablauf fort.

Ob das Schema in dieser Form ablaufen kann, das heißt, ob es zu einer Wiedergabe der richtigen Lautäußerung kommt, liegt an mehreren Bedingungen, seitens des Lerners wie auch seitens des Programms.

Der Lerner muss motiviert genug sein, um den Ablauf durch Aufrufen der Funktionen in Gang zu setzen. Er benötigt generell Medienkompetenz, um das Programm zu bedienen. Der Aufforderungscharakter der Anwendung trägt wiederum zur Motivation des Lerners bei.

Sofern dieser eine Äußerung getätigt und aufgenommen hat, liegt es an der Qualität der Spracherkennung, in wieweit die Audiosequenz angemessen eingestuft werden kann. Die Wiedergabe von Feedback ist wiederum eine Frage der vorprogrammierten möglichen Antwortvarianten.

### 2.1.2.3 Die Anpassungsleistungen in beiden Fällen

Die Gegebenheiten bei den einzelnen Stufen unterscheiden sich in den Punkten Initiative, Erkennen der Lernerleistung, Motivation, Beobachtbare Parameter, Lernerverhalten bzw. Gestik und Mimik.

Die Initiative wird in der Lehrer-Lerner Interaktion vom Lehrer ergriffen, beim Computer muss der Lerner selbst den Funktionsaufruf tätigen. Das Erkennen der Lernerleistung ist dem Lehrer durch Zuhören möglich, beim Programm muss der Lerner durch Vergleich mit dem Original selbst zur Bewertung kommen. Die Motivation kann vom Lehrer durch Beobachtung des Parameters „Ausdruck“ interpretiert und darauf eingegangen werden. Das Programm liefert Feedback nur gegenüber der erbrachten Leistung und kann damit motivierenden Einfluss haben. Zuvor reagiert es jedoch nicht.

Das Lernerverhalten umfasst beim Programm einerseits das Reagieren auf die Programmvorgaben und Nachsprechen der Äußerung, andererseits auch das Treffen von Entscheidungen und Steuern des Prozesses. In der Interaktion mit dem Lehrer entfällt diese Steuerungskomponente. Die Bedeutung des Lernerverhaltens als Ausdrucksvariable durch Gestik und Mimik ist beim Computer zu vernachlässigen.

Anpassungsmöglichkeiten bestehen in der Variation der Stimme und des Tempos, in gezielter Betonung bestimmter Segmente.

### 2.1.2.4 Beispiel Begriffslernen mit menschlichem Lehrer

Der Inhalt dieser Beispiellehreinheit ist die Vermittlung des Begriffes „muskuläre Dysbalance“ für die Zielgruppe „Patienten mit Rückenbeschwerden“. Das kognitive Lernziel ist der Aufbau einer anschaulichen Vorstellung von dem Begriff, das affektive Lernziel ist das Bilden der Einstellung, dass eine muskuläre Dysbalance vermieden werden muss, was durch entsprechendes Verhalten möglich ist. Das Erreichen der Lernziele ist erkennbar durch:

- Eigenes Beschreiben: Die Lerner sollen mit eigenen Worten erklären können, was darunter zu verstehen ist.

- Darstellung der Folgen: Außerdem sollen sie die Folgen wiedergeben können, die aus einer muskulären Dysbalance entstehen können.
- Beantwortung von Transferaufgaben: Bei der Beantwortung von Fragen zum Wissenstransfer können sie Verständnis zeigen. Dieses leitet sich für den Lehrer teilweise auch aus dem nonverbalen Verhalten ab.
- Äußerung zu künftigem Verhalten: Mit Äußerungen zum zukünftigen eigenen Verhalten können Lerner signalisieren, dass sie einen Zusammenhang erkannt und eine bestimmte Absicht entwickelt haben. Sie zeigen damit eine möglicherweise vorhandene Einstellung, was als *ein* Indikator für das Erreichen des affektiven Lernziels gesehen werden *kann*.

Das Beispiel sei an folgender Dialogsituation aufgezeigt: Ein Lehrer führt ein Lehrgespräch mit einer Lernergruppe (*ediertes Transkript eines Vortrags vom 08.08.2003<sup>2</sup>*).

L: Es sind nicht die Bandscheiben selbst, die wir als Ursache für die Rückenschmerzen sehen sollten. Es stimmt, dass ein Bandscheibenvorfall schmerzhaft auf die Nerven drücken kann, aber wie kommt es dazu? (*zeigt Bild*)

S: murmeln

L: Eine häufige Ursache ist die sogenannte muskuläre Dysbalance, das heißt, durch eine Umstellung der Muskeln befindet sich unsere Wirbelsäule nicht mehr in natürlicher Position. Wir haben nämlich 2 Arten von Muskeln.

Die einen sind stark aber träge und neigen zu Erschlaffung, die anderen sind schnell und neigen zu Verkrampfung und Verkürzung.

Wenn nun die Bauchmuskeln (*zeigt Bild*) träge werden und die Rückenmuskeln sich zusammen ziehen, entsteht (*zeigt Modell*) diese Stellung der Wirbelsäule.

Warum ist diese Stellung nicht gut für uns?

S: Weil wir so schief stehen.

L: Was hat denn das schief stehen mit unserem Wohlbefinden zu tun?

S: Das tut irgendwann weh.

L: Zeigen Sie mir bitte einmal (*bringt Modell*), wo die Probleme auftreten.

[...]

---

<sup>2</sup> Klinik Malente

Der Instruktionsprozess in dieser Lehreinheit gliedert sich demnach wie folgt:

1. Sensibilisierung auf die Problematik
2. Einführung des Fachbegriffs
3. Beschreibung und Visualisierung der Erscheinungsform
4. Beschreibung und Visualisierung der Ursache und Zusammenhänge
5. Verständnisfrage zur Bedeutung
  - a. Aufforderung zur Erklärung der Bedeutung
6. Herstellung eines Zusammenhangs zwischen Problem und Wirkung
  - a. Aufforderung zur Transferleistung durch Aufzeigen der Folgen

Schematisch lässt sich der Prozess wie folgt darstellen:

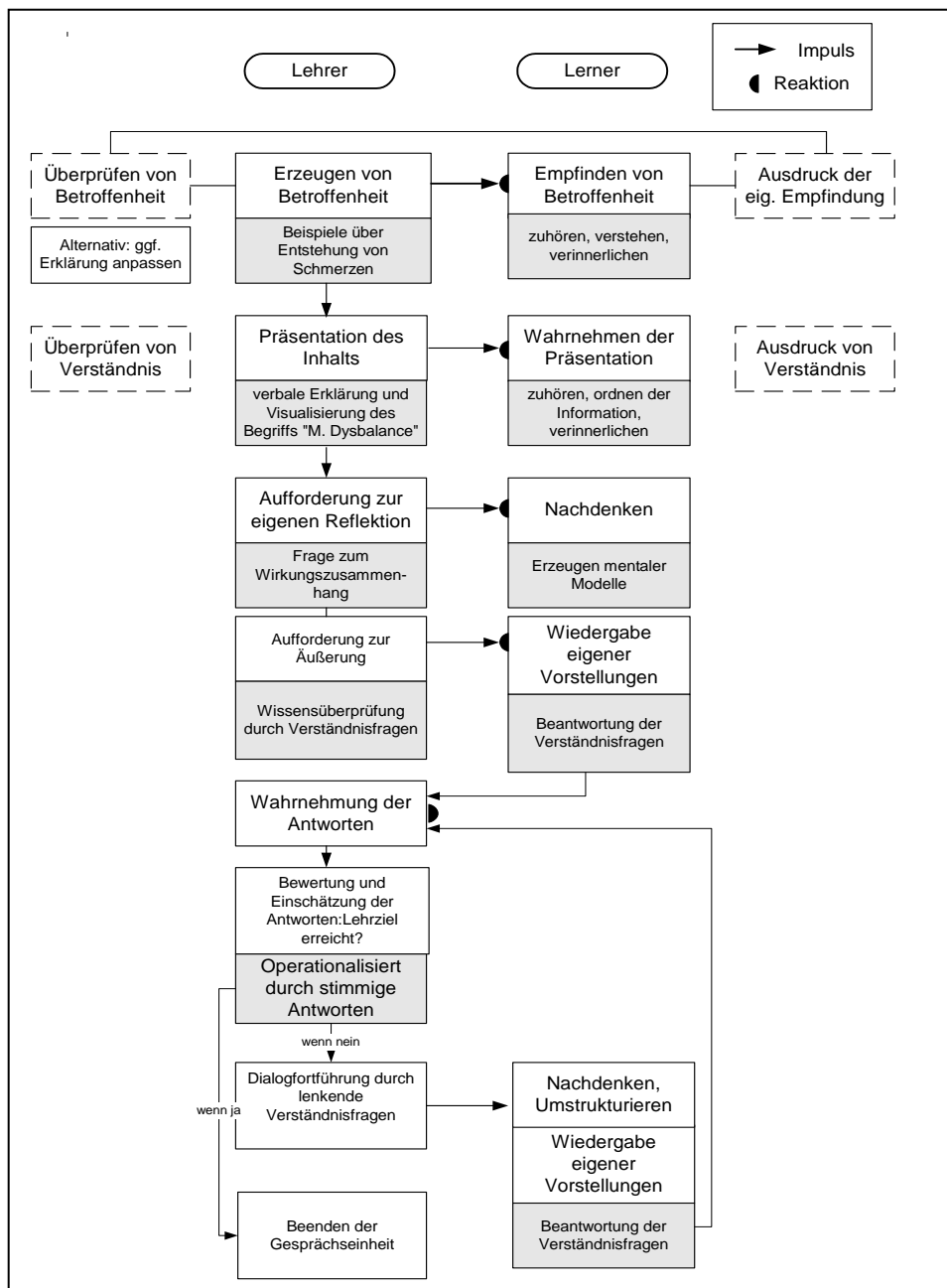


Abbildung 5: Interaktionsschema der Lehrform *Begriffslernen* mit menschlichem Lehrer

Das Gelingen des Prozesses ist in diesem Fall lehrerseitig abhängig von der Fähigkeit zur passenden Beschreibung der Inhalte, insbesondere im Hinblick auf das Vorwissen und das Vorstellungsvermögen der Zielgruppe.

Zudem kann der Lehrer spontan seine Erklärweise verändern, wenn er aus der Mimik der Lernenden Unverständnis zu erkennen glaubt. Veränderungen können sein: Beispi-

le aus anderen Bereichen, Einsatz von Zeichnung, Demonstration mit andern Modellen, Aufforderung zum Einnehmen bestimmter Haltungen zum entdeckenden Lernen. Im Dialog mit den Lernern ist der menschliche Lehrer in der Lage, gezielte Rückmeldungen auf die Antworten zu geben oder Fragen zu stellen, um damit Denkanstöße zu geben.

Durch Fragen ist es dem Lehrer außerdem möglich, Indizien über die mentale Repräsentation des Begriffs in der Vorstellung der Lerner zu erlangen. In der Operationalisierung des Lernziels definiert der Lehrer für sich, was ein Indiz für das Erreichen des Lernziels sein kann. Dieses Indiz muss also für den Lehrer mit seinen Sinnen wahrnehmbar sein. Außerdem muss die Möglichkeit gegeben sein, sich über dieses Indiz auszutauschen. Die Fähigkeit des Lehrers, diese Zusammenhänge zu erkennen und Schüleräußerungen dem Lernziel gemäß passend zu deuten, ist, ebenso wie eine gute Fähigkeit des Verbalisierens innerer Strukturen auf Seiten der Lerner, maßgeblich für den erfolgreichen Verlauf des Lernprozesses.

#### 2.1.2.5 Beispiel Begriffslernen mit dem Computer

Für die Erklärung des Begriffs „muskuläre Dysbalance“ sei eine computergestützte Anwendung mit folgenden Funktionen verwendet:

Schriftlicher Text, gesprochener Text, Graphik, Animation. Die Erklärung läuft automatisch ab, kann aber durch den Lerner unterbrochen werden.

Die unterschiedlichen Muskelarten sind verschiedenfarbig dargestellt. Zwei Bilder mit den Zuständen „vorher“ und „nachher“ und mit der entsprechend verformten Wirbelsäule zeigen die Entwicklung. Dieser Zusammenhang wird außerdem stilisiert als Animation wiedergegeben. Der Ablauf wird initiiert, indem der Lerner das Kapitel auswählt. Die Sprecherstimme erklärt. Dazu werden der Text und einzelne Bilder gezeigt. Nach Beendigung des Textes erscheint eine Möglichkeit, die Animation aufzurufen.

Im Anschluss werden Fragen zu Bildern gezeigt. Die Lerner werden aufgefordert zu erklären, wie die jeweiligen Zustände erreicht wurden und was dabei bewirkt wird. Die

Lerner müssen den Antworttext stichwortartig in Eingabefelder schreiben. Eine Bewertung wird eingeblendet und auf Wunsch die korrekte Antwort.

Abstrahiert ergeben sich die Handlungsschritte:

1. Initiative durch den Lerner: Anwählen der Funktion.
2. Wahrnehmen von Text, Bild und Audio in der Teaser-Sequenz.
3. Verstehen und Empfinden von Betroffenheit durch Assoziation mit eigenen Lebensumständen.
4. Mit dem automatischen Programmablauf kommt es zur Darbietung des eigentlichen Inhalts, durch textliche Beschreibung, unterstützende akustisch wiedergegebene Beschreibung und bildhafte Visualisierung.
5. Diese Information wird vom Lerner aufgenommen, wobei er begleitend eine bestimmte, auf den Inhalt bezogene Emotion entwickelt. Aus den Informationen erzeugt er zu dem Begriff das mentale Modell, indem das Programm Denkipulse gibt und Aufgaben stellt.
6. Die Reaktion des Lerners ist die Auseinandersetzung mit den Impulsen durch Reflektieren der Begriffsstruktur.
7. Das Beantworten von Fragen (als Ergebnisse dieser Reflexion) kann vom Programm registriert und bewertet werden.
8. Das programmseitige Feedback gibt dem Lerner Hinweise über die Richtigkeit seines mentalen Modells, auf diese Art kann er es beibehalten oder revidieren.
9. Schematisch vereinfacht kann der Vorgang folgendermaßen wiedergegeben werden:

Die Initiative für den Ablauf liegt zunächst beim Lerner, der die Sequenz starten muss. Ähnlich wie in der Lehrer-Lerner-Situation folgt dann auch hier ein Impuls von der Seite des Lehrenden, in diesem Fall des Rechners. Das Programm zeigt eine Teaser-Sequenz mit Realitätsbezug für den Nutzer, um zum Einstieg Betroffenheit zu erzeugen. Denn für das Verstehen und auch das Erreichen affektiver Lernziele ist die emotionale Einbindung des Lerners notwendig. Darauf folgt automatisch im nächsten Schritt die Darbietung von Inhalt in Form des Begriffs und seiner Erklärung, und zwar in Form von Text, Graphik und Audio. Bei dieser automatischen Sequenz beginnt der Lerner wäh-



rend der Wahrnehmung, ein mentales Modell des Begriffs aufzubauen und entwickelt zugleich (je nach Emotionalität der Darstellung) ein Empfinden gegenüber dem Inhalt. Nachfolgend muss bzw. kann der Lerner weitere Screens oder andere Darstellungsformen wie Video selbst aufrufen und in seinem persönlichen Tempo und gemäß seinen persönlichen Interessen vorgehen. Zum Ende der Präsentationsphase wird der Lerner aufgefordert, Fragen zu beantworten, und erhält damit einen Impuls zum Reflektieren über sein Modell. Sobald er Antworten gibt, beispielsweise durch Texteingaben und Ankreuzen von Antworten, evaluiert das Programm die Lösungen, gemessen an vorprogrammierten Zielvorgaben. Das Programm generiert daraus ein Feedback bezüglich richtiger und falscher Antworten. Diese nimmt der Lerner wahr und wird sehr wahrscheinlich dadurch (vor allem bei deutlich aufgezeigten Fehlern) wieder zum Nachdenken angeregt. Er bekommt hierfür nach Möglichkeit die Wahl, die Aufgaben zu wiederholen oder weitere zu bearbeiten.

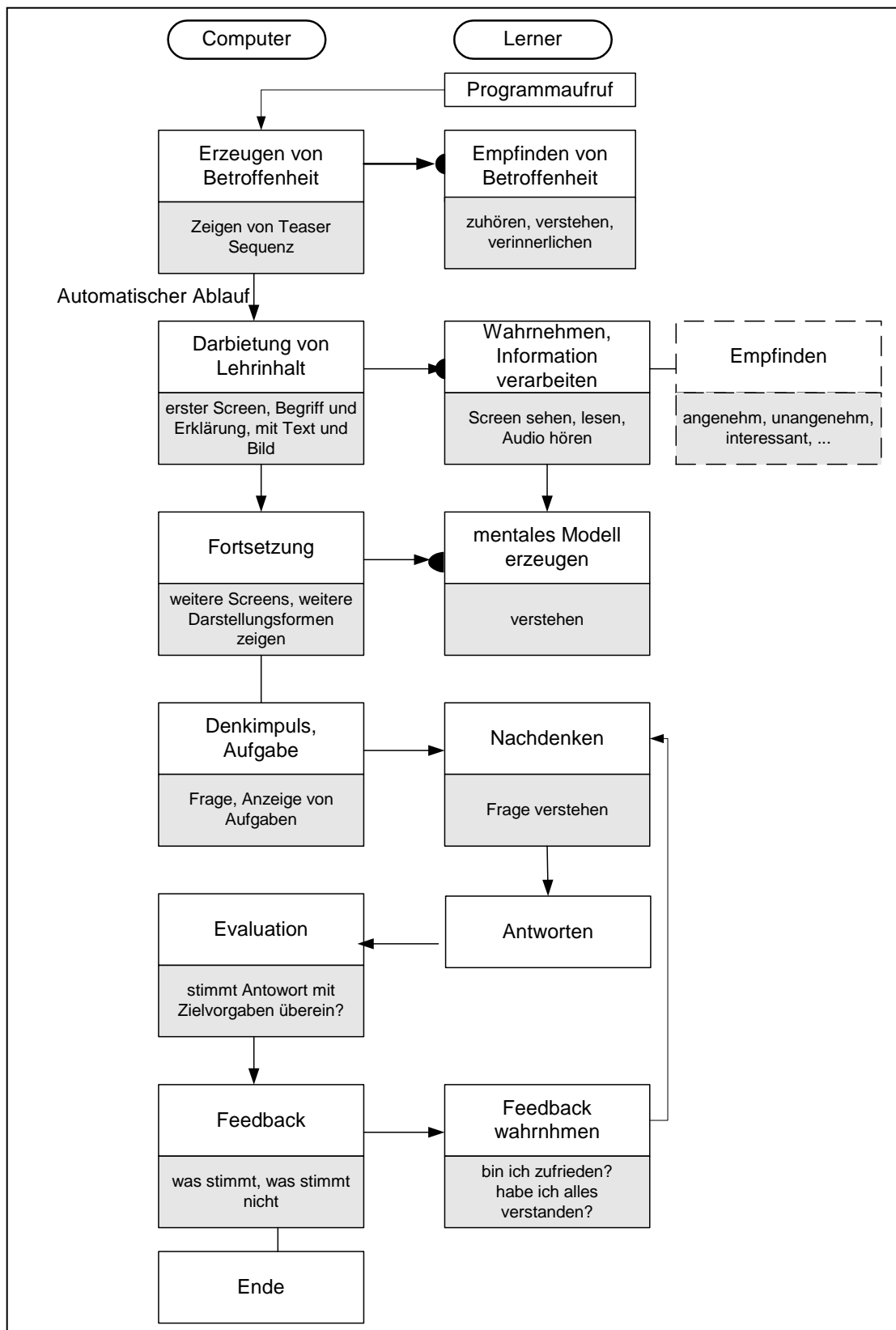


Abbildung 6 : Interaktionsschema der Lehrform *Begriffslernen* mit Lehrsoftware

Die Bedingungen für den Ablauf des Schemas und somit für das Erlangen von Lernerfolg sind vor allem die Folgenden:

- Betroffenheit, Motivation: Wird mit dem Teaser persönliche Betroffenheit erzeugt, ist die Wahrscheinlichkeit für ein weiteres Bearbeiten am größten.
- Ordnen der inhaltlichen Information zu einer Struktur: Das Bilden von Begriffen ist ein aktiver mentaler Prozess, der eine neue Struktur, neue Kategorien mit Ihren Vertretern und deren Eigenschaften, zur Folge hat. Die inhaltliche Information muss in einer für den Nutzer verständlichen und ordnungsfähigen Form aufbereitet und angeboten sein.
- Möglichkeit des Lernalers, nicht Verstandenes erneut zu betrachten oder andere Erklärungen zu erhalten: Beim Erreichen des letzten Frames steht für den Nutzer die Frage: „Verstanden oder nicht verstanden?“ – hier muss es bei negativer Antwort einen konstruktiven Wiedereinstieg geben.

Sind all diese Kriterien gewährleistet, bestehen gute Voraussetzungen, dass die Sequenz in der dargestellten Weise ablaufen kann.

#### 2.1.2.6 Anpassungsvorgänge in beiden Fällen

Ein großes Maß an Adaption lässt sich durch variable Erklärungsansätze erreichen. Anpassung geschieht in den genannten Fällen durch eine veränderte Form der Erklärung eines Begriffs. Dies kann entweder durch ein verändertes Medium (Bild statt Text) oder durch eine veränderte semantische Formulierung erzielt werden. Die Variation kann zum Beispiel in der Wahl der Beispiele liegen.

Eine weitere Möglichkeit der Anpassung ist die Wiederholung. Sowohl der Computer als auch der Lehrer können bereits Gesagtes wiederholen, wobei die Entscheidung für die Wiederholung vom Lehrer leichter getroffen werden kann.

Voraussetzung ist die treffende Analyse der Lernerantworten auf zuvor gestellte Verständnisfragen. Diese gelingt beim PC nur entsprechend vorgegebener Schemata, beim Lehrer sind durch aktive Konstruktionen mehrere Ergebnisse möglich. Aus der Analyse

folgt die Interpretation mit der Einschätzung, ob die Lernziele erreicht wurden. Konkret heißt das, die Einstellung und den Wissenszuwachs festzustellen.

Die Einstellung zu erfassen ist ohnehin schwierig. Für den Lehrer ist der Zugang über den nonverbalen Ausdruck ein Indiz, Information über die Emotion bezüglich des Themas zu erhalten. Das Programm hat diesen Zugang nicht, Meinungsbekundungen per Eingabe sind eine ungleiche Alternative.

Das Wissen zu erfassen ist in beiden Fällen durch Befragung möglich – unterschiedlich aber sind die Wege, mit dem Ergebnis umzugehen. Für den menschlichen Lehrer deutlich besser realisierbar ist die Möglichkeit, an den individuellen Antworten orientiert, gezielt Impulse zum Weiterdenken zu geben. Beim Programm hingegen können Denkimpulse gegeben werden, es braucht jedoch vordefinierte Auslöser.

#### 2.1.2.7 Anpassungsvorgänge in der Instruktionssituation allgemein

Für das Modell von Adaption im Unterricht soll zunächst die Instruktionssituation analysiert und auf ihre typischen Merkmale hin untersucht werden. Die Lehrperson widmet sich der gemischten Gruppe von Lernern mit dem Ziel, ein bestimmtes Maß an Sachinhalten, Einstellungen und Fertigkeiten zu vermitteln. Sie tut dies in einem bestimmten Moment, in einer bestimmten Verfassung. Die Lernenden haben unterschiedliche Vorbildung, verfügen über variierende kognitive Fähigkeiten, verschiedene Vorlieben und Charaktereigenschaften und befinden sich ebenfalls, genau wie die Lehrperson, in einer momentanen bestimmten Verfassung. Vermitteln soll bedeuten, die Lehrperson sorgt dafür, dass die Lernenden sich neue Begriffe aneignen, neue Einstellungen bilden und so eine neue Verhaltensdisposition erlangen.

Dieser Vorgang sei am konkreten Beispiel einer Unterrichtssituation dargelegt. Gehen wir bei der zu betrachtenden Unterrichtssituation von einer Gruppe Reha-Patienten aus, die zum Thema Rückengesundheit theoretisch geschult werden sollen. Die Patienten sind altersmäßig wie beruflich, intellektuell und sozial heterogen und weisen unterschiedliche Krankengeschichten auf. Das Ziel der Lehrperson ist es, konkretere Vorstellung von der Physiologie der Wirbelsäule zu erzeugen, um Verständnis über Ursachen

von Rückenbeschwerden zu erlangen. Hierfür wählt die Lehrperson Sprache, Bildtafeln und ein physiologisches Modell. Sie erläutert einen Teil im Vortrag, wobei die Patienten ins Unterrichtsgespräch einbezogen werden. Außerdem werden sie zu Übungen aufgefordert, um einige Muskelfunktionen zu erkunden.

Das beschriebene Geschehen beinhaltet einige als typisch herausstellbare Vorgänge, einerseits von der Lehrperson ausgehend (A), andererseits bei den Lernenden (B) ablaufend:

A: Prozesse von Seiten der Lehrperson

1. Wahrnehmung: Die Lehrperson registriert die Teilnehmenden. Beobachtbar sind Gestik, Mimik, Augenbewegungen, Handlungen (z.B. Beteiligung oder Abschweifen). Außerdem registriert die Lehrperson die räumliche Umgebung und im selben Moment auch sich selbst.
2. Interpretation: Bedeutungszuweisung aufgrund von Erfahrungswerten findet statt. Aufgrund persönlicher Erfahrung wie auch kultureller Hintergründe deutet die Lehrperson das allgemeine Lernerverhalten als Anteilnahme, Verständnis (z.B. Kopfnicken, Antworten), Antriebslosigkeit, Aggression (Wegblicken, Stirnrunzeln, Zwischenkommentare) oder Interesse (offene Augen, Mitschreiben, zugewandtes Gesicht). Das Wahrgenommene attribuiert sie entweder der eigenen Leistung oder fremden Ursprüngen zu (HEIDER 1958<sup>3</sup>)
3. Empfindung: Ein schwer beobachtbarer aber handlungsleitender Vorgang folgt (meist) darauf: das Wahrgenommene sorgt bei der Lehrperson für eine bestimmte Empfindung, z.B. Ungeduld bei trägen Lernern oder bei Verständnislosigkeit.
4. Handlungsmotivation: Die Emotion (hier: Ungeduld) treibt die Lehrkraft dazu, eine Handlung auszuführen (hier: sich etwas Motivierendes einfallen zu lassen.) Oder, wenn nicht emotional geleitet, sondern aus professionellem Ursprung: Die Lehrperson kennt den Nachholbedarf des Lerners und liefert deshalb die Information.

---

<sup>3</sup> Attributionstheorie

Der Prozess beinhaltet das Ziel, Informationen situationsangepasst zu übermitteln. Andernfalls hielte der Lehrer schlicht einen Monolog.

B: Prozesse von Seiten der Lernenden:

1. Motivation: Voraussetzung ist, dass die Lernenden sich dem Geschehen zuwenden
2. Wahrnehmung: Die Teilnehmer registrieren die Lehrperson. Sie hören Instruktionen, sehen Gestik und Mimik sowie bildliche Veranschaulichungen. Sie nehmen die Inhalte, aber auch die Umgebung, die Stimmung und sich selbst wahr.
3. Interpretation: Die angekommenen Reize werden von den Lernern jeweils in ihrer Art interpretiert. Das Ergebnis ist abhängig von persönlichen Mustern der Lernenden, also nicht automatisch bei jedem gleich.
  - a. Kognitive Verarbeitung: Die Botschaft durchläuft eine kognitive Verarbeitung (z.B. zunächst kurzzeitiges Memorieren und Einordnen der Information).
  - b. Emotionale Verarbeitung: Die Botschaft löst eine oder mehrere Emotionen aus (z.B. Betroffenheit).
4. Reaktion (Rückmeldung): Die Lerner zeigen eine Reaktion, die als Rückmeldung für die oder den Lehrenden dienen kann (z.B. Nachfragen).

Eine weitere Einflussgröße auf den Instruktions- bzw. Kommunikationsprozess sind die externen Bedingungen. Nicht in jeder Situation wirkt eine Lehrmaßnahme in gleicher Art. Deshalb ist die Lehrperson in ihrer Wahrnehmung auch auf diesen Faktor gerichtet und – als Teil des Systems „Interaktion“ – auch davon betroffen.

Erwähnenswert ist außerdem der Lehrinhalt, dessen Struktur das Vorgehen bestimmt.<sup>4</sup> Abgebildet in einem Lehralgorithmus zeigt sich die Feingliederung des Inhaltes, wobei jeweils bestimmte Voraussetzungen gegeben sein müssen, damit bestimmte Etappen erreicht werden können. Dies gilt allerdings vordergründig für lehrerzentrierten oder

---

<sup>4</sup> vgl. hierzu auch MONTESSORIS Materialien, die in ihrer Struktur den Lernvorgang determinieren

zumindest stark strukturierten Unterricht, bei dem alle Lernschritte plangemäß determiniert sein sollen. Offenere Formen, die auch entdeckendes Lernen beinhalten, werden hier nicht in allen Details übereinstimmen. Teilweise ist das gegeben, weil der Lehrinhalt in seiner Struktur eben genauso ‚entdeckt‘ wird. In anderen Fällen jedoch kann es möglich sein, dass Lernende einen eigenen Weg gehen und stofflich vorgesehene Etappen nicht in derselben Weise nachvollziehen, jedoch trotzdem zu einem für sie wertvollen Ergebnis gelangen.

Angelehnt an das Kommunikationsschema von KUNCZIK (1979) (vgl. Abb. 7) lässt sich der Prozess wie folgt beschreiben: Der Lehrer als Sender sendet den Lehrinhalt als Botschaft an den Empfänger – den Lerner. Gleichzeitig empfängt er unentwegt Signale vom Empfänger, der ebenfalls sendet. Das Senden und Empfangen ist durch Codierung und Decodierung gekennzeichnet, wobei es zu Verzerrungen kommen kann. Beide Interaktionspartner rezipieren und interpretieren außerdem sich selbst und ihre Umgebung. Sie haben jeweils gewisse Ziele, deren Verfolgung ihr Verhalten – auch innerhalb der Kommunikation – bestimmt.

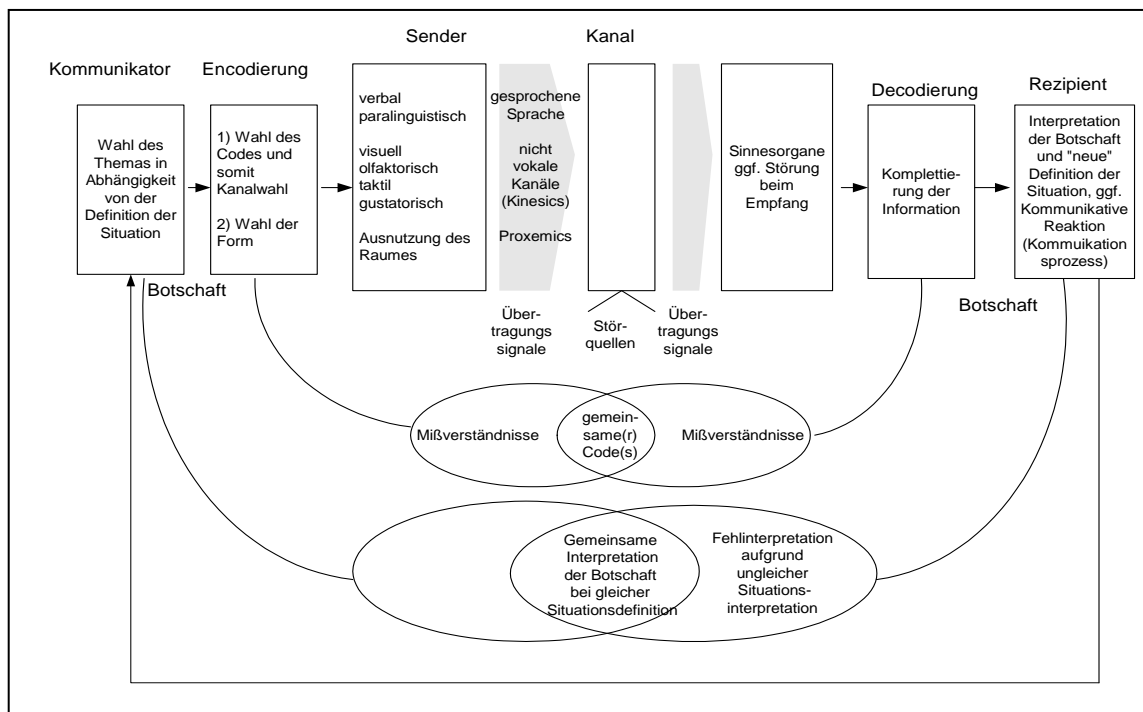


Abbildung 7: Kommunikationsmodell, KUNCZIK (1979)

Der Lehrer beginnt den Unterricht mit einer bestimmten Zielsetzung (vergleichbar mit dem Übermitteln einer Botschaft), für deren Erreichen er gewisse Maßnahmen geplant hat. Während er sich dieser bedient, observiert er die Reaktionen des Lerner, um festzustellen, ob sie zu dem erwünschten Ergebnis führen.

Mechanistisch gesehen ist festzustellen: Ein Lerneffekt wird dann ermöglicht, wenn der Sender eine Information gibt, die der Empfänger dekodieren kann. Diese Möglichkeit ist grundsätzlich gegeben, aber verschiedenen Hindernissen unterworfen („gebrochene Leiter“, „Störsender“) Der Lehrer wirkt steuernd und regelnd darauf ein und ist – wie die Relaisstation, die das Signal auffrischt – verantwortlich dafür, dass der Vorgang zustande kommt.

Dies gilt zunächst für Wahrnehmung und Kommunikation. Hinzu kommt aber noch ein weiterer Schritt, wenn nicht nur die Botschaft übermittelt, sondern auch memoriert, das heißt, ein Inhalt gelernt werden bzw. nachhaltig zu einer Veränderung der Verhaltensdisposition führen soll. Gemäß dem Schema des Lehralgorithmus dürfen die Lernenden erst dann fortschreiten, wenn sie eine bestimmte Stufe erreicht haben. Das Erreichen dieser Stufe überprüft die Lehrperson anhand einer entsprechenden Lernerrückmeldung, oft in Form einer Leistung.

### ***Die interpretierten Komponenten***

In der beschriebenen Situation werden von Sender und Rezipienten bestimmte Signale und konkrete Äußerungen wahrgenommen. Verbale Signale sind einerseits inhaltsbezogen, andererseits Äußerungen auf der Meta-Ebene, auf das Geschehen bezogen. Hierzu gehören auf Lehrerseite Fragen und Erklärungen von Fachinhalten, Anweisungen an Lernende, aber auch Äußerungen zur eigenen Befindlichkeit der Lehrperson. Sie können von Lernern durch akustische Wahrnehmung und kognitive Verarbeitung interpretiert werden.

Auf Lernerseite gehören zu den verbalen Signalen abgefragte Antworten zum Thema, Kommentare zum Geschehen oder Äußerungen zur eigenen Befindlichkeit. Die Interpretation der verbalen Signale kann bei unmissverständlicher Sprache (angemessener Code) zu eindeutigen Daten bezüglich Leistungsstand und Akzeptanz des Verfahrens führen.



Nonverbale Signale sind eine weitere Kategorie interpretierbarer Information. Gestik, Mimik, Verhalten im Raum, Verhalten in der Gruppe geben Aufschluss über Befindlichkeit allgemein und im Hinblick auf das Thema. Anhand der Mimik der Lernenden erkennt die Lehrperson z.B. deren Interesse, deren Fähigkeit dem Vortrag zu folgen, deren eigene Auseinandersetzung mit dem Thema, Authentizität vorausgesetzt. Wir alle kennen die Bemühungen gelangweilter Schüler, dennoch interessiert zu schauen. Bei Kenntnis der Lerner vermag die Lehrperson den Unterschied zwischen gespieltem und tatsächlichem Interesse zu erkennen.

Die direkte Beobachtung des Arbeitsverhaltens gibt dem Lehrer z.B. Aufschluss über affektive Zustände und Verhaltensdisposition. Zugewandtheit oder Abwendung zeigt sich - wie die Begriffe bereits sagen - u.a. durch Wenden des Körpers oder des Gesichts.

Realisate, also Leistungen oder erstellte Ergebnisse, stellen die dritte Kategorie der interpretierbaren Komponenten dar. Korrekt gelöste Aufgaben, vollständige Protokolle, eigene Zeichnungen der Lernenden sind Transferleistungen, die einen Hinweis auf das Verstehen der Botschaft und der Aufgaben geben. Die Qualität - das *Wie* - der Realisate gibt zudem möglicherweise Hinweise über die affektive Einstellung zum Thema..

Auf den drei beschriebenen Wegen empfängt die Lehrperson Signale von den Lernenden, die Rückmeldung zur erfolgreichen Vermittlung der Botschaft, zum Lernfortschritt und zur Akzeptanz geben. Der Prozess der Wahrnehmung ist die erste Stufe im interaktiven Vorgang der Unterrichtssituation.

### ***Einflüsse auf die Interpretation***

Ob eine Äußerung eher als Selbstoffenbarung der persönlichen Stimmung oder als Aufforderung, etwas für die Lernenden zu verändern, verstanden werden darf, liegt im Ermessen der signalempfangenden Lehrperson. Die Interpretation wird beeinflusst durch die persönliche Stimmung, (Vor-)Urteile über den Sender, Eindeutigkeit der gesendeten und empfangenen Signale („Das ist leider zu schwer für mich“ ist eindeutiger als „O-ooch, schon wieder so etwas Anstrengendes“), Kongruenz von verbaler und nonverbaler Kommunikation.

Das Vorhandensein von Störsendern, die die Signale verzerren, beeinflusst die Interpretation. Ein Beispiel: Ein Lerner beantwortet Aufgaben falsch, weil er die Fragen aufgrund einer bestimmten Formulierung nicht versteht. Der Lehrer nimmt als allgemeine situative Umstände an, der Lernende sei geistig nicht in der Lage, die Aufgabe korrekt zu lösen. Dass es am Sprachcode gelegen hat, wird nicht aufgeklärt.

Außerdem spielt die Möglichkeit der Justierung eine Rolle: Das Überprüfen der eigenen Hypothesen auf Richtigkeit lässt den Interpretierenden den zukünftigen Empfang bzw. die Deutung von Signalen noch verbessern. Die Interpretation als zweite Stufe des Kommunikationsprozesses führt dann zur Reaktion:

### ***Möglichkeiten der Reaktion***

Zwei Aspekte bestimmen den Anpassungsvorgang: Das eine ist das Repertoire an Möglichkeiten, etwas auszudrücken und an einen Empfänger zu senden, das andere sind die Möglichkeiten, auf das Feedback zu reagieren. So hat der menschliche Tutor die Möglichkeit, das Gesagte bei decodiertem und als solchem interpretierten Missverständnis zu wiederholen oder, bei weiterem Missverständnis, dessen Ursache zu ermitteln und das Gesagte in angepasster Form anders wiederzugeben. Folgende fünf Beispielfälle zeigen Möglichkeiten, auf interpretierte Sachverhalte zu reagieren. Die Fälle sind als Ausschnitt der Unterrichtsrealität zu verstehen, ebenso wie die Reaktionsalternativen:

Bei nicht erreichtem Verstehen:

- Wiederholung,
- Änderung der Modalform (zeichnen, vormachen),
- Änderung des Codes (Wortschatz),
- Wählen eines anderen Lernweges, schaffen einer neuen Voraussetzung.

Bei nicht vorhandener Motivation:

- Aufforderung,
- In Aussicht stellen eines externen Verstärkers.
- In Aussicht stellen eines impliziten Verstärkers (Neugier, kognitiven Konflikt schaffen, die Schönheit, Begehrlichkeit einer Sache aufzeigen).

Bei fehlendem Zutrauen:

- Für Ermutigung zu sorgen durch Beispiele, Zureden etc.

Bei mangelnder Auslastung:

- Zusätzliche Aufgaben oder erhöhte Transferleistung abzufordern, um den Grundtonus zu erhalten.

Bei fehlender Selbststeuerungsfähigkeit:

- Steuernd einzugreifen und Entscheidungshilfen zu geben.

Die Lernenden haben wiederum Möglichkeiten, in ihrem Rahmen auf die Lehrperson zu reagieren:

- Interpretation einer Aufforderung als persönliche Beleidigung und Leistungsverweigerung.
- Interpretation einer Aufforderung als Impuls und verstärkte Mitarbeit.

Wesentlich für beide Seiten ist vor allem die Möglichkeit der Metakommunikation, das heißt, das Verfahren an sich zu diskutieren und ggf. spontan zu verändern. Bezeichnend ist außerdem die Möglichkeit auf Seiten der Lehrperson, nicht nur planmäßig auf vorgefertigte Lösungen zurückzugreifen, sondern neue Lösungen (Texte, Erklärungen, Zeichnungen) zu generieren: Kreativität und divergentes Denken als besondere Problemlösungsstrategien.

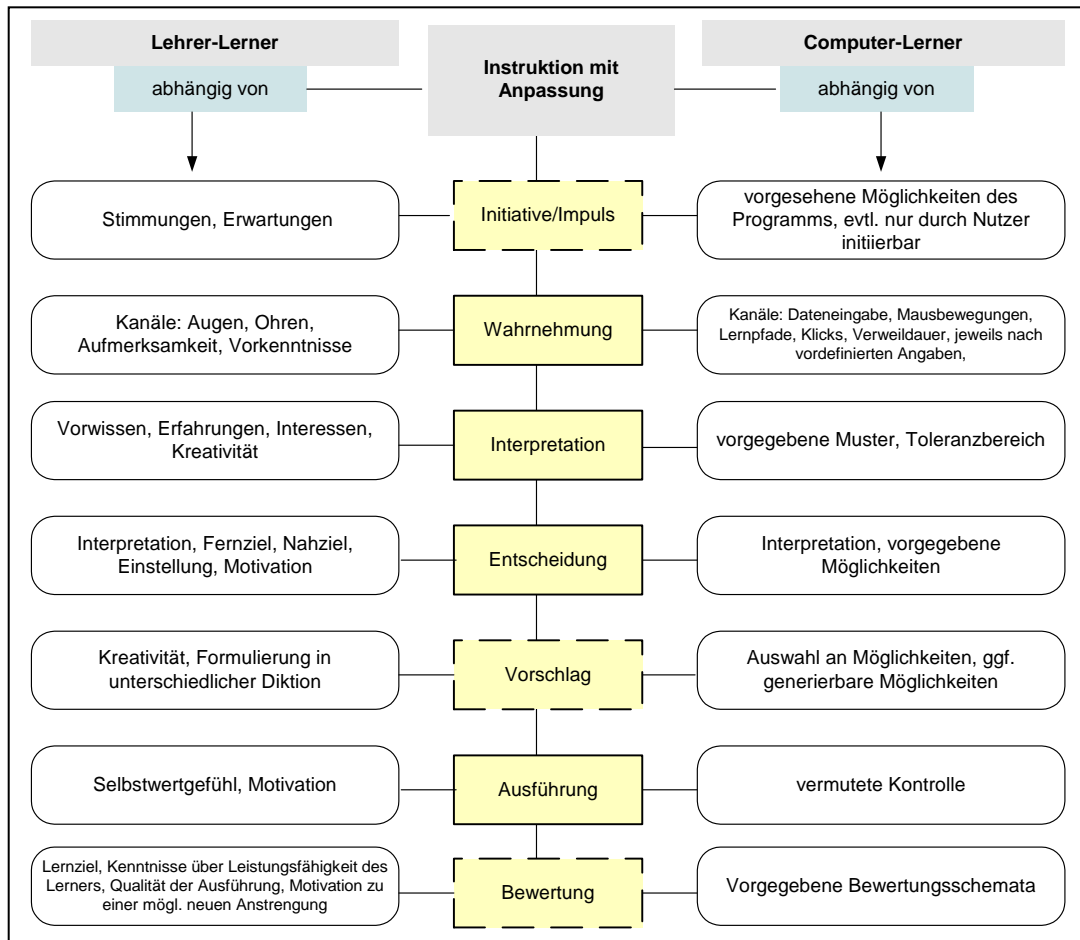


Abbildung 8: Zusammenfassendes Schema

Die zusammenfassende Abbildung zeigt die einzelnen Schritte innerhalb der Instruktion und die jeweiligen Komponenten, die in der Lehrer-Lerner-Situation bzw. gegenüber gestellt, in der Computer-Lerner-Situation einen Einfluss darauf haben.

### Zusammenfassung

Anhand der aufgezeigten Mechanismen und Beispiele wird augenscheinlich, dass Unterricht durch mannigfaltige Anpassungsvorgänge geprägt ist. Es ist zu beobachten, dass sich die Lehrperson an die Lernenden im Hinblick auf Ihre Möglichkeiten anpasst. Das lässt sich daraus schließen, dass sie auf einen Lerner anders als auf einen anderen reagiert. Sie verfährt mit einer Klasse anders als mit einer anderen. Sie passt sich hierbei unter anderem an die Arbeitsbereitschaft, an Verstehensprozesse, an den Leistungsstand, an Interessen und an Vorwissen an. Diese Anpassungsvorgänge sind abhängig

von der Diagnose der Lehrperson. Sie verändert *dann* Ihr Vorgehen, wenn die geplante Methode nicht zum gewünschten Ergebnis zu führen scheint oder wenn Signale von den Lernenden kommen, die ein anderes Verfahren erfordern. Entsprechende Reaktionen bzw. Methoden sind u.a. Wiederholungen, verändertes Arbeitstempo oder Lernwege, unterschiedliche Modalformen oder Sozialformen im Unterricht.

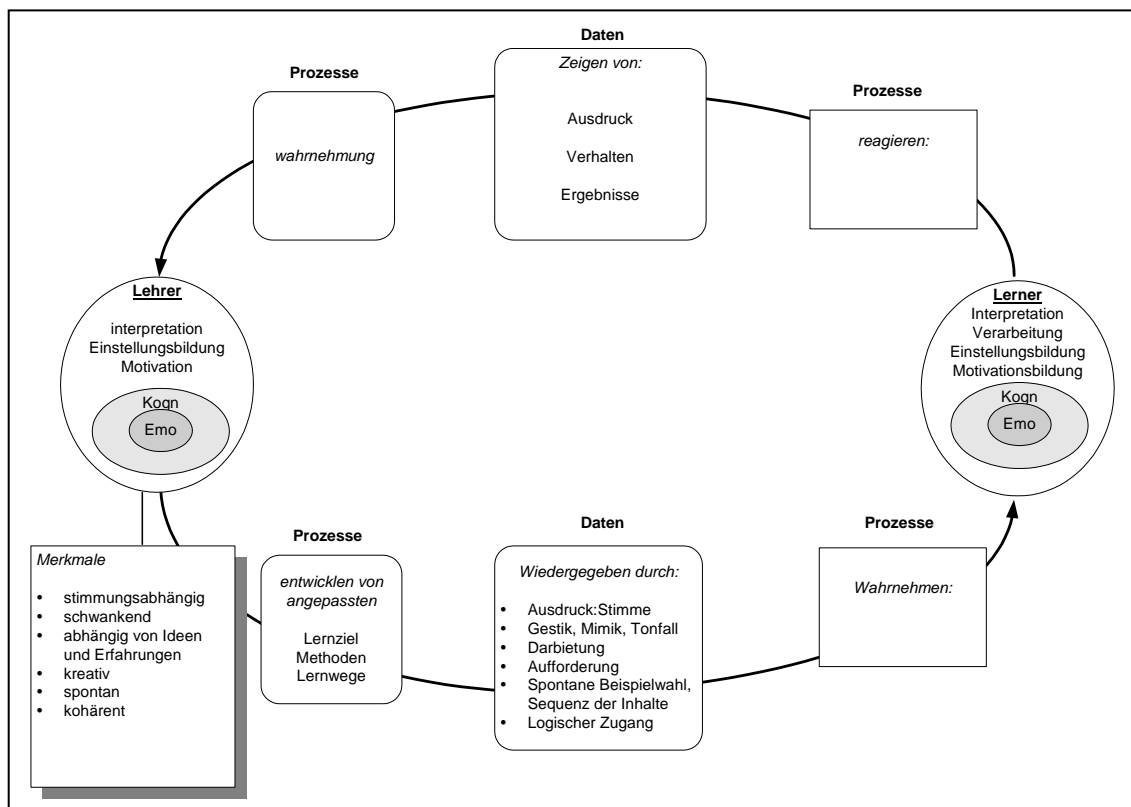
Mit anderen Worten, ein menschlicher Lehrer ist ein sehr flexibles System, das über zahlreiche Sensoren verfügt und dem sich, aufgrund gesammelter Erfahrung, zahlreichen Interpretationsmöglichkeiten und mannigfaltigen Handlungsalternativen bieten. Soll also ein computergestütztes Lehrsystem angemessen und leistungsfähig unterrichten, muss es gewisse Qualitäten in diesem Bereich aufweisen - eben weil Lernende in ihrer Vielfalt an Eigenschaften nicht identisch beschult werden können.

## **2.2 Modelle von Adaptionleistungen im Vergleich**

Aus den oben beschriebenen Details werden nun, wie zu Beginn des Kapitels 2.1.1 formuliert, generelle Schemata abgeleitet, die das Wesentliche an menschlicher Adaptionleistungen und demgegenüber das Wesentliche technischer Adaptionleistungen hervorheben.

### **2.2.1 Modell menschlicher Adaptionleistungen**

Ausgegangen wird hier von einer Eins-zu-eins-Situation zwischen Lehrer und Lerner. Das allgemein festgesetzte Lernziel ist die Maßgabe, an der sich der Lehrer orientiert, während er seine steuernden Maßnahmen plant, um den Lerner dem Ziel etappenweise näher zu bringen.



**Abbildung 9: Modell menschlicher Adaptionsleistungen**

In seine Entscheidungen fließen mehrere Faktoren ein; diese haben zum Teil mit Wissen, Kenntnissen und Bewusstsein zu tun, zum Teil auch mit Empfindung, Befindlichkeit, Einstellung (z.B. gegenüber dem Lerner) und Motivation (einen Lehrerfolg zu erzielen). Das Mitspielen dieser Faktoren zu jedem Zeitpunkt einer Entscheidung oder Handlung im Instruktionsgeschehen kennzeichnet (besonders) eine lehrende Person.

Nach dem Erfassen des Lernziels und einem Abschätzen der möglichen Lernerigenschaften (anhand von momentan aufgenommenen Signalen über Arbeitsbereitschaft, Interesse, Aufmerksamkeit ...) entwickelt der Lehrer den erfassten und interpretierten Umständen entsprechenden (Teil-)Lernziele, Lehr- und Arbeitsmethoden und ggf. angepasste Lernwege. Die Anpassung des Lernziels gestaltet sich dabei in Bestimmung der Schrittweite (Pacing), also quantitative Struktur, aber auch qualitativer Ausprägung. Dementsprechend fällt die Methodenwahl aus, die Art der Darbietung, der Veranschaulichung, der Ansatz der Vermittlung von Kenntnissen und Fertigkeiten (Bsp. entde-

ckendes Lernen vs. rezeptives Lernen, mechanisches vs. sinnvolles Lernen, Problemlösen, kooperatives Lernen, etc.).

Die so entwickelten Maßgaben setzt der Lehrer in wahrnehmbare Handlungen und dargebotene Inhalte um. All diese Maßgaben können in sich variieren. Bei der Darbietung der Inhalte wählt der Lehrer eine Form nach bestimmten Kriterien. Er legt die Präsentationsform, die Beispiele und den logischen Zugang fest und wählt die angemessene Lernsequenz aus. Der Lerner soll mit diesen Inhalten nicht nur konfrontiert werden, er soll sie in bestimmter Weise verarbeiten. Dafür gibt der Lehrer steuernde Anweisungen, die wiederum von den Umständen abhängig sind. Während er dies tut, zeigt er einen bestimmten Ausdruck, erkennbar an Mimik, Gestik, Stimme und weiteren Ausdrucksformen wie proxemischem und sozialem Verhalten gegenüber dem Lerner. Diese Daten nimmt der Lerner wiederum wahr. Dem Prozess des Sendens steht der Prozess des Rezipierens gegenüber. Beide Vorgänge verlaufen nicht zwangsläufig nacheinander, wie der Ausschnitt der Graphik suggerieren könnte. Betrachtet man die Graphik mit Abstand und im Ganzen, so wird augenscheinlich, dass es keinen Anfang und kein Ende gibt, sondern dass vielmehr Prozesse nahezu zeitgleich und interdependent ablaufen.

Der Wahrnehmungsprozess seitens des Lerners enthält schwerpunktmäßig die Komponenten „hören“ und „sehen“, wobei das tatsächliche Aufnehmen der Information ins Arbeitsgedächtnis<sup>5</sup> von der Aufmerksamkeit abhängt. So stellt die gesamte Umgebung inklusive der Person des Lehrers eine Fülle visueller und auditiver, aber auch olfaktorischer, taktiler und ggf. gustatorischer Reize dar. Das bedeutet, die Wahrnehmung des vom Lehrer Gemeinten findet zeitgleich mit der Wahrnehmung anderer Information statt. Verläuft der Prozess günstig, so nimmt der Lerner das Dargebotene (möglichst ungefiltert), die steuernden Anweisungen und den Ausdruck des Lehrers als motivierende und rückmeldende Komponente klar und deutlich wahr. Informationsquellen sind hier die visuelle oder objekthafte Darbietung des Inhalts, das Lehrerverhalten, dessen Ausdruck. Diese Reizinformation trifft beim Lerner auf eine Person, die durch das Vorhandensein von Emotionen sowie durch bestimmte kognitiver Strukturen, Kenntnisse,

---

<sup>5</sup> Quelle zu Gedächtnistypen: GOLDSTEIN (1997)

Fertigkeiten, Fähigkeiten, bestimmte Vorlieben und Motivation geprägt ist. Die wahrgenommenen Reizinformationen werden vom System „Lerner“ verarbeitet und interpretiert. Es kommt zum Speichern bestimmter Information, Wissensinhalte und möglicherweise auch zur Veränderung der Einstellung und der Motivation.

Motivation ist Voraussetzung für eine aktive Handlung des Lerners im Austausch mit dem Impuls durch den Lehrer. Doch auch ohne bewusst auf die Darbietung und Aufforderung des Lehrers zu reagieren, zeigt der Lerner in jedem Fall Reaktionen, die sich in Form der Daten „Ausdruck“, „Verhalten“ und „Leistungsergebnisse“ niederschlagen. Der Ausdruck ist beispielsweise von Stimmung und Motivation geprägt und lässt, ob bewusst oder unbewusst gewählt, Rückschlüsse über den Interessens- und Motivationszustand zu. Die Leistungsergebnisse zeugen von dem Grad des Verständnisses und auch das Verhalten, nämlich das Arbeitsverhalten oder das evtl. zu erwerbende Zielverhalten in dem jeweiligen Expertisegrad, gibt Aufschluss über dieses Lernstadium. All diese Daten werden vom Lehrer wahrgenommen, wiederum interpretiert und mit dem Lernziel und dem vermuteten Potential des Lerners abgeglichen.



## 2.2.2 Modell technischer Adaptionsleistungen

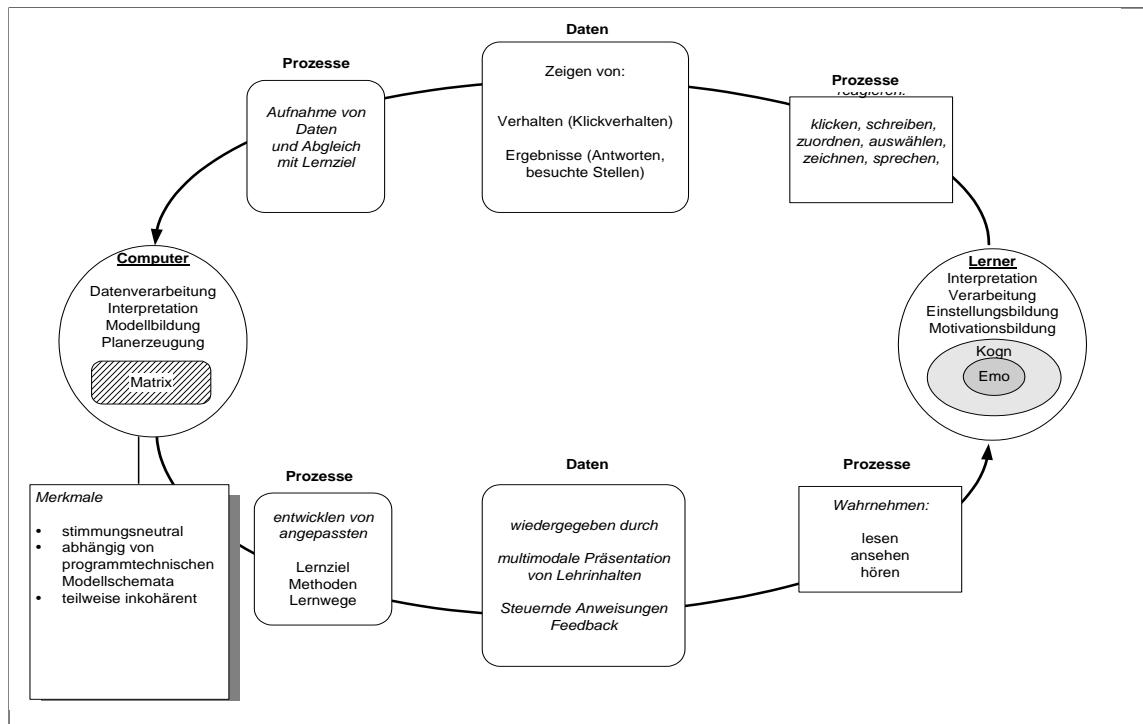


Abbildung 10: Modell technischer Adaptionsleistungen

Das Modell technischer Adaptionsleistungen (vgl. Abb. 10) zeigt vom Aufbau her dasselbe Schema wie das Modell menschlicher Adaptionsleistungen. Wesentlicher Unterschied ist die Kontrollinstanz des technischen Systems, die hier als Matrix dargestellt ist. Der Computer verarbeitet Daten stimmungsneutral, die Interpretation dieser Daten geschieht auf Basis der vorgegebenen Matrix und kann je nach Komplexität des Systems entweder eindimensionale Schlüsse ziehen, oder auch im Laufe der Zeit, wie der menschliche Tutor, dazulernen und neue Interpretationsmuster ergänzen. Auf der Interpretation aufbauend folgt die Bildung eines Modells (oder auch mehrerer Modelle). Je nach Gestalt des technischen Systems gibt es nur ein Modell über den Lerner oder ergänzend eines über die erfolgreichen Lehr- und Lernhandlungen. Dieser Punkt ist bei der Konzeption skalierbar. Aus dem Modell resultiert anschließend nach bestimmten Regeln die Erzeugung von Plänen zur Vorgehensweise bei der Instruktion. Daraus entwickelt (siehe: *Prozesse*) das Lehrsystem im Idealfall entsprechend angepasste Lehrziele, Methoden und Lernwege. Die Information wird wiedergegeben durch multimodale

Präsentation von Lehrinhalten einerseits und steuernde Anweisungen und Feedback andererseits. Diese Daten werden in Wahrnehmungsprozessen vom Lerner in irgend einer Form aufgenommen, beispielsweise durch hören oder sehen. Die Interpretationskomponenten beim Lerner sind genauso gegeben wie im der Lernsituation mit dem Lehrer, nur liegen vielleicht andere Gewohnheiten vor.

Die Möglichkeit der Lerner, mit dem Programm zu kommunizieren und die Ergebnisse der eigenen kognitiven wie affektiven Lernprozesse besteht Aktionen wie Eingabe (klicken, schreiben), zuordnen, auswählen, zeichnen und sprechen. Daraus entstehen wiederum für das technische System Daten wie Klickverhalten und Leistungsergebnisse (Antworten, besuchte Seiten etc.) Mit der Aufnahme dieser Daten durch das Programm schließt sich der Kreis.

### 2.2.3 Adaptive Elemente beider Modelle

Die Adaption ist gekennzeichnet durch Diagnoseprozesse einerseits und reagierendes Verhalten andererseits. Die Daten, die Gegenstand der Diagnose sind, können vom Lehrer mit mehreren Sinnen aufgenommen und nach unterschiedlichen Kriterien (Verständnis, Expertise, Einstellung ) eingeordnet werden, wobei Fehler nicht auszuschließen sind.

So ist der Lehrer in der Lage, Verhalten und mimischen Ausdruck genauso zu verarbeiten wie Lernerdaten aus Arbeitsergebnissen. Die Tatsache, dass der Lehrer diese Momente erinnern und mit vorherigem sowie auch nachfolgendem Wissen in Verbindung bringen kann, verleiht ihm die Möglichkeit, nicht nur den Status quo, sondern auch Entwicklungen festzuhalten und Prognosen über mögliche weitere Entwicklungen abzugeben. Das heißt, der Lehrer baut ein Lernerbild auf, welches Daten über dessen Leistungen, Vorlieben, Verhaltensgewohnheiten und Kompetenzen enthält. Dieses stellt er dem Lernziel gegenüber und evaluiert den notwendigen weiteren Fortgang. Dieses Modell verändert sich kontinuierlich, weil der Lehrer mit jeder eigenen Handlung automatisch neue Daten erhält.

Im Abgleich des Lernermodells mit dem Lernziel plant der Lehrer weitere Lehrschritte. Das Ergebnis dieser Planung hängt zusammen mit seiner Erfahrung an Methoden, Kreativität, mit seiner Einstellung gegenüber dem Lernenden, Erfolgserwartung und seiner Leistungsmotivation. Das weitere besondere adaptive Element des menschlichen Lehrers sind seine Reaktionsmöglichkeiten. Er kann Feedback gezielt jeder Dimension des Lernerverhaltens zuordnen und in feinsten Graden abstufen. Als Ausdrucksformen stehen ihm neben Sprache auch mimische und stimmliche Mittel zur Verfügung.

Hier sind also zwei besondere Eigenschaften festzuhalten, die genaue sachliche Bezugsmöglichkeit und die Abstufung des Feedbacks. Hinzu kommt die Möglichkeit, spontan, humorvoll und kreativ sein zu können, was die Motivation des Lerners erhöhen kann und was intelligente Lösungswege ermöglicht.

Insgesamt hat der Lehrer ein großes Repertoire an Möglichkeiten, einerseits zu analysieren und zu interpretieren, andererseits auch zu reagieren. Dieses Repertoire ist allerdings individuell unterschiedlich und selbst beim einzelnen Lehrer nicht immer gleich sondern stimmungsabhängig.

Mit einem vorgegebenen und ausgewählten Lernziel bietet der Computer ein bestimmtes Schema zum Erreichen dieses Zieles an. Das Schema enthält Teillernziele, Methoden und Lernwege und wird wiedergegeben durch die Lerninhalte in Form von multimedialer Präsentation, und zwar auf dem Bildschirm (oder ggf. auf begleitenden Printmaterialien). Zur Vermittlung der Lerninhalte gibt das Programm außerdem steuernde Anweisungen an den Lerner ab. Dies können schriftliche oder auditiv-verbale Handlungsanweisungen sein. Neben steuernden Anweisungen ist das Programm außerdem in der Lage, regelnde Hinweise, sprich Feedback, an den Nutzer zu richten. Dies ist dann der Fall, wenn der Nutzer bereits Eingaben oder Handlungen im Programm getätigt hat.

Wichtig hierbei im Vergleich zum menschlichen Lehrer ist das Fehlen spontaner Ausdruckskomponenten. Alles, was auf dem Bildschirm erscheint, entspringt einem im Vorwege erdachten Schema. Fraglich bleibt die Einordnung von Fällen, in denen Inhalte auf Basis von Zufallsgeneratoren, Fuzzy-Logik oder Bayes'schen Netzen dynamisch generiert werden. Diese Vorgänge sind situationsbezogen und abhängig und nicht konkret vorhersehbar, von daher kann hier doch von Spontaneität gesprochen werden.

Das Dargebotene nimmt im nächsten Schritt der Nutzer auf, wobei seine einzige Informationsquelle der Rechner (aus Nutzersicht Bildschirm und Soundboxen) und eventuell Zusatzmaterial sind.

Im Gegensatz dazu nimmt er beim Lehrer die vermittelnde Instanz mit ihrer Persönlichkeit und Rolle zugleich wahr und ist automatisch auch Teil eines sozialen Systems, mit der Implikation, dass Beziehung inhaltlicher Bestandteil der Kommunikation ist.

Im Fall des rechnergestützten Unterrichts ist vordergründig nur eine Sachebene vorhanden, jedoch entsteht durch die Art der Anweisungen und des Feedbacks eine kommunikative Situation, die auch Wesenszüge einer Beziehungsebene aufweisen kann.<sup>6</sup> Nachdem der Lerner die Information aufgenommen hat, folgen auch hier Vorgänge des Speicherns, der kognitiven Verarbeitung und der Interpretation (Wohin gehört diese Information, was bedeutet sie für mich, was resultiert daraus?).

Anschließend zeigt der Lerner Reaktionen, wobei das, was das System verarbeiten kann, lediglich Tätigkeiten wie Klicken, Schreiben, Zuordnen, manchmal auch Zeichnen oder Sprechen sind, also physische Handlungen, die zu der Schnittstelle passen müssen.

Was das Programm als Daten erhält, ist das allgemeine Nutzerverhalten einerseits, repräsentiert durch Lernwege, aufgerufene Funktionen und Optionen, sowie die Nutzungsdauer einzelner Sequenzen respektive des gesamten Programms. Weitere Daten erhält es andererseits durch konkrete Kommunikation an Eingabeschnittstellen, bei Übungsaufgaben, so beispielsweise angekreuzte Lösungen, Texteingaben, aber auch Zeichnung, Spracheingabe und andere Interaktionsformen. Der Computer nimmt diese Daten per Schnittstelle auf und kann sie entsprechend seiner Matrix verarbeiten und mit dem Sollzustand des Lernziels vergleichen.

Im Gegensatz zum Lehrer vermag das Programm vollständig, alle an die Schnittstelle gelieferten Daten zu speichern. Selektionsprozesse und Interferenzen finden nicht statt. Jedoch stehen für die Auslegung weniger Referenzdaten zur Verfügung. Gerade mimischer Ausdruck, Äußerungen lauten Denkens, wie „Das verstehe ich nicht“, helfen, eine ausbleibende Antwort einzuordnen. Die Schnittstelle im Programm sieht aber in der Regel nur die Eingabe ohne Zusatzkommentare oder Rückfragemöglichkeiten vor.

---

<sup>6</sup> Lerner, die mit ihrem PC sprechen; so auch der Aspekt des „Role-Taking“, der in der heuristischen Usability Evaluation konkret bewertet wird.

Entscheidend für die Adaptionmöglichkeiten ist die Matrix des Programms. Welche Nutzerdaten werden registriert? Gibt es Regeln über die Interpretation bestimmter Inhaltstypen? Inwiefern wird „dazugelernt“ und ein Nutzerprofil erstellt (vgl. neuronale Netze), so dass Entscheidungen nicht mehr eindimensional getroffen werden, sondern auf der Basis von abgewogenen Wahrscheinlichkeiten, von bestimmten Zusammenhängen?

Sind „intelligente“ Entscheidungen bezüglich der Unterstützungsbedürfnisse für den Lerner getroffen, stellt sich im nächsten Schritt die Frage nach der angemessenen Reaktion. Ein Computer verfügt über andere didaktische Möglichkeiten als ein menschlicher Lehrer. Eine Form der Reaktion kann ein intelligenter Dialog, ein Teil des Lehrgesprächs, sein. Die Ausgabe von Text, auch auditiv, stellt nicht das Problem dar, das Generieren einer semantisch angemessenen Antwort auf eine Lernerfrage setzt jedoch ein komplexes System der Spracherkennung voraus. Häufiger vertreten sind aber Matrizen, die im größeren Rahmen Reaktionen zeigen und dem Lerner Richtlinien vorgeben. Oft wird das Problem der unzureichenden Diagnosemöglichkeit dadurch gelöst, dass der Lerner den Vorschlag erhält, sich selbst für eine der angebotenen Methoden zu entscheiden. Hier wird also der Schwerpunkt von Adaptivität auf Adaptierbarkeit verlegt.

### **2.3 Zusammenfassung**

Der Computer lässt sich definieren als informationsverarbeitendes System, das sich in einem wechselseitigen Interaktionsprozess befindet, der die Übertragung eines Lerninhalts zum Ziel hat. Einzelschritte in dem Prozess richtet das System einerseits an den Komponenten Lernziel und wahrgenommener Information andererseits aus. Je nach Lehrinhalt können unterschiedliche Aspekte wahrnehmbare Indikatoren für den Lernfortschritt sein. Das adaptive Programm verfügt über Rezeptionskanäle und eine Matrix zur Verarbeitung des Wahrgenommenen. Die vom Lehrer ausgegebenen Daten müssen zu den Rezeptionskanälen und zur Matrix passen (bzw. umgekehrt). Entscheidend ist, dass die Matrix, zu geeigneter Modellbildung fähig ist. Hierfür muss der Lernerzustand im Vergleich zum Sollzustand erfasst werden. Das setzt eine formale und inhaltliche Analyse der Diskrepanz voraus. Diese Leistung ist besonders anspruchsvoll und auch für menschliche Lehrer oft nicht möglich, weil sich der Ist-Zustand nicht voll erfassen

lässt. Daher findet die Modellbildung anhand bestimmter reduzierter Parameter statt. Um für alle Lerner ein Erreichen des Soll-Zustandes zu ermöglichen, sind verschiedene Wege als Alternativen notwendig. Orientiert an Verstehensprozessen heißt das z.B., dass der Inhalt in dem Modell strukturell abgebildet sein muss und dass durch Analyse des Inhalts unterschiedliche mögliche Variationen seiner Abbildung erzeugt werden. Außerdem bedarf es einer Entscheidung, welche Lernereigenschaften indizieren, dass eine bestimmte Struktur angeboten wird.

Aus konstruktivistischer Sicht ist es undenkbar, dass alle Lerner denselben Weg gehen. Ihren unterschiedlichen Auffassungsmustern kann mit verschiedenen Angeboten unterstützend begegnet werden. Dabei ist wichtig festzulegen, wonach sich entscheidet, welche Form angeboten werden sollte. Lehrer greifen hier auf Wissen (nicht nur Information) zurück, sie haben Erfahrung. Im adaptiven Lernprogramm muss diese Erfahrung im Vorwege eingebracht werden, d.h. bei der Erstellung hilft das Wissen des Autors, diese Varianten zu gestalten. Nur geht er antizipierend und nicht reaktiv vor.

Des Weiteren sind die Indikatoren zu identifizieren, nach denen für die entsprechenden Wege entschieden wird. Das entspricht der Frage: Zu welchem Lerner passt welches Muster? Wie das Adaptionsschema (Kreisgraphik, Abb10) zeigt, werden die Signale kommuniziert, wobei nur die Elemente erfasst werden können, für die auf Seiten des Systems Rezeptoren und Verarbeitungseinheiten existieren.

Voraussetzung für eine gute Matrix ist, dass feststeht (sofern möglich), woran die Lernereigenschaften erkannt werden können. Mit anderen Worten: Woher weiß der Rechner, dass der Nutzer abstrakte Darstellungen und grobe Klassifizierungen verarbeiten kann?.

Diese Eigenschaften oder Vorlieben kennt auch ein menschlicher Lehrer nicht unbedingt und auch ein Lerner kann nicht unbedingt im Vorwege entscheiden, welche Form ihm am besten entspricht, denn dazu muss er sie erst gesehen haben.

## 3. Analyse der Problemlage: Teil II

### 3.1 Differenzierung

Das Thema der Differenzierung im Unterricht hängt unmittelbar zusammen mit der Anpassung von Lehrinhalten und Methoden an individuelle Bedürfnisse. Während es bei dem Begriff der Adaption stets um die Möglichkeiten des Eingehens auf *ein* lernendes Individuum geht, richtet sich der Focus bei Differenzierungsansätzen stets auf eine *Gesamtheit* an Lernern. Die zentrale Frage lautet also nicht nur: "Wie kann der Lehrer dem Einzelnen gerecht werden?" sondern auch: "Wie kann der Lehrer allen Lernern gemeinsam gerecht werden?"

Mit Differenzierung ist einerseits das „variierende Vorgehen in der Darbietung und Bearbeitung von Lerninhalten, zum anderen die Einteilung bzw. Zugehörigkeit von Lernenden zu Lerngruppen nach bestimmten Kriterien [gemeint]. Immer geht es um die Optimierung von Lernprozessen in individueller wie sozialer Hinsicht.“ (BÖNSCH 1997, S. 336). Die Hauptanforderung liegt in der Kombination von Förderung individueller Leistungen und sozialer Integration.

Die folgende Graphik bietet einen Überblick über den Umfang an Differenzierung im schulischen Bildungsbereich.

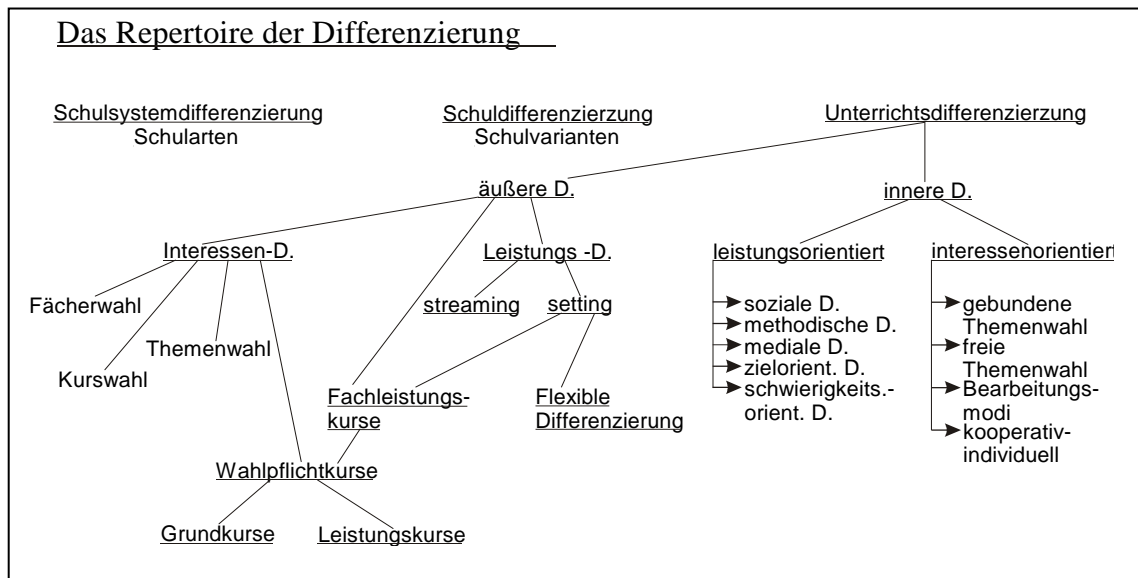


Abbildung 11: Übersicht Differenzierungsarten, vgl. BÖNSCH (1997, S. 336)

Die Graphik zeigt, horizontal gelesen, eine Unterteilung in Schulsystem-, Schul- und schließlich auch Unterrichtsdifferenzierung. Zusammengefasst ergibt sich eine Unterteilung in äußere und innere Differenzierung. Diese Formen wiederum lassen sich unterteilen in eine leistungsorientierte oder interessenorientierte Sparte.

Auf ihrem Ausbildungsweg werden Lerner erstmals bei der Auswahl von Schulart und Kursen nach bestimmten Kriterien eingeteilt. Diese Stufe wird als äußere Differenzierung bezeichnet. Innerhalb der Sekundar-Schule können zum Teil Fächer, Themen und Kurse gewählt werden, eine Einteilung in anspruchsvollere und basalere Kurse erfolgt. Zu unterscheiden ist zwischen „streaming“, welches auf Gesamtschulsysteme zutrifft, und „setting“, einer Fachleistungsdifferenzierung. Innerhalb einer Klasse wiederum bestehen im Unterricht weitere Möglichkeiten der Unterteilung, zum Beispiel nach Schwierigkeitsgrad (leistungsorientiert), Themengebiet oder Arbeitsform (interessenorientiert). Hier findet entsprechend Innere Differenzierung statt. Dieser Punkt soll im unteren Kapitelabschnitt mit besonderem Interesse betrachtet werden.

Im Unterricht bieten sich Möglichkeiten, auf unterschiedlichen Stufen nach Leistung bzw. nach Interessen zu differenzieren. Die Vorgabe der Lernziele, des Schwierigkeitsgrades der Aufgaben, der Arbeitsmethoden, der Medien sowie auch der Gruppenzu-



sammenstellung stellen einige Beispiele dar. Die Zusammenstellung der Gruppen, die Wahl der Themen oder der Medien kann aber auch freigestellt sein - hier liegt zumeist keine Staffelung nach Schwierigkeitsgrad, sondern schlicht eine Themen- und Formenvielfalt vor, aus der die Lerner wählen können. Da dazu erhöhter Vorbereitungsaufwand erforderlich ist und die Überwachung des Fortschrittes sowie der Vergleich der Ergebnisse größere Probleme bereitet, wird auf die Form der internen Interessendifferenzierung gern verzichtet (vgl. ebd.).

Insgesamt lässt sich sagen, dass Leistungsdifferenzierung bei weitem mehr Beachtung im heutigen Lehrsystem erfährt, "weil die Qualifikations- und Selektionsfunktion der Schule bis heute eine größere Rolle spielt als die Förderungs- und die Kreativitätsfunktion." (ebd. S. 336).

Da aber in erster Linie eine Orientierung an Leistung stattfindet und damit verbunden Homogenität erwünscht ist, bleibt für manches heterogen orientierte Modell wenig Raum. Dennoch existieren Modelle mit heterogenen Gruppen, in denen eine Balance zwischen Integration und Leistung angestrebt wird. Dabei ergeben sich spezifische Vor- und Nachteile. Das Modell des "Setting"(Gruppieren nach Fachleistung) bringt erneut partielle Homogenität, birgt jedoch die Gefahr der Verfestigung von Gruppen, womit wieder ein ähnlicher Zustand wie bei schulsystemgetrennten Gruppierungen auftritt. Im Gegenzug bietet flexible Differenzierung zielerreichendes Lernen für alle, jedoch liegt bei den Lernzielen eine Mischung aus Basis und Additum vor, die erstens jeweils definiert und zweitens überprüft und bestätigt werden muss.

Ähnlich verhält es sich in der Stufe der Binnendifferenzierung im Unterricht. Auch hier wird mit heterogenen Gruppen gearbeitet und Aufwand ist in Form von Vorbereitung und Kontrolle erforderlich.

### 3.1.1 Modelle zur Binnendifferenzierung

Um innerhalb des Unterrichts ein Thema für die heterogene Lernergruppe aufzubereiten, ist die Differenzierung an verschiedenen Stellen nötig, wofür sich mehrere Ansatzpunkte ergeben (vgl. ebd. S. 339); Zum ersten um die Aufbereitung des Stoffes nach

Anspruch, Inhalt und Bearbeitungsformen, zum zweiten um die Diagnose der Lernereigenschaften und zum dritten um die eigenständige Auseinandersetzung des Lerners mit seinen Möglichkeiten und dem Pensum. Diese Schritte sind parallel und nicht chronologisch oder hierarchisch zu verstehen.

#### 3.1.1.1 Didaktische Differenzierung des Stoffes

Bei so genannter didaktischer Differenzierung (BÖNSCH S. 340) erfolgt eine Abstufung der Lerninhalte und Lernziele in aufeinander aufbauenden Niveaus. Diese Form ermöglicht leistungsschwächeren Schülern, Erfolge zu erzielen und sukzessive Fortschritte zu machen. Wenngleich sie nicht dasselbe Niveau erreichen, wie die leistungsstärkeren, so finden sie auf diesem Wege doch Zugang zu erreichbaren Zielen. Umgekehrt lassen sich auch zusätzliche Stufen für leistungsstärkere Lerner aufbauen.

Beispiele für didaktische Differenzierung mit einer Abstufung in der Schwierigkeit sind Aufgabenzettel mit verschiedenen Inhalten oder („A- und B-Bögen“) oder Diktate mit unterschiedlichem Wortschatz. Diese Variante ist bei Lernprogrammen häufig durch unterschiedliche Schwierigkeitsstufen der Bearbeitung realisiert.

#### 3.1.1.2 Didaktische Differenzierung auf formaler Ebene

Eine andere Möglichkeit der didaktischen Differenzierung besteht in der Darbietung verschiedener Zugangswege, oder Bearbeitungsmethoden. Ein Thema kann beispielsweise formal konkret oder eher abstrakt, sprachlich, visuell, haptisch oder aktional bearbeitet und erschlossen werden. Die Entscheidung für die entsprechende Variante begründet sich auf spezifischen Lernstilen oder Vorlieben der Lerner.

#### 3.1.1.3 Diagnostische Differenzierung

„Am wirksamsten werden Differenzierungsmaßnahmen, wenn sie auf konkret identifizierte Lernschwierigkeiten, -schwächen und Ausfälle reagieren können“ (ebd. S. 343). Entsprechend müssen die Gründe für den Erfolg oder das Versagen von Lernern bei

bestimmten Anforderungen in der Diagnosephase geklärt und ggf. durch Differenzierungsansätze behoben werden.

#### 3.1.1.4 Dialogische Differenzierung

Dialogische Differenzierung zielt auf den Dialog von Lerner und Lernanforderung. Voraussetzung ist eine Offenlegung des Lernpensums und der Lernmöglichkeiten. Sind die Lerner vertraut mit gestuften Arbeitsformen und unterschiedlichem Angebot, so können sie sukzessiv darauf vorbereitet werden, ihre Stärken und Schwächen selbst einzuschätzen und die angemessenen Arbeitsformen zu finden. "Das heißt, die Lernanforderungen und Lerninteressen/-möglichkeiten werden im ständigen Dialog zur Passung gebracht." (ebd. S. 340). Der Lehrer übernimmt hierbei die Aufgabe der Lernberatung, um den eigenständigen Dialog des Lerners zu unterstützen.

#### 3.1.2 Fazit: Anforderungen an die Software

Wie die vorangegangene Darstellung gezeigt hat, treten bei der Anpassung von Lehrereinheiten an eine *Lernergruppe* noch eine Reihe mehr Faktoren auf, als der Adaptionprozess zwischen Lehrer und Lerner in der Eins-zu-eins-Situation aufweist. Da beim computergestützten Lernen in der Regel eine größere Nutzergruppe angesprochen wird, wenn auch nicht unbedingt zeitgleich, sind ähnliche Aspekte zu berücksichtigen.

Auf die didaktische Differenzierung wurde bereits in dem entsprechenden Absatz eingegangen. Eine Form ist das Angebot von inhaltlich unterschiedlichen Varianten. Die didaktische Differenzierung auf formaler Ebene geschieht beispielsweise durch alternativ angebotene Modalformen oder Lehrsequenzen oder Zugängen zur Thematik.

Die diagnostische Differenzierung ist eine große Anforderung, die nur bei gewisser Kenntnis des Lerners möglich ist. In welchem Verhältnis steht die von ihm gezeigte Leistung zu seinem Kenntnisstand? Auf welche Fehlinterpretationen lässt das Bild schließen? Je klarer und eindeutiger der Lehrstoff gegliedert und in Regelsystemen abgespeichert vorliegt, desto besser kann das System einzelne Eingaben interpretieren und einordnen. Mit Hilfe von Selbsteinschätzung durch den Lerner bestehen mehr Möglich-

keiten, eine Diagnose zu treffen. Manche Programme bieten ein Vorschlagssystem, bei dem Nutzer bestimmten Maßnahmen zustimmen oder sie ablehnen können. Insofern kann ansatzweise von einer dialogischen Differenzierung gesprochen werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass im Rahmen der Instruktion unterschiedlicher Nutzer ähnlich wie im Präsenzunterricht mit heterogenen Lernergruppen, Maßnahmen zur Differenzierung geboten werden sollten. Über die Anpassung an einen Einzelnen hinaus ist zu berücksichtigen, welchen Einfluss die Maßnahme auf andere Teilnehmer haben könnte, die mit einem ähnlichen Ziel aber anderen Ausgangsbedingungen arbeiten.

### 3.2 Lernerkontrolle

Die Möglichkeiten einer optimalen Passung der Programmvariablen zu den Lernermerkmalen zu realisieren erscheinen begrenzt, wenn man sich die Vielfalt der denkbaren Permutationen vor Augen führt. Insofern liegt der Schluss nahe, dass der Weg, diese Entscheidungen und auch die Adaptionenmaßnahmen dem Programm zu überlassen, nicht zum erwünschten Ziel führt. Die alternative Überlegung, dem Lerner selbst diese Entscheidung zu überlassen und aus einem Angebot an Lehrmedien, -methoden und -zielen auszuwählen, wurde und wird von vielen Autoren verfolgt.

“Individuals should be given some procedure enabling them to adapt to the environment themselves. The individuals should make decisions about what tactic they want next rather than having this decision made *for* them.” (MERRIL 1975, S. 221, nach LEUTNER 1992, S. 15)

Offen bleibt, in wieweit die Lerner dazu in der Lage sind, da didaktische Entscheidungen, auch autodidaktische, einer gewissen Kompetenz bedürfen. Immerhin geht MERRIL insofern darauf ein, als dass er dem Lerner die Kontrolle stufenweise zuteilt. BRUSILOVSKI (1998) hat gezeigt, dass Lerner in adaptiven hypermedialen Lernsystemen immer wieder die lineare Navigation aufsuchen, sich also nicht inhaltlich gesteuert fortbewegen, vor allem dann nicht, wenn sie geringe Kenntnisse von der Wissensdomäne haben.

### 3.3 Steuerung und Regelung

Um die Grundstruktur von Adaption im Kontext des computergestützten Lernens zu durchleuchten, kann eine Betrachtung der Grundprinzipien der Regelungstechnik Aufschluss bringen (MÜLLER-SCHWARZ 1969 nach LEUTNER 1992, S. 17). Hier liegt im Gegensatz zur Instruktionspsychologie ein begrenztes und genau gefasstes Begriffsfeld vor. Daher ist es sinnvoll die Mechanismen losgelöst zu betrachten, weil sie nähere Erkenntnis über die grundsätzlichen Eigenschaften des Adaptionsgeschehens liefern können.

Zunächst einmal lässt sich zwischen dem vorwärtsgerichteten Steuern (open loop/feed forward control) und dem rückwärtsgerichteten Regeln (closed loop/feedback control) unterscheiden. Bei Steuerung eines Prozesses ist ein offener Wirkungsweg gegeben. Der Ist-Zustand des Systems wird nicht erhoben. (feed forward control, s. Abb. 12). Ein Beispiel wäre eine Heizung ohne Thermostat.

Im geschlossenen Kreislauf der Regelung dagegen wird Information über den Ist-Zustand mitberücksichtigt. Am Beispiel des Heizkörpers wäre der Thermostat die entscheidende Instanz, welche die Heizung nicht nur auf eine Einstellung hin, sondern im Verhältnis zur gemessenen Raumtemperatur über ein Ventil verstellt. Beim Verfahren der Regelung ist in diesem Zusammenhang ein Bereich besonders bedeutsam: Die adaptiven Regelungstechniken (self-tuning regulator/model referenced adaptive control).

Das System muss automatisch Werte vergleichen und nötigenfalls sogar eigene Regelparameter modifizieren. Auch in einigen computergestützten Lehrsystemen wurde eine derartige Möglichkeit realisiert.

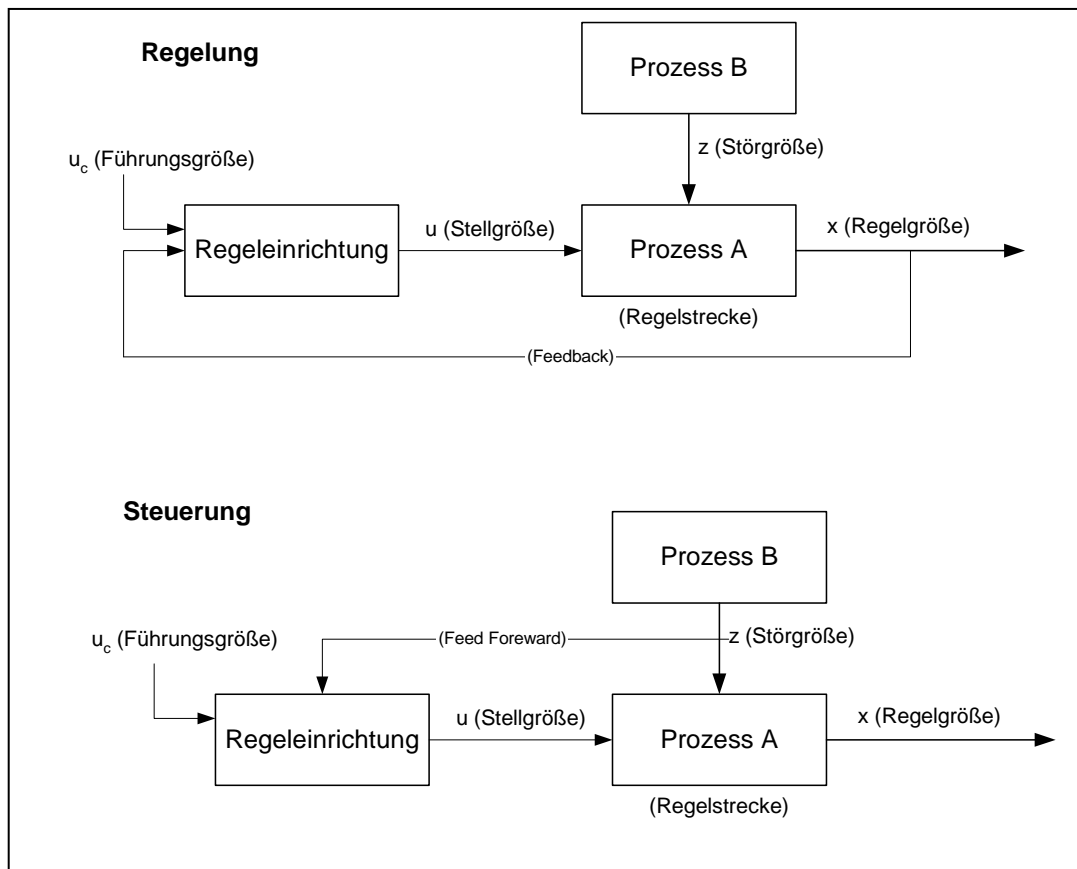


Abbildung 12: Graphik Steuerung und Regelung nach LEUTNER (1992 , 18)

Eine technische Definition beschreibt den Begriff Regelung wie folgt:

”Nach DIN 19226 [ist Regelung] ein Vorgang, bei dem eine zu regelnde Größe fortlaufend erfasst, mit einer anderen Größe, der Führungsgröße, verglichen und abhängig vom Ergebnis dieses Vergleichs im Sinne einer Anpassung an die Führungsgröße beeinflusst wird.

Der Wirkungsablauf eines selbsttätigen Reglers geht in einem geschlossenen *Regelkreis* vor sich, der aus einer *Regelstrecke* (Industrieofen) und dem *Regler* besteht. Der Regler misst mit einem *Fühler* (z.B. Thermoelement) am Messort die einzuhaltende *Regelgröße* (z.B. Temperatur). Weicht diese wegen einer *Störgröße* (z.B. Einbringen kalten Gutes) vom *Sollwert* ab, liegt also eine Regelabweichung vor, so wirkt der Regler mit seiner *Stellgröße* (z.B. Luftdruck) am *Stellort* (z.B. Gaszuleitung) auf ein *Stellglied* (z.B. Gasventil).“ (BROCKHAUS 1974)

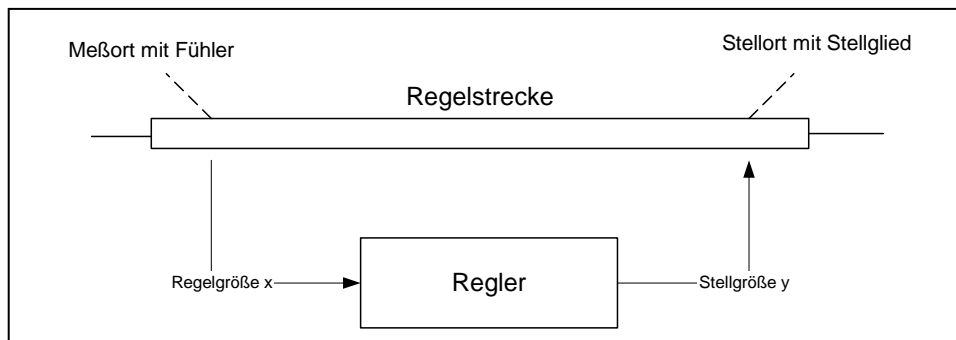


Abbildung 13: Graphik aus BROCKHAUS (1974 S. 542)

Übertragen auf eine Lehr-/Lernsituation könnte das Beispiel wie folgt aussehen: In einer Englischstunde sollen Vokabeln gelernt werden. Die Elemente des Regelkreises bestünden dann aus den folgenden Parametern:

- Regler = Lehrer
- Regelstrecke = Unterrichtssituation
- Fühler = Ohr + Gedächtnis des Lehrers,
- Regelgröße = Liste der Wörter
- Sollwert = flüssiges Beherrschen einer Anzahl von Vokabeln
- Störgröße = Ablenkung der Lerner
- Stellgröße = Wiederholung von Vokabeln
- Stellort = Unterrichtsstunde, Klassenraum, Schülergedächtnis
- Stellglied = Schülergedächtnis und Abruffunktion (Memoriervorgang).

Um den Sollwert, die angestrebte Anzahl an Vokabeln, zu erreichen, üben die Lerner durch Wiederholen. Der Lehrer hört die Lernenden ab und überprüft den Leistungszustand. Sofern er misst, dass der Sollwert zu gering ist, wirkt er mit Wiederholung von Vokabeln in der Stunde auf das Gedächtnis der Lernenden ein. Ein Sprachlernprogramm kann durch Abfragen ebenfalls nicht beherrschte Vokabeln ermitteln und entsprechend wiederholt zum Übersetzen darbieten.

Ein Hauptcharakteristikum von Regelung ist, dass sie erst nach einer Abweichung des Ist-Wertes vom Soll-Wert auf das Stellglied wirkt. In einfachen Regelungssystemen müssen die Regelglieder bei Änderung der Prozessparameter neu eingestellt werden.



Um derartige Eingriffe zu ersparen, entwickelte man später adaptive Regler, die diese Einstellungen vollautomatisch übernehmen. Unterschieden wird zwischen dem Self-Tuning Regulator und den Adaptive Controller. In dem Unterrichtsbeispiel würde dies bedeuten, dass eine Kontrolle der Regelparameter auf der Metaebene stattfindet. Das heißt, die Wahrnehmung des Lehrers würde überprüft und Fehlinterpretationen würden ggf. korrigiert. In einer computergestützten Lernumgebung würde die Aufnahme und Interpretation von Lernereingaben überwacht und bei Fehlfunktion angepasst.

Die Erkenntnisse sind in zweierlei Hinsicht von Interesse: Zum einen hat sich, wie in der kybernetischen Pädagogik (CUBE 1965) erkennbar ist, ein Einfluss auf die Begriffs- und Theoriebildung adaptiver Lehrsysteme eingestellt. Zum anderen hat sich ein Einfluss beim Design spezieller Instruktionssysteme gezeigt. In der Entwicklung adaptiver Lehrsysteme wurde der Idee adaptiver Regelung insofern Rechnung getragen, als dass man versuchte, dynamisch adaptive Regelung in adaptiven CAI-Systemen zu realisieren.

### **3.4 Adaption und Intelligenz**

O`SHEA & SELF (1984) bezeichnen Künstliche Intelligenz als „the science of making machines do things that would require intelligence if done by humans“ (S.4). Intelligente Tutorielle Systeme sind in der Lage, „sich in einem bestimmten komplexen Gegenstandsbereich annäherungsweise wie ein menschlicher Experte zu verhalten.“ Wenn ein Lehrsystem als intelligent gelten soll, muss es sich in seinem Instruktionsverhalten einem menschlichen Lehrer annähern (vgl. LEUTNER 1992, S.58).

Nun stellt sich die Frage, in wieweit Intelligenz erforderlich ist, wenn ein Instruktionsprozess adaptiv sein soll? Nach der Unterscheidung von Adaptierbarkeit und Adaptivität lässt sich festhalten, dass die anpassenden Vorgänge eines adaptiven Systems selbstständig vom Programm ausgehen, also keiner regulativen Eingriffe durch den Nutzer oder einen Tutor bedürfen. Hierbei ist jedoch festzuhalten, dass auch selbständige Einstellungen des Programms auf Vorgaben beruhen, nämlich von Seiten der Entwickler, die in einem Programmalgorithmus festgehalten haben, bei welcher Lernereingabe welche Programmreaktion „automatisch“ geschehen soll.

Davon zu unterscheiden ist der Fall, dass das Programm seine Reaktion aufgrund einer selbst erzeugten Diagnose generiert. Man spricht hier von intelligenten Systemen.

In beiden Fällen treten aufgrund von Lernereingaben Programmveränderungen ein. Im ersten Fall ist jedoch ein direktes Bedingungsverhältnis zwischen Lernereingabe und Programmreaktion vorgesehen und im Programmcode manifestiert. Im zweiten Fall ist im Programmcode ein Werkzeug zur Erstellung von Bedingungsbeziehungen enthalten.

Anwendungsfelder für Intelligente Systeme, die sich durch Adaptivität auszeichnen, sind beispielsweise virtuelle Agenten. Diese verfügen in der Regel über eine KI (Künstliche Intelligenz) Komponente, mit deren Hilfe sie eine gewisse Eigenständigkeit innehaben. Genutzt werden virtuelle Agenten beispielsweise bei der Beratung von Besuchern in Webportalen. Die Adaptivität der Agenten besteht darin, die Wünsche der Besucher zu erkennen und das eigene Verhalten danach auszurichten.

### 3.5 ATI-Forschung

Insbesondere Adoptionsmaßnahmen wie Zeit und Methoden, zielen darauf ab, effizienteren Unterricht zu ermöglichen. Was im Einzelnen unter solchen Maßnahmen zu verstehen ist, und wie effizient sie sein können, muss im Detail festgelegt und pädagogisch-psychologisch systematisch untersucht werden.

In der American Psychology Association prägte CRONBACH (1957) den Begriff ATI-Forschung (Aptitude-Treatment-Interaction) für Projekte dieser Art. Dabei geht es um das Zusammenspiel von Lernereigenschaften und Lehrmethode. Während im Vorwege die Medienwirkungsforschung nach effektiven Methoden an sich suchte, kam sie bald zu der Erkenntnis, dass die Lernereigenschaften einen ebenso großen Anteil übernehmen. Bei den Lernern können bestimmte Lehrmethodenkompetenzen in unterschiedlichem Ausmaß vorliegen. Methoden und Lernervariablen können somit nicht additiv, sondern in Wechselwirkung gesehen werden - daher der Begriff "Interaction". Ziel dieses Ansatzes ist es, differenziertere Aussagen über die für bestimmte Lernertypen angemessene Methode zu treffen.

Dieser Forschungszweig entfaltete sich jedoch nicht wie erwartet, einerseits wegen mangelnder Replizierbarkeit der Ergebnisse, andererseits, weil sich die Ergebnisse im normalen Unterricht kaum umsetzen ließen (ROST 1998, S. 10). Würde ein Lehrer tatsächlich auf alle unterschiedlichen Lernvoraussetzungen eingehen wollen, könnte er das Ausmaß an nötigen Differenzierungsmaßnahmen nicht mehr bewältigen. Im Gegensatz zum schulischen Unterricht gibt es bei individualisierteren Lernformen wie im Computer-Based-Training jedoch ganz andere Voraussetzungen. Hier ist es durchaus möglich, mehr auf das Individuum einzugehen (sofern die entsprechende Funktion automatisierbar ist). Demnach kommen die Ergebnisse der ATI-Forschung hier wieder zum Tragen. Über die mangelhafte Replizierbarkeit von Ergebnissen der ATI-Forschung gibt es Gegenaussagen, denen zufolge die Problematik in erster Linie in der Forschungsmethodik der späteren Versuche gelegen haben soll (CRONBACH & SNOW 1977).

### 3.6 Adaptionsmodelle

Computerbasierte Lehr-/Lernsysteme werden zunehmend in verschiedenen Bereichen der Aus- und Weiterbildung eingesetzt. In all diesen Bereichen erhofft man sich Vorteile von Lehr- und Bildungssoftware, wie verbessertes Lernen oder Motivation durch Multimedia. Diese Entwicklung ist keineswegs neu. Bei der Einführung des Radios und des Fernsehens wurde eine große Chance im Teleteaching gesehen und Lehrinhalte wurden über diese Medien verbreitet. Die Existenz von Computern zog computergestütztes Lernen nach sich und mit dem Einzug des Internets erfuhr Distance Learning eine weitere Gestalt. Hinzu kamen Formen wie Videokonferenzen und „mobile Learning“ als Begriff für Schulungsmaßnahmen, die per Mobiltelefon oder PDA arbeiten. Jede neue Technik brachte bisher eine gewisse Euphorie bezüglich ihres Anwendungsspektrums und ihrer Erfolgchancen für das Unterrichten und Lernen mit, doch jeder Phase der Begeisterung folgte auch eine Phase der Ernüchterung.<sup>1</sup>

Beim Computer wurde zunächst insbesondere die Rechen- und Speicherleistung, mit der Verteilung von PCs über die Fläche auch die Zeit- und Ortsunabhängigkeit geschätzt. Mit den verstärkten Multimediatechnologien stieg die Hoffnung, einen erhöhten Motivationswert und bessere Darstellbarkeit von Sachverhalten zu erreichen. Mit der Möglichkeit zur Interaktion erfolgte der Versuch, sich der natürlichsprachlichen Kommunikation zu nähern und so einen möglichst echten Lehrdialog zu erschaffen. Die Forschung beschäftigt sich mit Mensch-Maschine-Kommunikation und künstlicher Intelligenz<sup>2</sup>, um die Möglichkeiten eines menschlichen Lehrers oder Interaktionspartners zu imitieren. Denn dieser zeichnet sich durch die Fähigkeit zur individuellen Reaktion auf den einzelnen Lerner aus.

„Die Leistung menschlicher Lehrer, die ihre Lehrmethoden und –inhalte an den Wissensstand, die Interessen, die Möglichkeiten oder die Motivationslage usw. von Lernenden anpassen können, ist wohl als eine zentrale Komponente erfolgreichen Lehrens anzusehen. Eine Berücksichtigung solcher „adaptiver Methoden“ bei der Entwicklung von Lernsoftware könnte adaptive Lernsoftware effizienter und effektiver machen.“  
(SPECHT 1998, S. 9).

---

1 Teleteaching über Fernsehen hat im deutschsprachigen Raum einen eher geringen Stellenwert gegenüber anderer Kursform (vgl. Studiengemeinschaft Darmstadt).

2 Siehe Jahrestagung 2004 des FB Künstliche Intelligenz in Ulm. Siehe 25th German Conference of Artificial Intelligence.

Damit ist der Ansatz legitimiert, computergestützte Lehreinheiten durch gezielte didaktische und technische Maßnahmen an bestimmte Lernerparameter mit dem Ziel der Leistungssteigerung anzupassen. Der folgende Abschnitt erörtert den Begriff der Adaption, zeigt Merkmale von Adaption auf und liefert eine Klassifikation der Programmstrukturen und Dimensionen von Adaption.

### 3.6.1 Der Adaptionsbegriff

”Adaptation” (lat.) bedeutet „Anpassung“. Allgemein wird unter Adaption oder Adaptation die physiologische oder psychische Anpassung des Organismus an veränderte Umweltbedingungen verstanden (vgl. BÖHM 1994, S. 4) Ursprünglich wurde der Begriff im biologischen Kontext gesehen, was aus der Bezeichnung “Organismus” hervorgeht. Anpassungsvorgänge haben den Spezies zum Überleben verholfen und Entwicklungen im Sinne von Evolution hervorgebracht. Solche Veränderungsprozesse, hervorgerufen durch äußere Einflüsse mit dem Ziel, besser oder effizienter zu operieren, lassen sich ebenso auf andere Kontexte übertragen. Ein Organismus passt sich nicht nur an die klimatischen oder ökologischen Bedingungen, sondern auch an sein soziales Umfeld an. Dieses ist gekennzeichnet durch kommunikativ-interaktive Situationen. In einem Gespräch, z.B. mit einem Italiener, will der Sprechende verstanden werden und äußert sich in einer für den Zuhörer möglichst empfänglichen Art und Weise, nämlich in dessen Landessprache.

SKINNER (1954) behauptet, die Kunst des Lehrens liege darin, das in der Lernsituation zur Verfügung gestellte Unterstützungsangebot optimal an den intern gegebenen Unterstützungsbedarf der lernenden Person anzupassen (SKINNER 1954, nach SNOW 1992).

Das heißt, zunächst muss die Kompetenz des Lerners analysiert werden, damit ein entsprechendes Lehrangebot dargeboten werden kann. Hierfür kommen verschiedene Kriterien in Frage, beispielsweise der Wissensstand des Lerners, sein Lernstil oder seine Präferenzen hinsichtlich bestimmter Inhalte oder Gestaltungsformen.

Die Diagnose dieser Kriterien, die im schulischen Unterricht von der Lehrkraft vorgenommen wird, kann bei computergestützten Lehrsystemen auf unterschiedliche Weisen erstellt werden.

Bei Adaptionprozessen in computergestützten Lernumgebungen ist zu unterscheiden, wie die Anpassung vonstatten geht. Sie kann durch den Nutzer selbst vorgenommen werden - dann ist das Programm adaptierbar, sie kann auch vollautomatisch durch das Programm geschehen - dann ist es adaptiv.

LEUTNER (1997) äußert sich dazu wie folgt:

"Die Frage nach der *Adaptivität* multimedialer Lehr- und Informationssysteme bezieht sich damit auf die Frage, inwieweit ein System selbst in der Lage ist, den Unterstützungsbedarf der Lernenden zu diagnostizieren und das Ergebnis der Diagnose in geeignete angepasste Lehrtätigkeiten umzusetzen. Davon unterschieden wird im Folgenden die Frage nach der *Adaptierbarkeit* multimedialer Lehr- und Informationssysteme. Hierbei 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." (S. 141)

Unter Adaptivität im weiteren Sinne soll hier die Eigenschaft der Anpassung, beziehungsweise die Anpassbarkeit des Lehrsystems an die spezifischen Bedürfnisse des Lernalters verstanden werden:

### 3.6.2 Modelle adaptiver Methoden

Den meisten Lehrsystemen liegen Programmierprinzipien nach SKINNER oder CROWDER zugrunde. Im aktuellen Diskurs über Lehrsysteme erhalten diese derzeit nur wenig Würdigung, obgleich sie bereits vor 50 Jahren durch ihre Struktur einen geeigneten Ansatz für intelligente Instruktion boten. Wesentlich sind zwei Verfahren: Der reaktionszentrierte Ansatz und der reizzentrierte Ansatz.

Skinner (1954)

SKINNER geht bei seinem reaktionszentrierten Ansatz davon aus, dass Lernen in einer Erhöhung von Verhaltenswahrscheinlichkeiten besteht. Der Aufbau von komplexen Verhaltensformen ist durch die Verkettung einfacher Reaktionen realisierbar. Er be-

zeichnet diesen Prozess als „shaping“. Das Zielverhalten wird erarbeitet, indem die Lerner viele leichte, auf einander aufbauende Einheiten bearbeiten. Wichtige Merkmale sind sehr leichte Einheiten, selbst konstruierbare Antworten, wobei jedoch keine Mehrfachantworten vorgesehen sind.

SKINNER betrachtet die Erfolgsrückmeldungen zu den Lernschritten als Verstärker (reinforcement) für das Verhalten. Weil er davon ausgeht, dass falsche Antworten nicht zum Verhaltensaufbau führen, gestaltet SKINNER die Teilschritte möglichst einfach. Um das Erreichen von Zielen zu vereinfachen, gibt er geeignete Antworthilfen (cueing, prompting), die er im Laufe der Zeit mehr und mehr zurück nimmt (fading).

Crowder (1962)

Der reizzentrierte Ansatz ist zurückzuführen auf KLAUS` (1965) und TOLMANS (1932) Kognitive Theorie und basiert auf CROWDER (1959).<sup>3</sup> Grundgedanke des reizzentrierten Ansatzes ist, dass beim Lernprozess kognitive Strukturen organisiert oder reorganisiert werden. Dies erfordert, die Lehrstoffstruktur möglichst klar und nachvollziehbar aufzubereiten. CROWDER teilt die Lehreinheiten jeweils in einen Informationsteil und einen Abfrageteil, welcher eine Mehrfachantwort enthält. Im Gegensatz zu SKINNERS Programmen enthalten diese keinerlei Aufgaben zur Konstruktion. Auf die Lernerantwort folgt eine Wiederholung und eine informierende Rückmeldung. Bei korrekter Antwort wird mit der nächsten Lehreinheit fortgesetzt. Bei falscher Antwort folgt eine Verzweigung (branching) zu einer remedialen Lehreinheit. Anhand falscher Antworten können Defizite erkannt und bearbeitet werden, daher wird ihnen besondere Bedeutung beigegeben.

Im Gegensatz zu SKINNER sieht CROWDER kein Problem in der Verursachung von Fehlern, denn er geht davon aus, dass sie, sofern in Maßen vertreten, motivierend wirken. Nach CROWDER (1962) sind die reaktionsorientierten linearen Programme nicht adaptiv, weil die Schülerantworten keine Programmsteuerung nach sich ziehen. Hingegen sind die verzweigten Programme adaptiv, weil hier veränderte Programmabläufe evoziert

---

<sup>3</sup> vgl. hierzu auch PRESSEYS Test- und Lehrmaschinen (1926, 1927).

werden. CROWDER trifft eine Unterscheidung in intrinsische und extrinsische Motivation, wobei die intrinsischen direkt auf gegebene Lernerantworten verzweigen und extrinsische das Lernerverhalten insgesamt evaluieren und darauf aufbauend zu Entscheidungen kommen.

Stolurow (1961)

STOLUROW (1961) unterscheidet minimal adaptive, teiladaptive und adaptive Lehrsysteme.

„Adaptivity in a teaching-machine system is the capacity of the machine and its associated program to adjust, in one way or more, to specific needs of the individual learner” (STOLUROW 1961, S. 14 nach LEUTNER 1992, S. 27).

Merkmale minimal-adaptiver Systeme sind eine lineare Struktur und Rückgriff auf den Lehrer als zuständige Instanz, um zu bewerten und Feedback zu geben. Anpassung wird nicht durch etwaige Veränderung nachfolgender Lehreinheiten realisiert. Merkmale Teiladaptiver Systeme sind automatische Rückmeldung auf Schülerantworten und die automatische Auswahl der folgenden Lehreinheit. Die Lerner selbst bestimmen die Arbeitgeschwindigkeit. Lineare Programme nach SKINNER und sogenannte selektive lineare Programme (in denen Teile übersprungen werden können) nach WOODWORTH (1938) gehören nach STOLUROW zu den teiladaptiven Systemen. Kennzeichen adaptiver Systeme ist die Fähigkeit, den Instruktionvorgang durch Verzweigen oder andere Maßnahmen entsprechend dem Lernerverhalten zu verändern.

Salomon (1975)

SALOMON beschreibt 1975 drei heuristische Modelle für die Gewinnung von Interaktionshypothesen. Dies sind das Fördermodell, das Kompensationsmodell und das Präferenzmodell. Mit Hilfe dieser drei Facetten lässt sich insbesondere der Zweck einer Adaptionenmaßnahme beschreiben.



## Cronbach (1975)

CRONBACH erzeugt eine Matrix aus Erziehungszielen und unterrichtlichen Maßnahmen, die er jeweils nach den Kriterien „variabel“ oder „festgelegt“ einteilt. Innerhalb dieser Matrix subsummiert er fünf mögliche „Modifikationsformen zum Zweck der Anpassung an individuelle Bedürfnisse“ (vgl. Tabelle 1), also Adaptionmethoden.

Erziehungsziele	Unterrichtliche Maßnahmen	Mögliche Modifikationen zum Zweck der Anpassung an individuelle Bedürfnisse
Festgelegt	Festgelegt	Variation der Schulzeit durch fortschreitende Auslese
		Training einer Fertigkeit oder Thematik bis zum Lehrziel bei Variation der Schulzeit
Optionen	Innerhalb einer Option festgelegt	Für jeden Schüler Bestimmung seiner voraussichtlichen Rolle als Erwachsener und Angebot eines Curriculums, das ihn auf diese Rolle vorbereitet
Festgelegt innerhalb eines Kurses oder Programms	Alternativen stehen zur Verfügung	Zusätzlicher Unterricht (Förderunterricht), der mit dem normalen Unterricht verzahnt ist
		Verschiedene Methoden für verschiedene Schüler

**Tabelle 1: Klassifikation von Anpassungsmaßnahmen nach CRONBACH (1975)**

Er variiert Erziehungsziele und erhält dabei eine Anpassung durch Selektion im Rahmen eines Programms durch Angleichen der Lehrziele an den Lerner und durch das Entfernen individueller Unterschiede durch veränderte Methoden. Diesem Teil misst CRONBACH das größte Gewicht bei. Er stellt außerdem fest, dass eine neue psychologische Theorie der Fähigkeiten gefordert sei, welche den Zusammenhang zwischen einem Komplex von Persönlichkeitseigenschaften mit den Ergebnissen einer bestimmten pädagogischen Einwirkung beschreibt (vgl. SPECHT 1998, S. 16f.). Er benennt hier die Eigenschaft Intelligenz, spezielle Intelligenzfaktoren und konstruktiv vs. defensiv motivierte Schüler.

## Glaser (1977)

Ein adaptives Erziehungssystem ist in der Lage, die Lernumgebung (Lehrstoffe, -methoden, -medien) und Lehrziele an jeden einzelnen Schüler anzupassen, indem es jedem Schüler in Abhängigkeit von seinen individuellen Lernvoraussetzungen ein bestimmtes Lehr- oder Erziehungsprogramm zuweist. Glaser benennt fünf „Patterns of Adaptation“. Diese setzt er zusammen aus Varianten an Lehrmethoden und Lernerdiagnosen („procedures by which decisions are made about students“, S. 23). Die Diagnosen können durch die Lerner selbst, durch den Lehrer oder eine beratende Person erfolgen. Das einfachste Modell, *selective with limited alternatives*, schließt Lerner, die die Programmziele nicht erreichen, aus dem Programmablauf aus. In jedem Modell werden zu Beginn die Eingangsvoraussetzungen der Lerner geprüft und danach die Anpassungsmöglichkeiten gesetzt.

Das zweite Modell, *development of initial competence*, arbeitet an den o.g. Eingangskompetenzen. Im dritten Modell *Accommodation of different learning styles* werden verschiedene Lernumgebungen angeboten. Das vierte Modell kombiniert das zweite mit dem dritten: *development of initial competence and accommodation to different learning styles*. Das fünfte Modell zeigt den größten Komplexitätsgrad mit mehreren Eingangsvoraussetzungen, verschiedenen Lernumgebungen dazu und unterschiedlich definierten Zielzuständen.

## Totterdell (1990)

TOTTERDELL unterscheidet mehrere Stufen. Er benennt simple adaptive systems, self-regulating systems, self-mediating systems, self-modifying systems. Simple adaptive systems können die Ausgabe in Abhängigkeit von der Eingabe verändern. Self-regulating systems evaluieren adaptive Maßnahmen durch eine Beobachtung der Interaktion mit den Lernenden. Darüber hinaus können self-mediating systems aufgrund eines internen Modells der Interaktion mögliche Adaption vor einer Umsetzung „erproben“. Self-modifying systems verfügen über die Möglichkeit, diese internen Repräsentationen zu verändern.

## 3.7 Dimensionen von Adaption

### 3.7.1 Dimensionen nach Leutner

LEUTNER (1992) bezieht sich auf einige der genannten Autoren und entwirft ein facettentheoretisches Modell. Darin differenziert er nach der Adaptionrate, der Adaptionmaßnahme und dem Adaptionzweck. Diese werden in den nachfolgenden Abschnitten gesondert dargestellt.

#### 3.7.1.1 Die Adaptionrate: Makroadaption und Mikroadaptation

Die Adaptionrate wird auch als Adaptionsebene oder Adaptionsskala bezeichnet. Hierunter versteht CRONBACH (1967) die Häufigkeit, das heißt, wie oft eine Anpassung an das Lernerverhalten vorgenommen wird. Mit den Bezeichnungen Mikro- und Makroadaption sind jeweils unterschiedliche Frequenzen gemeint.

Entscheidungen wie planende Handlungen fallen unter Makroadaption. Reaktionen, die im Takt von Minuten oder wenigen Sekunden geschehen, werden als Mikroadaptation bezeichnet. Eine ähnliche Unterteilung treffen STOLUROW & DAVIS (1965), mit der Bezeichnung von tutorieller und vortutorieller Phase. In der *vortutoriellen Phase* fällt die Entscheidung für ein bestimmtes Lehrprogramm an sich, welches sodann in der *tutoriellen Phase* ausgeführt wird. STOLUROW & DAVIS benennen dabei eine sogenannte Lehrer- und eine Professor-Funktion. Die Lehrerfunktion führt die Trainingseinheit durch, die Professorfunktion bewertet den Erfolg der Methode und rät bei Bedarf, die Lehrform zu wechseln.

#### 3.7.1.2 Die Adaptionmaßnahme

Die Adaptionmaßnahme besagt, um welche Lehrelemente es sich bei dem Vorgang der Anpassung handelt.

CRONBACH (1967) und GLASER (1977) treffen eine Unterteilung in Adaption von Lehrziel, -methoden und -zeit, sowohl als Einzelformen als auch in kombinierter Form.

LEUTNER (1992) fasst die Adaptionsmaßnahmen nach Lernziel und Lehrmethode in einem Klassifikationsschema zusammen, indem er die Kategorien fixiert oder flexibel zuordnet. Werden die sich ergebenden Maßnahmen miteinander kombiniert, ergibt sich eine Reihe von  $2 \times 2 \times 2 = 8$  Adaptionsmaßnahmen, wie sie in der folgenden Abbildung dargestellt sind.

### Klassifikation von Adaptionsmaßnahmen

Ziel	Methode	Zeit	Adaptionsmaßnahme (Beispiel)	CRONBACH (1967)	GLASER (1977)
Fixiert	Fixiert	Fixiert	Fortschreitende Auslese	1a	x x x x x
		Variabel	Mastery Learning bzgl. Lehrziel	1b	x x x x x
	Angepasst	Fixiert	Innere (Unterrichts-) Differenzierung	3b	- - x x -
		Variabel	Förderunterricht / Nach- hilfeunterricht	3a	- x - x x
Angepasst	Fixiert	Fixiert	Notengebung beim her- kömmlich. Unterricht	-	- - - - -
		Variabel	Mastery learning bzgl. Note	-	- - - - -
	Angepasst (an Ziel)	Fixiert	Äußere (Schul-) Differen- zierung	2	- - - - x
		Angepasst (an Methode)	Gegliedertes Schulsystem	2	- - - - x

**Tabelle 2: Klassifikation von Adaptionsmaßnahmen nach CRONBACH (1967) und GLASER (1977) in LEUTNER (1992, S. 10)**

In der Tabelle werden die Dimensionen Ziel, Zeit und Methode von Adaptionsmaßnahmen in Verbindung miteinander dargestellt. Das Modell integriert in den beiden rechten Spalten die 5 Adaptionsmaßnahmen von CRONBACH (1a bis 3b) und die Maßnahmen von GLASER (durch Kreuze den Punkten 1 -5 zugeordnet). Die dritte Spalte von rechts zeigt Beispiele für verschiedene Adaptionsmaßnahmen, die sich aus Kombinationen der Parameter Ziel, Zeit und Methode in den jeweiligen Ausprägungen "angepasst" und "fixiert" ergeben.

Bei flexibler Lehrzeit und festgelegtem Ziel würde so lange unterrichtet, bis jeder Lerner das Ziel erreicht hat (Mastery Learning). Freie Arbeitszeit haben Lerner bei selbständiger Tätigkeit wie Projektaufgaben, Hausaufgaben oder anderen Formen des selbständigen Lernens, z.B. auch mit Lernprogrammen. Im normalen Unterricht hingegen

erreichen nicht unbedingt alle das Ziel, weil die langsameren Lerner zu wenig Zeit haben.

Um ein Zurückdriften zu vermeiden, wird für den schulischen Unterricht die Lehrform der Binnendifferenzierung angewendet, die auch als Mikroadaption gesehen werden kann. Das heißt, innerhalb derselben Zeit arbeiten Lerner mit unterschiedlichen Materialien und erhalten so unterschiedliche Zugänge zu der Materie. In dem Moment, wo Nachhilfe oder Förderstunden angeboten werden oder der Zeitrahmen überschritten wird, ist Zeit wieder eine variable Komponente. Geht man auf die Unterschiede der Lerner ein, indem man ihnen von vornherein unterschiedliche Schultypen zuweist, und damit für erreichbare Lernziele sorgt, liegt eine Form der äußeren Differenzierung vor, die sich auch als Makroadaption verstehen lässt.

CRONBACH (1967) beschreibt einzelne Maßnahmen, die auch dieser Einteilung entsprechen. GLASERS (1977) Modelle hingegen stellen Kombinationen von Adaptionsmaßnahmen dar. Sein erstes Modell setzt sich aus Mastery Learning kombiniert mit Auslese zusammen. Hat der Lerner die Möglichkeiten zum Erreichen des Zieles nicht, fällt er heraus. Im Lernprozess wird überprüft, wie weit er gekommen ist. Sofern es notwendig ist, kann ein Schritt wiederholt werden (i.S.v. Mastery Learning) oder der Lerner scheidet aus. Wer alle Lernschritte richtig absolviert, erreicht das Ziel.

Als variabelste Form beschreibt GLASER (1977) das Modell der Alternative Attainment Possibilities, das sind Möglichkeiten, unterschiedliche Ziele zu erreichen und damit eine Form äußerer Differenzierung. Innerhalb des Modells sind aber auch Auslese oder Förderunterricht möglich.

Betrachtet man ausschließlich diese Modelle von CRONBACH und GLASER, dann wird der Grundstock an Möglichkeiten zum Eingehen auf den Lerner weit weniger deutlich, als es das Rastermodell demonstriert. Aus diesem Grund ist dessen Darstellung als virtuelle Grundlage für die beschriebenen Versionen der Anpassung ein hilfreiches Konstrukt. Denn die zusätzlich in der Tabelle enthaltenen Varianten, die in der Theorie nicht weiter diskutiert werden, sind durchaus möglich und kommen auch im Unterricht vor. Beispielsweise entspricht der Notengebung im herkömmlichen Unterricht ein angepas-

tes Ziel bei fixierter Methode und Zeit. Das heißt, alle bearbeiten dieselbe Aufgabe in derselben Zeit. Es werden unterschiedliche Ergebnisse erzielt, und entsprechend unterschiedlich bewertet. Jeder bleibt bei seinem individuellen Ergebnis.

### 3.7.1.3 Der Adaptionzweck

Adaptionsmaßnahmen können aus den unterschiedlichsten Gründen durchgeführt werden. Es kann darum gehen, langsameren Lernern durch zusätzliche Unterstützung zum Erreichen des Lernziels zu helfen. Anstatt zusätzliche Übungszeiten aufzuwenden, besteht die Möglichkeit, dem Lerner Strategien zu vermitteln, um gewisse Defizite zu kompensieren anstatt sie zu beseitigen. Ein weiterer Ansatz ist die Förderung lernerspezifischer Talente und das Eingehen auf die thematischen und methodischen Vorlieben der Lerner. Diese - nicht immer bewussten - Mechanismen fasst SALOMON 1972 in drei heuristischen Modellen zusammen, um Interaktionshypothesen zu gewinnen. Er legt eine Unterteilung in *Fördermodell*, *Kompensationsmodell* und *Präferenzmodell* fest, welche er unter dem Titel Adaptionzweck zusammenfasst (siehe Tabelle unten).

	<b>Fördermodell</b>	<b>Kompensationsmodell</b>	<b>Präferenzmodell</b>
<b>Funktion</b>	Beseitigung von Lerndefiziten durch Erreichen notwendiger untergeordneter Lehrziele	Kompensation von Lerndefiziten durch die Maßnahme. Keine Beseitigung der Defizite	Nutzbarmachung besonders günstiger Schülereigenschaften. Keine Beseitigung, kein Ausgleich von Defiziten.

**Tabelle 3: Heuristische Modelle von Adaptionzwecken, verkürzt übernommen aus LEUTNER (1992, S. 14) nach SALOMON (1975, S. 144)**

Das Eingehen auf Lerndefizite einzelner Schüler durch zusätzlichen Unterricht kann demnach als fördernde Adaptionmaßnahme (Fördermodell) angesehen werden. Im Kompensationsmodell dagegen geht es darum, schwer behebbare Defizite bei den Lernvoraussetzungen nicht zu beseitigen, sondern nach Möglichkeit auszugleichen. Hemmende Persönlichkeitsmerkmale sollen durch die Maßnahme neutralisiert werden. Im Präferenzmodell geht es nicht um eine Angleichung der Leistungen und das Überwinden von Defiziten sondern um das Eingehen auf die individuellen Stärken des Einzelnen. Diese können thematisch oder methodisch hervorgehoben werden.

Das Kompensations- und das Präferenzmodell finden vor allem in der Makroadaption Anwendung, wo durch die Planung von Lehreinheiten den besonderen Lehr-/ Lernbedingungen der Schüler Rechnung getragen wird. Das Fördermodell hingegen findet besonders in mikroadaptiven Situationen Raum zur Umsetzung, wie beispielsweise PRESSEYS (1927) oder CROWDERS (1959) verzweigte Lehrprogramme zeigen. Der Lerner muss einzelne Themenbereiche und Unterverzweigungen so lange bearbeiten, bis er sie verstanden hat und kann erst dann fortschreiten. Der Pfad aber hängt von jedem Lerner selbst ab.

Die Facette des Adaptionszweckes ist nicht nur eine Beschreibung des Phänomens. Sie kann begründend als Entscheidungsmaßgabe genutzt werden. Sofern Adaptionsmaßnahmen im Rahmen von Lehreinheiten durchgeführt werden sollen, empfiehlt sich grundsätzlich eine Begründung, ob sie die Eigenschaften des Lerners verändern, kompensieren oder speziell fördern sollen.

<b>Adaptionsparameter</b>			
<b>Lehrziel</b>	<b>Lehrmethode</b>	<b>Lehrzeit</b>	<b>Adaptionsmaßnahme</b>
Fixiert	fixiert	fixiert	Fortschreitende Auslese
Fixiert	fixiert	variabel	Mastery Learning, bzgl. Lehrziel
Fixiert	variabel	fixiert	Innere Differenzierung
Fixiert	variabel	variabel	Förderunterricht, Nachhilfeunterricht
Variabel	fixiert	fixiert	Notengebung beim herkömmlichen Unterricht
Variabel	fixiert	variabel	Mastery Learning bzgl. Note
Variabel	variabel	fixiert	Äußere Differenzierung
Variabel	variabel	variabel	Gegliedertes Schulsystem

**Tabelle 4: Arten von Adaptionsmaßnahmen, nach LEUTNER (1992, S.10)**

### 3.7.2 Dimensionen nach Specht

SPECHT (1998, S. 20ff.) stellt einen taxonomischen Ansatz zur Beschreibung adaptiver Methoden vor. In seinem Klassifikationssystem differenziert er zwischen vier wesentlichen Dimensionen adaptiver Methoden. Er benennt das *Adaptionsmittel*, die *Adaptionsinformation*, das *Adaptionsziel* und den *Adaptionsprozess*. In seiner klaren Gliederung definiert SPECHT diese Kategorien über Fragen, auf die sie eine Antwort geben:

- Das Adaptionsmittel beantwortet die Frage „Was wird angepasst?“
- Die Adaptionsinformation sagt „Woran wird angepasst?“
- Das Adaptionsziel begründet „Warum wird angepasst?“ und
- Der Adaptionszweck erklärt „Wie wird angepasst?“

#### 3.7.2.1 Das Adaptionsmittel

Das Adaptionsmittel besagt, welche Komponenten des Lehr-/Lernsystems infolge der adaptiven Methode verändert werden. Handelt es sich um die Benutzerschnittstelle, um die Instruktionssequenz, um Hilfefunktionen oder tutorielle Strategien (siehe ITS). Dieselbe Kategorisierung nimmt auch LEUTNER (1992) für Adaptionsmittel vor. Er unterscheidet als Adaptionsmittel bei der Anpassung der Lehrmethode die Lehrinhalte, deren Präsentationsform, die Sequenzierung, die Schwierigkeit, die Lehrzeit, und die Variation des Feedbacks.

#### *Lehrgeschwindigkeit und Lehrzeit*

Sobald das Programm vom Lerner steuerbar ist und es im Gegensatz zu einem Film nicht im eigenen Tempo durchläuft, ist die Möglichkeit zur Anpassung der Lehrgeschwindigkeit automatisch gegeben. SKINNER (1971) spricht bei seinen linearen Programmen von dem Vorgang des „self-pacing“, die Möglichkeit des eigenständigen Aufrufens einzelner Frames. Da die Anpassung durch eine unmittelbare Lernerhandlung geschieht, wird diese Form der Kategorie „Adaptierbarkeit“ zugeordnet (vgl. SPECHT 1998, S.22).



LEUTNER (1992) weist jedoch nach, dass eine selbstgewählte Lerngeschwindigkeit nachweislich nicht immer erfolgreicher ist. Er beschreibt als Modell zur Anpassung der Lernzeit beispielsweise das Mastery Learning oder den Förderunterricht. Letzterer erfordert neben der Anpassung der Zeit noch eine Anpassung der Methode an die Lernenden. Vorausgesetzt wird hier, dass der individuelle Förderbedarf bestimmt wurde. Das wohl bekannteste System, das u.a. Anpassung der Lehrgeschwindigkeit zum Thema hat, ist das MAIS von TENNYSON & CHRISTENSEN (1988). Hier wurde umgekehrt vorgegangen, d.h. Lerner bekommen bei Aufgabenstellungen mehr Bearbeitungszeit, je höher ihr Expertisegrad ist. Im Gegenzug erhalten unerfahrene Nutzer frühzeitig eine korrekte Lösung präsentiert, ein Verfahren, das TENNYSON und CHRISTENSEN als begünstigend für den Lernerfolg nachweisen konnten.

PASK (1964) bot mit seinen Lehrmaschinen wiederum erfolgreich eine umgekehrte Zeitadaption an, wobei das Lernziel die Automatisierung motorischer Fertigkeiten war.

### *Inhalte*

Die Anpassung der Lerninhalte kann dergestalt vonstatten gehen, dass die Lerner jeweils eigenständige Kurseinheiten präsentiert bekommen. Dies kann mit unterschiedlicher Zielsetzung geschehen. Die Einheiten können sich beispielsweise thematisch oder auch vom Anspruchsniveau unterscheiden. Vom Programmaufbau her existieren verschiedene Möglichkeiten, die Inhalte zu adaptieren. Neben der Möglichkeit voll ausgetauschter Kurseinheiten (vgl LEUTNER 1992, Anpassung an Lehrziel) zeigt VASSILEVA (1992) die Variation, Kurse aus Modulen individuell zu komponieren. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Aufgabenstellungen (Inhalt bedeutet hier „Tätigkeit“) speziell zu wählen. Dies ist u.a. bei ELM-Art (WEBER&SPECHT, 1997) und LISP-Tutor (ANDERSON, CORBETT, KOEDINGER & PELLETIER, 1995) der Fall.

### *Präsentationsform*

Eng geknüpft an den Inhalt ist auch die Präsentationsform. Die Anpassung der Präsentation wird auf unterschiedliche Kodierungsformen und deren Kombinationen bezogen und an verschiedenen Lernereigenschaften ausgerichtet. DU PLESSIS (1996) geht mit Präsentationsformen auf Lernstile und Intro- und Extrovertiertheit ein. BRUSILOVSKI

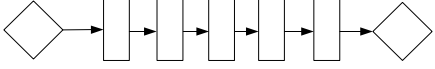
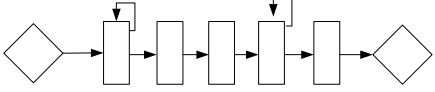
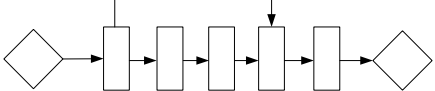
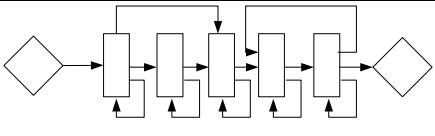
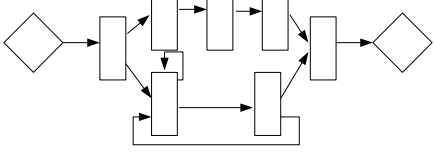
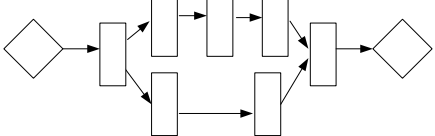
(1996) richtet sich mit adaptiven Präsentationen von Texten oder multimodalen Präsentationen vor allem an kognitive Lernereigenschaften. Durch die Diskussion um Barrierefreiheit wurde deutlich, wie wichtig für viele Nutzer mit Behinderungen angepasste Darstellungen sind, beispielsweise größere Schrift.

Die multimodalen Darstellungsformen befinden sich im Begriff, kategorisiert zu werden. So versucht man auch im Bereich Intelligentes Multimedia (IMM), allgemeine Stile zur Beschreibung bestimmter Präsentationsformen zu finden, um diese bestimmten Personengruppen gezielt anzubieten (BUTZ 1997 nach SPECHT 1998, S. 23)

### *Sequenzierungsalgorithmen*

In welcher Reihenfolge Inhalte dargeboten werden oder sollen und können, ist häufig eine Frage des Themas und des Wissensstandes und der Interessen des Lernalers. Je nach Ziel und Zweck bieten sich unterschiedliche Strukturen von Lernsequenzen an. Das sichere Vermitteln eines Inhalts gelingt vor allem durch Wiederholungen, beispielsweise durch eine Sequenz mit Schleifen. Zur Steigerung der Schwierigkeit kann das Überspringen von Zwischenschritten eine angemessene Sequenz ergeben.

Der Form nach unterscheidet man lineare vs. verzweigte, kreisfreie vs. zirkuläre, und direktive vs. (topologisch) adaptive Leernalgorithmen (FRANK 1965). Diese Variationsmöglichkeiten lassen sich kombinieren, so dass man nach FRANK 6 Klassen von Sequenzierungsalgorithmen erhält. Eine etwas veränderte Klassifikation nimmt LEUTNER vor und stellt damit einen Zusammenhang zum Adaptionzweck nach SALOMON (1975) her (vgl. SPECHT 1998, S. 21).

Lehralgorithmus	FRANK (1965)	LEUTNER (1992)
	SKINNER Algorithmus	Linear-direktiv kreisfrei nach SKINNER
	Iterationsalgorithmus	PRESSEY, linear direktiv Fördermodell
	Umweg-Algorithmus	Abkürzung, linear mit Sprüngen; Präferenzmodell
	Regelungsalgorithmus	Woodworth linear mit Sprüngen; Präferenzmodell
	Mehrwegalgorithmus	Mehrweg Verzweigt Kompensationsmodell
	CROWDER Algorithmus	Crowder verzweigt Kompensationsmodell

**Tabelle 5: Sechs Klassen von Sequenzierungsalgorithmen sensu FRANK (1965) und LEUTNER (1992), nach SPECHT (1998, S. 25)**

Der Skinner-Algorithmus nach FRANK bietet keine Anpassung der Lehrsequenz an den Wissensstand des Lerner, sondern lediglich eine individuelle Bearbeitungszeit. Das System beim Iterationsalgorithmus bietet – seinem Namen entsprechend – Wiederholungsschleifen der Darbietung, um das noch unzureichend Beherrschte einzuschleifen. Die Form des Übens entspricht dem Fördermodell nach LEUTNER (vgl. Tabelle 5). Bei einem Algorithmus, der bestimmte Stellen überspringen und andere ersetzen lässt, liegt ein Präferenzmodell zugrunde. Bietet man Sequenzen, die alternativ zu anderen verlaufen und stellt verschiedene Pfade zur Verfügung (sog. Mehrweg-Algorithmus), erhalten Lerner die Chance, bestimmte Defizite durch alternative Wege zu kompensieren.

### *Schwierigkeit*

Zu den grundlegendsten Anpassungsmitteln gehört die Schwierigkeit der einzelnen Lerninhalte. Diese kann grob oder feinschrittig vonstatten gehen, das heißt in Makro- oder Mikroadaption vorliegen. Formal ergeben sich diverse Möglichkeiten, die Schwierigkeit anzupassen. Verzweigte Programme nach CROWDER führen als Folge von besseren oder schwächeren Antworten in bestimmte Pfade. Die Verzweigung ist demnach eine Anpassung an die Schwierigkeit.

LEUTNER benennt 3 Verfahren der Anpassung an die Schwierigkeit:

- 1) Veränderung der Schrittweite zwischen den Lerneinheiten. Das geschieht durch eine Verteilung des Stoffes auf jeweils unterschiedlich viele Stufen.
- 2) Bei der Sequenzierung kann derselbe Effekt erreicht werden. Hilfestellung während der Beantwortung der Frage, Hinweise oder sogenannte Einhilfen erleichtern das Lösen von Aufgaben. Unter Einhilfen verstehen sich gestufte Hinweise zur Lösung der Aufgabe. Die Hilfestellung muss nicht durchgehend gleich ausfallen, sondern kann mit zunehmender Expertise zurückgehen. Einige Varianten sind Cueing, das Isolieren kritischer Hinweisreize für die Lösung, Prompting oder Response Guidance, das Anbieten von Prinzipien, Regeln und Inhalten, die zur Lösung genutzt werden können.
- 3) Zeitdruck ist eine weitere Möglichkeit, die Aufgabenschwierigkeit zu variieren. Bei PASK (1964) werden mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad schnellere Antworten und Reaktionen gefordert.

Generative Systeme bieten eine eigene Möglichkeit, die Aufgabenschwierigkeit zu variieren. Im Bereich des Computerisierten Adaptiven Testens (CAT) sind Methoden bekannt, um aus Aufgabenpools beispielsweise raschskalierte Aufgabengruppen zu erzeugen (vgl. WAINER 1990). Sobald die Aufgaben demgemäß skaliert vorliegen, lassen sich mit Hilfe von Strategien wie von LITCHFIELD, DRISCOLL&DEMPSEY (1990) Aufgaben eines bestimmten Schwierigkeitsgrades gezielt auswählen.

### *Zusammenfassung*

Die Veränderungen von Lernziel, Lehrmethode und Lehrzeit sind Verfahren der Kategorie *Adaptionsmittel*. Das Lehrziel lässt sich nach Instruktionsumfang und Instruktionsebene unterteilen. Die Lehrmethode gliedert sich nach Lerninhalten, Lernstil, Lernfähigkeit, Lernmedium und Lernhilfen. Die Lerninhalte können bei gleichbleibendem Lernziel beispielsweise durch die Komposition der curricularen Einheiten angepasst werden. Die Variationsmöglichkeiten des Lehr- und Lernstiles gehen vom direktiven und rezeptiven Lernen bis zum freien, entdeckenden Lernen. Durch unterschiedliche Lehrstile lassen sich entsprechende Lernformen erzeugen. Um die Lehr-/Lernsequenz anzupassen, bedarf es eines gewissen konzeptionellen Steuermoduls, welches erst in komplexen Systemen wie in ITS zu finden ist. Gleiches gilt für adaptive Hilfen.

Zur Anpassung des Lehrens und Lernens gehört außerdem die Benutzerschnittstelle, die Bildschirmoberfläche, die Optionen, die Anordnung sind Mittel, den Lernprozess zu beeinflussen. Zu den Informationen zur Anpassung gehören Merkmale der Lernenden und der Aufgabe sowie situative Aspekte. Die vom Programm zu akquirierenden Lernermerkmale werden in einer verarbeitbaren Form gespeichert, zum Beispiel in Benutzerprofilen oder Lernermodellen. Daher kommt dem Schritt der Lernermodellierung wichtige Bedeutung zu.

Eine Möglichkeit der Kategorisierung adaptiver Methoden besteht in der Einteilung in zugrundeliegende Merkmale. Bei der Modellierung von Lernern ist der Übergang zu allgemeinen Benutzermodellen fließend. Dieser in der aktuellen Forschung intensiv untersuchte Bereich wird an dieser Stelle mit betrachtet, da die Mechanismen zuweilen ähnlich und Zusammenhänge mit Lernerfolg nicht ausgeschlossen sind.

Die Benutzermodelle klassifizieren unterschiedliche Merkmale von Lernenden. BENYON (1993) trifft eine Unterteilung in Benutzerprofil, Schülermodell und psychologisches Modell (BENYON & MURRAY 1993).

Danach enthält das Benutzerprofil den Hintergrund, Interessen und generelles Hintergrundwissen. Das Schülermodell beinhaltet die Aufgabenebene, die logische Ebene und die physikalische Ebene. Im Schülermodell sind jeweils Benutzerwissen und Fehler-

konzepte repräsentiert. Das System hält z.B. fest, was der Lerner bereits weiß und welche Art Fehler er macht. Das psychologische Modell erfasst kognitive Fertigkeiten und Persönlichkeitseigenschaften. Die Abbildung dieser Züge ist nicht sofort möglich, da eine angemessene Modellierung sehr sorgfältig durchdachter Schritte bedarf.

### 3.7.2.2 Die Adaptioneninformation

Diese Kategorie bezieht sich auf die Lernermerkmale, die für die Anpassung herangezogen werden. Das können beispielsweise der Wissensstand, die körperlichen Fähigkeiten von Systembenutzern oder der berufliche Hintergrund sein. Häufig sind Wissen, Präferenzen, Interessen und Persönlichkeitsmerkmale die Kriterien. Das, was BENYONS (1993) mit Benutzermodell beschreibt, ist mit Adaptioneninformation gleichzusetzen.

Denn in adaptiven Lehrsystemen werden die Lernereigenschaften in Benutzerprofilen und Lernermodellen gespeichert. Auf dieser Basis werden Anpassungen der Instruktion vorgenommen.

#### *Benutzer- und Lernermodellierung*

Die Grundlage für die Anpassungsleistung ist das zuvor erzeugte Lerner- oder, allgemeiner gefasst, das Benutzermodell. Nach diesem können auch die adaptiven Methoden kategorisiert werden.

Zur Übersicht folgt daher eine Auflistung der am häufigsten modellierten Merkmale von Lernern und – auch weiter gefasst – Systembenutzern, weil letztlich auch auf solche Merkmale bei der Gestaltung der Instruktion zurückgegriffen wird. Zudem sind Lerner zugleich Benutzer des Systems, insofern dürfte die Anpassung der Benutzbarkeit auch einen Einfluss auf den Lernprozess haben.

#### *Merkmale von Lernenden*

Zur Lernermodellierung in adaptiver Lernsoftware liegen eine Reihe unterschiedlicher Ansätze vor. Ein Beispiel ist die Einteilung von BENYON & MURRAY (1993) in die drei Modellformen Benutzerprofil, Schülermodell und psychologisches Modell. Jedes Modell speichert dabei eigene Nutzereigenschaften.

Im Benutzerprofil (user profile) werden persönliche Nutzerdaten, Interessen und das Vorwissen gespeichert. Im Schülermodell (Student Model) oder Lernermodell werden das gemessene Benutzerwissen, Lernpfade, bearbeitete Aufgaben und Fehlerkonzepte festgehalten. Im psychologischen Modell sind Persönlichkeitseigenschaften und kognitive Fertigkeiten des Lerners gespeichert.

Eine ähnliche Einteilung der Profile findet sich bei MURPHY et al. (1997). Sie gliedern ihr Lernermodell in die Teile Profil, Schülermodell und kognitives Modell. Das Profil eines Lernenden ist Speicherort für Sprachkenntnisse, Motivation oder Hintergrund. Im Schülermodell wird das Domänenwissen, spezifische Fertigkeiten und Fehlerkonzepte erfasst und im kognitiven Modell findet man Präferenzen für bestimmte Aufgaben oder Arten des Feedbacks sowie besondere Interessen.

Diese Einteilung liegt in der Natur der Möglichkeiten, Nutzermerkmale zu erheben. Statische und dynamische Eigenschaften können jeweils zu bestimmten Zeitpunkten und in unterschiedlichen Gruppierungen sinnvoll erfasst werden. Vorlieben, Interessen oder Vorwissen sind beispielsweise Eigenschaften, die längerfristig unverändert bleiben, während sich der aktuelle Kenntnisstand oder der Lernpfad stetig verändern. Zur Modellierung des Domänenwissens hingegen werden eine Reihe unterschiedlicher Vorgehensweisen angeboten. Ein Beispiel ist Stereotypisierung (RICH 1989), häufig in Form von Klassenbildung nach Anfänger, Fortgeschrittenen und Experten. CARR & GOLDSTEIN (1977) beschreiben konzeptuelle Overlaymodelle und ANDERSON (1983) modelliert den Akquisitionsprozess und die Problemlösefertigkeiten von Lernenden in der Domäne.

In der folgenden Beschreibung werden Merkmale erörtert, deren Modellierung aus mediendidaktischer und instruktionspsychologischer Sicht für den Adaptionprozess sinnvoll erscheint.

#### *Vorerfahrung, Hintergrund*

Zu den häufig modellierten dauerhaften Nutzermerkmalen, gehören das Vorwissen, Mediennutzungskompetenz, Sprachkenntnisse und persönlicher oder beruflicher Hintergrund. Eine Einstufung in ein bestimmtes Experteniveau, zum Beispiel bei GENMOD (PETERSEN 2002) geht auf die fachspezifischen Vorkenntnisse des Nutzers ein

und bietet wahlweise Hilfestellung bei Laien oder vielfältigere Gestaltungsmöglichkeiten für Experten. Für das Lernen mit computergestützten Programmen sind Bedienkenntnisse eine unverzichtbare Eigenschaft. Meist werden sie per Selbsteinschätzung der Benutzer erfasst. Als Reaktion sind unterschiedliche Varianten, von zusätzlichen Programmerklärungen, spezifisch gestalteten Oberflächen, so z.B. bei AVANTI (FINK, KOBSA & NILL, 1997), bis hin zu veränderten Formen der Interaktivität mit mehr oder weniger starker Nutzerführung vorhanden. Die Einstellung von Informationssystemen auf unterschiedliche Sprachversionen findet sich vorwiegend im Internet, weil hier Nutzergruppen unterschiedlicher Nationalität Zugriff auf das Informationsprogramm haben können. Dies bezieht sich also keineswegs nur auf Lernanwendungen, sondern auf Informationssysteme allgemein.<sup>4</sup>

In Programmen zur beruflichen Weiterbildung kann das Nutzermerkmal des beruflichen Hintergrundes ein Modellierungskriterium sein. Entsprechend werden unterschiedliche fachliche Beispiele geliefert oder Handlungszusammenhänge aufgezeigt, die Aufgabenstellungen können variieren. Beispiele sind unter anderem die Krankenhausinformationssysteme bei GIERL (1995) oder HIRST (1997). Viele neue Multimediaanwendungen richten ihre Einführungskurse auch gezielt an berufsspezifische Nutzergruppen. Die in solchen Anwendungen insgesamt vorrätige Information übersteigt den Bedarf einzelner typischer Nutzerprofile, weshalb eine Modellierung im Vorwege sinnvoll und notwendig ist.

### *Interessen, Präferenzen*

Die Interessen und Präferenzen von Nutzern sind Merkmale, auf die in Softwaresystemen vorwiegend in zweierlei Weise reagiert wird. Zum einen werden Voreinstellungen im Sinne von Makroadaption vorgenommen, woraus die Darstellung bestimmter Inhalte oder medialer Darstellungsformen resultiert. Zum anderen besteht die Möglichkeit, dass die Nutzer das System ihren Bedürfnissen selbst anpassen. Dies betrifft häufig die Benutzeroberfläche, zum Beispiel das Textverarbeitungsprogramm, mit dem der vorliegende Text verfasst wurde. Zu den Einstellparametern der Benutzeroberfläche gehört

---

<sup>4</sup> siehe z.B. die Portalseite der UNESCO: [www.unesco.de](http://www.unesco.de)



die Anordnung der Symbolleisten, die Darstellung der Symbole sowie deren Umfang, die automatische Hilfsfunktion, die sich ein- oder ausschalten lässt etc.

Wenn es nicht um Textverarbeitung sondern um Lehr-/Lernsysteme geht, zählen zu den einstellbaren Parametern die Vorliebe für eine bestimmte tutorielle Strategie, die Bevorzugung bestimmter Problemlösungen oder die Art des Feedbacks. Nach ELZER et al. (1994) ist weiterhin zu unterscheiden zwischen Präferenzen und Zielen von Benutzern. Die Unterscheidung liegt in erster Linie im Bewusstheitsgrad; so bezeichnen sie Präferenzen als teilweise unbewusst und Ziele als immer bewusste Merkmale. Ziele sollen erreicht werden und Präferenzen beschreiben, auf welchem Weg oder mit welchen Mitteln dies zu geschehen hat. Ferner unterscheiden ELZER et al. nach impliziten und expliziten Präferenzen, wobei die impliziten Präferenzen oft nicht bewusst und möglicherweise auch schwer zu formulieren sind.

Entsprechend verhält es sich bei den Erfassungsmethoden zu den Merkmalen. Das vollständige Abfragen aller relevanten Präferenzen im Vorwege ist nicht nur schwer zu realisieren, sondern auch schwer zu ertragen für die Nutzer, von daher ist das Erheben von Merkmalen, die auf implizite Präferenzen deuten, durchaus sinnvoll. BENYON & MURRAY, 1993) unterscheiden hier implizite und explizite Erhebungsmethoden. Weitere Methoden sind sogenannte inkrementelle Verfahren (HIRST et al. 1997) oder aufgabenbeschränkte Erhebungsmethoden (GUTKAUF, THIES & DOMINK, 1997). Bei LINDEN (1997) oder MAES (1994B) finden sich Möglichkeiten zur interaktiven Überarbeitung des Profils.

Der Anwendungsbereich der Informationssysteme, vorwiegend im Internet, bietet viele derartiger Ansatzmöglichkeiten. Zunächst werden bestimmte Präferenzen bezüglich der gesuchten Information angenommen, die im Nachhinein noch weiter spezifiziert werden. Diese Spezifikation wird auf Basis der Interaktionsanalyse vorgenommen. Dieser Prozess geschieht auch bei der automatischen Zusammenstellung der Optionen in vielen Softwarepaketen. Vorwiegend werden die verwendeten Funktionen angezeigt und weniger häufig genutzte verborgen. Unter den Informationsdiensten sind adaptive Shoppingagenten, die sich sukzessive auf Kundenwünsche einstellen. LINDEN et al. (1997)

beschäftigen sich mit einem verwandten Feld, dem automatischen Reiseassistenten. GUTKAUF et al. (1997) untersuchen die Anpassung von graphischen Darstellungen, wobei sie sowohl Präferenzen von Autoren wie auch die von Rezipienten in Betracht ziehen. Für die individualisierte Darstellung und Bearbeitung von Diagrammen bezieht sich das System auf Präferenzdaten beider Nutzergruppen.

Die Anpassung der Erscheinungsbilder von Outlook nach *Sommer* und *Winter* gehört in die Kategorie der stilistischen Präferenzen, das heißt in diesem Fall Gestaltungsmerkmale der Oberfläche. Die Anpassungsmöglichkeiten von Anwendungssoftware in diesem Bereich sind mittlerweile recht umfangreich.

Bei Trainingsprogrammen wie beispielsweise Sprachlehrsoftware ist teilweise die Möglichkeit eine bevorzugte Testform und eine präferierte Feedbackvariante zu wählen (MURPHY & MC TEAR, 1997) sehr beliebt. Als Beispiel für Adaption auf Ebene der Lehrstrategie, nämlich zur Sequenzierung des Lehrstoffs nach Präferenzkriterien sei auf LINDNER (1995) verwiesen.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Adaption nach Präferenzen auf verschiedenen Stufen realisiert wird. Unterschieden werden einerseits allgemeine und andererseits situationsabhängige Präferenzen. Das Spektrum der bevorzugten Programmdarbietungen reicht von graphischen und textlichen Inhalten bis hin zu Interaktiven Schemata und Instruktionsformen. Bei der Modellierung und Anpassung ergeben sich besondere Anforderungen an das Programm einerseits bei der Schlussfolgerung aus dem Nutzerverhalten auf mögliche Präferenzen (wenn es sich um implizite Präferenzen handelt) und andererseits bei der Generierung der angemessenen Programmreaktionen.

#### *Körperliche Merkmale, Konstitution*

Als physische Merkmale seien Alter, Geschlecht, körperliche Konstitution, Konzentrationsfähigkeit und allgemeines Wohlbefinden genannt. Das Kriterium der Barrierefreiheit findet derzeit besondere Beachtung, wobei die bezeichneten Programme auf Benutzereigenschaften wie eingeschränkte Bewegungsfreiheit aufgrund von körperlicher Be-

hinderung, die Wahrnehmungsfähigkeit in unterschiedlichen Modalitäten oder Möglichkeiten zur Bedienung von Ein-Ausgabegeräten eingehen.<sup>5</sup>

Voraussetzung für die Adaption von computergestützten Anwendungen an spezielle Bedürfnisse körperlich behinderter Menschen ist die genaue Analyse und ergonomische Evaluation der Anpassungsalternativen. In dem Projekt TEDIS (GAPPA, HERMSDORF, MERMET & PIEPER, 1995) werden Schnittstellen für Benutzer mit speziellen Anforderungen entwickelt und ergonomisch evaluiert. Unterscheidungen nach Altersgruppen werden unter anderem im Rahmen der freiwilligen Selbstkontrolle von Inhaltsanbietern getroffen, indem nicht jugendgeeignete Inhalte der Kategorie für Erwachsene zugewiesen sind. Eine Unterteilung nach Geschlecht wird vor allem da vorgenommen, wo die Wahl der dargestellten Inhalte relevant ist, beispielsweise beim Training von sogenannten weichen Schlüsselqualifikationen. Denn wenn die dargestellten Beispielsituationen keinen Modellcharakter für den Nutzer haben, ist der Lerneffekt geringer. Das Kriterium des Modellcharakters umfasst neben dem Geschlecht außerdem weitere Persönlichkeitsmerkmale. Ein weiteres Beispiel ist das körperliche Allgemeinbefinden. Die Schulsoftware ADDY verfügt über eine Reihe an Anpassungsfunktionen. Unter anderem können die Nutzer angeben, ob sie sich gerade fit für bestimmte Aufgaben fühlen oder eher etwas Unterhaltung suchen.

### *Kognitive, affektive und Persönlichkeitsfaktoren*

Die Annahmen über die Sinnhaftigkeit der Anpassung von Lernsoftware an kognitive und affektive Persönlichkeitsmerkmale sind begründet. Allein der Nachweis ist nicht einfach. Untersuchungen über die Anpassung von Codierungsformen an bestimmte kognitive Stile beschäftigen MAYER & GALLINI (1990). TRIANTAFILLOU et al. (2003) befassen sich mit der Anpassung adaptiver Navigationshilfen an kognitive Stile, indem sie unterschiedliche Angebote für feldabhängige oder feldunabhängige Lernertypen gestalten. Eine umfassende Batterie an Anpassung an affektive Benutzermerkmale zei-

---

<sup>5</sup> Einen generellen Überblick zum Thema Barrierefreiheit oder Accessibility bietet das W3 Konsortium unter <http://www.w3.org/WAI/> Web Accessibility Initiative und speziell zu Verfahren und Tests in der Rubrik: *Technical Reports* <http://www.w3.org/TR/>.

gen DU PLESSIS et al. (1996), indem sie Faktoren wie: Temperament, Extra-/Introvertiertheit, Aktivität vs. Reflexivität, Vorlieben für deduktiven oder induktiven Lernstil und sensorische vs. intuitive Information berücksichtigen.

Nach MALONE & LEPPER (1987) lässt sich bei instruktionsrelevanter Motivation unterscheiden zwischen Neugiermotivation, Leistungsmotivation, Selbstwirksamkeit und Kontrolle. Trotz der bekannten Bedeutung von motivationalen Faktoren für den Lernerfolg ist das Angebot von Lehrsystemen, die in dieser Hinsicht Adaption anbieten, gering. Dies mag in der Schwierigkeit der Diagnostik begründet sein, vielleicht aber auch in der Unsicherheit, mit welchen Maßnahmen diesen Umständen wirksam und zuverlässig begegnet werden kann.

### *Domänenwissen*

KERRES (1998) betont, dass es *das* Modell der menschlichen Wissensarchitektur nicht geben kann, sondern dass eine Vielzahl an Modellen konkurrieren.

Beim Domänenwissen wird üblicherweise unterschieden zwischen deklarativem und prozeduralem sowie strategischem und metakognitivem Wissen. Im dem Lehr/Lernssystem ELM-PE zeigen BRUSILOVSKI et al. (1995) Anpassungen unterschiedlicher Parameter an Domänenwissen.

Deklaratives Wissen meint das inhaltlich festgelegte Wissen über Sachverhalte, TENNYSON (1997) bezeichnet es mit „knowing what“. Die Begrifflichkeiten werden in der Literatur jedoch nicht einheitlich verwendet. ANDERSONS (1993) ACT-R Modell ist ein Versuch, menschliches Wissen modellhaft abzubilden und kommt dabei zu den Begriffen deklarativ und prozedural. Er unterscheidet die unterschiedlichen Formen nach dem Zustand des Wissens im Langzeitgedächtnis. Das deklarative Wissen (im Gegensatz zum prozeduralen) basiert auf Konzepten, welche netzartig durch Relationen verbunden sind und somit das semantische Gedächtnis einer Person bilden. Nach ANDERSON wird deklaratives Wissen durch Beobachtung oder externe Information akquiriert. Die Darstellung von deklarativem Wissen als eine Art semantischem Netzwerk (SCHNOTZ 1993) lässt sich gut auf die Architektur von Lernumgebungen übertragen, worin Wissensknoten und Kanten leicht durch Daten und Links abgebildet werden können. Auf dieses

Konstrukt geht HEIKE GERDES (1997) in Ihrer Arbeit mit dem PATHFINDER Algorithmus ein.

In Lehr-/Lernsystemen wird das aktuelle Wissen der Lerner in bezug zum Domänenwissen in Form von Konzepten festgehalten. Die Darstellung dieses aktuellen Wissensstandes umfasst Kategorisierungen, Bezeichnungen über Vertrautheit mit bestimmten Themen oder Begriffen und typischer Bearbeitungsmuster und Fehlertypen. Die Anpassung des Systems an das aktive deklarative Wissen von Lernern (als ein Ausschnitt aus dem Expertenwissen) geschieht durch entsprechende Gestaltung der Texte, unterschiedlich elaborierte Abbildungen oder Auswahlmöglichkeiten der Inhalte. JONASSEN (1992a) definiert das Wissen als semantisches Netz. Er bezieht sich auf ein sogenanntes Expertenmodell, das das Wissen von Experten repräsentiert und Regeln zur optimalen Sequenzierung von Wissen enthält, so dass daraus für die Lerner eine geeignete Reihenfolge der Lernschritte generiert werden kann.

Prozedurales Wissen besteht nach SCHULMEISTER (2002) aus Argumenten oder Regeln, mit deren Hilfe sich Probleme lösen lassen (S. 182). TENNYSON (1997) bezeichnet es kurz mit „knowing how“. Das prozedurale Wissen nach ANDERSON ist zu unterscheiden von MERRILS sogenannten Prozeduren, die jeweils deklarativ oder prozedural ablaufen können. MERRIL unterscheidet zwischen erinnern und anwenden. Ziel ANDERSONS kognitiver Lerntheorie ist vor allem der Aufbau prozeduralen Wissens. Um dorthin zu gelangen, müsse der Lerner das – zuvor zu erlangende - deklarative Wissen *kompilieren*. Nach dem Aufbau des deklarativen Wissens können domänenspezifische Regeln aufgebaut werden. Die sich entwickelnden Assoziationen werden zu Wenn-Dann-Regeln, auf die der Lerner zurückgreifen kann, um Probleme zu lösen. Programmtechnische Versuche, das menschliche Problemlöseverhalten abzubilden, finden sich bereits im Expertenmodell bei GOLDSTEIN & PAPERT (1977). Generell ist dies gut umsetzbar bei sehr axiomatischem Domänenwissen wie Mathematik oder Informatik.

Während sich deklaratives Wissen noch relativ gut modellieren lässt, ergeben sich beim prozeduralen jedoch einige Schwierigkeiten, zumindest dann, wenn es sich um komplexere Fertigkeiten handelt. Denn deklaratives Wissen lässt sich anhand von erworbenen

Begriffen und deren Relationen– sprich definierten Einheiten – festmachen. Für prozedurales Wissen gibt es aber keine so klar definierbaren Einheiten.

Prozedurales Wissen der komplexeren Art stellt eine Herausforderung dar für das Abbilden von Expertenwissen, da das Regelwerk sehr umfangreich und in jedem Fall individuell gestaltet ist. ANDERSON (1995) greift in seinen *kognitiven Tutorsystemen* auf einen zielorientierten Regelansatz zurück, um Problemlösen zu modellieren. Die Unterstützung der Lerner beim Problemlösen erfolgt durch gezieltes Feedback.

Strategisches Wissen steht hierarchisch über dem prozeduralen Wissen. Man könnte es vergleichen mit der Fertigkeit des Schachspiels. Dieses zu beherrschen ist mehr als das Wissen um die Regeln, wie die Figuren bewegt werden (was in diesem Fall unter prozedurales Wissen fällt). Unterschieden wird in allgemeine und inhaltspezifische Problemlösestrategien. KLAUER (1988) rechnet zu den situationsübergreifenden, allgemeinen Strategien insbesondere Stützstrategien, so zum Beispiel die des Selbstmanagements. Von den Strategien hohen Allgemeinheitsgrades zu unterscheiden sind Strategien mittleren Allgemeinheitsgrades. Hierzu gehören zum Beispiel Strategien des Leseverstehens, die sich auf unterschiedliche Texte beziehen können. Zuletzt sind hochspezifische Strategien zu nennen, die von den Eigenschaften der jeweiligen Domäne abhängen. Sie beziehen sich nur auf ein eingeschränktes Feld, wie beispielsweise beim Addieren von Zahlen die kleinere der größeren Zahl aufzuaddieren.

Im Zuge der Forschung zu metakognitiven Strategien des Problemlösens entwickelten Autoren wie MERRILL (1997) im Instructional Design<sup>6</sup> Strukturen, die die Exploration durch den Lerner erleichtern. Mikrowelten und Hypertext bieten einen entsprechenden Aufbau, in dem Lerner die Möglichkeit zur Kontrolle und zur Interaktionen mit der Lehrinstanz des Systems haben. TENNYSON & ELMORE (1997) betonen die Notwendigkeit, metakognitive Strategien zu modellieren, wobei sie Bezug zur jeweiligen Inhaltsstruktur herstellen und zu dem Schluss kommen, dass am Ende immer eine taxonomische Informationsanalyse wichtiger Bestandteil ist (S. 73). HYPADAPTER ist ein

---

<sup>6</sup> Instruktionsdesign beschäftigt sich mit der systematischen, kurz- oder langfristigen Planung von Lernsituationen mit dem Ziel, den Lernprozess zu fördern. Dabei wird immer Bezug zur Instruktionspsychologie genommen.

exploratives Lehrsystem für die Programmiersprache LISP, dass unter anderem eine Anpassung an Programmierstil und Effizienz vornimmt.

Im Rahmen des didaktischen Designs haben TENNYSON & RASCH (1988) kontextuelles Wissen neben deklarativem und prozeduralem als weiteren Wissenstyp eingeführt. Kontextuelles Wissen umfasst Problemlösestrategien für bestimmte Kontexte, als auch Standards und Einschätzungen der Angemessenheit bestimmter Prozeduren. Es handelt sich um Wissen über raum-zeitliche Zusammenhänge („wann und wo“). TULVIG (1972) prägte den Begriff episodisches Gedächtnis, um zu einer Unterscheidung zwischen „semantischem“ und „episodischem“ Gedächtnis zu kommen (KERRES 2002). Das episodische Gedächtnis speichert demnach Wissen über Ereignisse und zugleich über den entsprechenden Kontext. In dem episodischen Lerner Modell (ELM) von WEBER (1996) wird das Problemlösen durch individuelle Beispiele und Feedback gefördert (vgl. SPECHT 1998). Die auf dem ELM-Modell basierenden Systeme ELM-PE und ELM-ART speichern Ansätze der Problemlösung von Lernern in einem episodischen Lernermodell. Zum Vergleich für Problemlösungen bietet das System ähnliche Episoden aus der jeweiligen Lerngeschichte, die es sowohl bei der Analyse aktueller Problemlösungen als auch bei der Auswahl von Beispielen zur Erklärung einbezieht.

### *Zusammenfassung*

Im vergangenen Abschnitt wurde beschrieben, an welche Information sich die Anpassung richtet. Benutzermerkmale wurden genannt, außerdem Aufgabenmerkmale und situative Aspekte. Zu den Benutzermerkmalen gehören kognitive, affektive und motivationale Faktoren, die Interessen und das Wissen. Diese Aspekte werden durch Befragung erhoben, aus dem Benutzerverhalten heraus modelliert und zur Grundlage für die Anpassung verwendet.

#### 3.7.2.3 Der Adaptionprozess

Der Anpassungsvorgang lässt sich nach verschiedenen Modalitäten unterteilen. Diese umfassen die Akquise der Information über den Nutzer, die Initiative für den Anpas-

sungsvorgang (vgl. DIETERICH et al., 1993) und die jeweilige Interaktionsform, user-driven und system-driven, ferner die Zuordnung der aufgenommenen Daten, die „Planung“ adaptiver Reaktionen und letztlich die Ausführung von Adaptionmaßnahmen. Außerdem gibt es grundsätzliche Abstufungen, von engmaschig und strikt bis hin zu einer nur angedeuteten Anpassung.

Die Aufnahme von Information über den Benutzer, die so genannte Benutzermodellierung, geschieht entweder durch eigene Angaben des Benutzers, welche in einem vorangestellten Fragebogen erhoben werden oder durch Auslesen von Daten aus dem Nutzungsvorgang. Welche Form gewählt wird, hängt nicht zuletzt mit den zu erhebenden Daten zusammen. Information über präferierte Inhaltsbereiche und Beispiele kann am besten direkt vom Lerner gegeben werden. Information über veränderliches Lernerwissen gewinnt das System am effektivsten aus den Daten, die sich bei der Benutzung ergeben, beispielsweise Lernpfade oder Testergebnisse.

In der Unterscheidung zwischen user-driven- und system-driven-Adaption wird benannt, auf welcher Seite die Kontrolle für den Anpassungsvorgang stattfindet. Darüber hinaus existieren auch Mischformen, indem der Lerner die Option erhält, das programmseitig erzeugte Nutzermodell zu verändern. Grundsätzlich ist die hier gegebene Benennung vergleichbar mit den Formen der Adaptivität und der Adaptierbarkeit (LEUTNER 1992). Auf diesen Punkt wird gesondert in Kapitel 1.4.9 eingegangen. Das Ausmaß der Lernerkontrolle über die einzelnen Programmparameter wie Inhalt, Schwierigkeit, Darstellungsmodus und methodische Einzelheiten prägt die Gestalt des Adaptionprozesses sehr entscheidend. Inwieweit der Lerner in der Lage ist, diese Parameter angemessen selbst zu adaptieren, ist eine Frage seiner Kompetenz zur Selbststeuerung, aber auch der Vertrautheit mit dem Lerninhalt.

Eine vollkommen programmgesteuerte (system-driven) Adaption lässt den Lerner meist gar nicht bemerken, dass überhaupt Alternativen zur Verfügung standen. Dieser Prozess geschieht also untransparent für den Lerner.



Mit der Zuordnung der aufgenommenen Daten wird der Benutzer modelliert, es wird ein Benutzerprofil generiert. Es gibt unterschiedliche Varianten, RICH (1983) unterscheidet drei Kategorien der Benutzermodellierung: Er unterscheidet explizit gegebene oder vom System abgeleitete Information, Gruppenmodellierung oder individuelle Modelle und kurzfristige vs. langfristige Information.

Bei der Unterscheidung von Gruppen- oder individueller Modellierung verweist SEE-BERG (2003) auf den Anwendungskontext. Bei einem Gruppenprofil werden nicht die einzelnen Benutzer modelliert, sondern eine Norm, wie diese Benutzer sein sollten. Dies trifft zum Beispiel auf bestimmte zu erreichende Lernziele zu, woraus sich Einteilungen wie *Laien*, *Semiprofis* und *Experten* ergeben. Individuelle Profile beziehen sich auf Übungsergebnisse, Lernpfade, bestimmte Präferenzen etc. Aus der Art der gespeicherten Information lässt sich ableiten, ob die Modellierung kurzfristig oder dauerhaft gelten kann.

Auf der Basis eines erstellten Benutzermodells folgt der Prozess der individuellen Gestaltung der Lernumgebung. In der schlichtesten Form werden lediglich Einzeloptionen verändert, im variabelsten Fall stehen modulare Kursbausteine zur Verfügung, aus denen jeweils eine individuelle Struktur generiert wird. Zur Lektionsproduktion und Struktur der Wissensbasis fasst SEE-BERG (2003) zusammen, wenn eine auf Einzelbenutzer abgestimmte und zusätzlich gut lesbare Lektion erzeugt werden solle, sei ein Prozess der *Texterzeugung*<sup>7</sup> aus einer Menge von Modulen erforderlich<sup>8</sup>.

Dieser Vorgang kann schlicht einfachen Wenn-dann-Regeln folgen oder aber auf der Basis von Entscheidungen eines „denkenden“ Systems geschehen. Auch wenn Computer nicht im eigentlichen Sinne denken können, wird der Begriff hier verwendet, um den Elaboriertheitsgrad der Operation zu verdeutlichen. Als Beispiel sei die Einstufung von Lernern in bestimmte Kategorien gegeben. Ein Lerner hat eine Aufgabe zu 70 % korrekt gelöst und wird in eine bestimmte Klasse eingeteilt, für die eine bestimmte Modulkombination vorgesehen ist. Das System hat eine einfache Regel zur Grundlage gehabt

---

<sup>7</sup> Mit Text ist hier nicht nur wörtlicher Text sondern ebenso ein multimediales Dokument gemeint.

<sup>8</sup> Zur Vertiefung wie verwiesen auf Seeberg (2003) S. 65.

und eine entsprechende Entscheidung getroffen. Es könnte aber auch das Ergebnis der Aufgabe mit anderen Lernerhandlungen in Verbindung setzen und eine Vorentscheidung treffen, die durch weitere Lernerhandlungen wieder beeinflusst wird und somit das Modell ändert. Entsprechend werden die angebotenen Module nachträglich angepasst.

### *Zusammenfassung*

Festzuhalten ist, dass der Adaptionsprozess mehrere Stufen durchläuft, die sich kennzeichnen lassen als die Akquise der Information über den Nutzer, einer Initiative für den Anpassungsvorgang und die jeweilige Interaktionsform, die user-driven oder system-driven gestaltet sein kann. Desweiteren umfasst der Prozess die Zuordnung der aufgenommenen Daten, die Planung adaptiver Vorgänge und letztlich die Ausführung der Maßnahmen.

#### 3.7.2.4 Das Adaptionsziel

Der Grund für die Anpassung ist meist in der anvisierten Leistungssteigerung einer Anwendung, sowie der Verbesserung der Akzeptanz zu sehen. Das Ziel ist, die Effektivität bzw. die Effizienz zu erhöhen. Eine effektivere Programmform unterstützt die Aneignung der gegebenen Inhalte, der Inhalt wird für den einzelnen Nutzer besser lernbar. Eine effizientere Lösung sorgt dafür, dass in gleicher Zeit gezielter Information aufgenommen werden kann. Der Inhalt wird für den einzelnen Nutzer schneller lernbar.

Die Frage, warum angepasst wird, erklärt SALOMON (1975) mit seiner Einteilung nach Fördermodell, Kompensationsmodell und Präferenzmodell, und spricht hierbei vom Adaptionszweck (vgl. Kap 3.6.2).

Beim Fördermodell ist das Ziel der Adaptionsmaßnahme, gewisse Lernerdefizite durch ergänzende Lehre aufzuholen. Nachhilfeunterricht wäre ein klassisches Beispiel, Zusatzübungen wären ein Beispiel im CBT Bereich. Das Kompensationsmodell verfolgt den Zweck, nicht jeden Lerner zum selben Ziel zu bringen sondern die Defizite eines Lerners durch geeignete Alternativaufgaben zu kompensieren. Im Präferenzmodell wird auf lernerspezifische Talente und die thematischen und methodischen Vorlieben der Schüler eingegangen.

Vor allem aber besteht das Adaptionziel darin, eine effektivere und effizientere Instruktion zu ermöglichen. Um die Effektivität zu erhöhen, ist es förderlich, Lehrinhalte, -methoden und -medien aufgrund von Lernermerkmalen wie Hintergrundwissen, Interesse, Motivation oder speziellen Verständnisproblemen auszuwählen. Beispielsweise verweist WEIDENMANN (1994) auf die positive Wirkung von angepasster Sequenzierung von Text und Bild.

Um die Instruktion effizienter zu gestalten, können beispielsweise Lerninhalte aufgrund des Vorwissens und der Fähigkeiten von Lernenden ausgewählt werden oder die Lerner können Unterstützung bei der Auswahl erhalten. Damit wird ihnen ermöglicht, in begrenzter Zeit zielgerecht das Notwendige zu lernen und keine für sie nebensächlichen Details. Bei der Anpassung der Navigationsmöglichkeiten in Adaptiven Hypertextsystemen (AHS) beispielsweise empfiehlt BRUSILOVSKI (2003, S. 491), auf das Benutzermerkmal „wenig Vorerfahrung“ mit geringerer Anzahl an Navigationsmöglichkeiten einzugehen.

Specht (1998) benennt außerdem indirekte Effekte adaptiver Methoden in Lehr/Lernsystemen. Er erwähnt eine mögliche Verbesserung der Motivation bei den Lernern durch einen angepassten Komplexitätsgrad der Lehreinheiten oder eine Anpassung der Instruktion an besondere Interessen, Präferenzen oder das jeweilige Leistungsniveau. Auch die Anpassung der Lehrstrategie könne die Motivation und den Lernerfolg beeinflussen.

### *Zusammenfassung*

Im Wesentlichen wird durch Adaption in Lehrsystemen das Verständnis und der Informationsnutzwert erhöht. Außerdem können die Maßnahmen der Verbesserung der Akzeptanz und damit indirekt der Erhöhung des Lernerfolges dienen. Solche Maßnahmen sind beispielsweise Individualisierung des Dialoges oder angepasster Umfang an Information.

### 3.8 Aktuelle Forschung

Die Forschung um adaptive Lernsoftware macht sich in unterschiedlichen Bereichen bemerkbar. Auffällig ist, dass in der Regel Einrichtungen der Informatik beteiligt sind. Daraus resultieren auch die meist auf Technik versierten Fragestellungen. Entgegen mancher Skepsis haben sich die intelligenten tutoriellen Systeme weiter entwickelt.<sup>9</sup> Der Bereich des Instruktionsdesigns ist soweit herangewachsen, dass es eigene Studiengänge gibt,<sup>10</sup> wobei das Thema Adaption allerdings keinen zentralen Stellenwert hat.

Die Diskussion um Anpassbarkeit von Kursen der inner- und außerbetrieblichen Weiterbildung im Web leitet sich oft aus ökonomischer Motivation ab, vor allem dann, wenn es in Lernmanagementsystemen um die optimale Einpassung von Modulen unterschiedlicher Herkunft geht. Die Schwierigkeit dabei ist nur, dass sich nicht jede Materie mit jeder verträgt und dass es in Anbetracht der Vielfältigkeit von Lehrinhalten schwer ist, einheitliche Standards für Module zu definieren.

Ein Sektor, der sich besonders durch aktive Entwicklung hervorhebt, ist das Feld um adaptive Hypermediasysteme. Das vorliegende Kapitel gibt einen Einblick in Projekte der aktuellen Forschung zu adaptiven Hypermediasystemen. Zunächst werden unterschiedliche Modelle und Studien aufgeführt. Im Anschluss folgt eine detailliertere Beschreibung eines jüngst (2003) veröffentlichten Adaptiven Systems.

#### 3.8.1 Überblick

Als Alternative zu den nur vermeintlich jedem Nutzer entsprechenden Hypermedia-Systemen entstanden sogenannte adaptive hypermediale Systeme (Adaptive Hypermedia Systems, AHS). Adaptive Hypermediasysteme erzeugen ein Modell aus den Zielen, Präferenzen und dem Kenntnisstand des einzelnen Lernalters und nutzen dieses Modell während der Interaktion mit dem Nutzer, um sich an dessen Bedürfnisse anzupassen.

---

<sup>9</sup> Vgl. hierzu das auf einem neuronalen Netz aufbauende Knowledge Sea System, (BRUSILOVSKI & RIZZO, 2002)

<sup>10</sup> Beispielsweise bei Prof. Dr. N. SEEL

Als Reaktion werden bestimmte Inhaltsmodule zusammengestellt. Außerdem erhält der Nutzer Vorschläge zu relevanten Links (vgl. BRUSILOVSKI et al. 1998). Adaptives Hypermedia passt die Hypertextstruktur den Nutzerbedürfnissen durch Einschränkung der Möglichkeiten, Vorschläge zur Navigation oder kommentierte Links an. Gerade im Bereich von Lehr/Lernsystemen erweist sich Adaptives Hypermedia als sinnvoll, weil es dem „lost-in-hyperspace-effekt“ entgegen wirkt. Bereits in den frühen 1990er Jahren wurde eine Reihe solcher Systeme erstellt (1990 bis 1996).

### 3.8.2 Formen adaptiver Navigationsunterstützung in hypermedialen Lehrsystemen

Eine spezielle Technik im Rahmen der adaptiven Hypermediasysteme ist die adaptive Navigationsunterstützung, welche gerade bei Lehr-Lernsystemen von besonderem Interesse ist. BRUSILOVSKI (2003) beschreibt wesentliche Techniken adaptiver Navigationshilfen und analysiert die wichtigsten Studien dazu. Er kommt zu dem Schluss, dass Nutzer mit unterschiedlichem Vorwissen zu einem Thema jeweils unterschiedliche Adaptionstechniken bevorzugen. BRUSILOVSKI (2001) schildert eine Programmvariante, die adaptive Linkpräsentation ermöglicht. Darin sind spezifische Funktionen enthalten, wie direkte Nutzerführung (direct guidance), Anordnung (sorting), Linkverbergen (hiding), Annotation (annotation) und Linkerzeugen (generation). Direkte Nutzerführung und adaptive Annotation finden sich in dem System ELM-ART (BRUSILOVSKI 1996; WEBER & BRUSILOVSKI 2001) und danach in Derivaten wie in dem Programm INTERBOOK (BRUSILOVSKI 1998). Die Technik adaptiven Linkverbergens wurde erstmals in dem Programm 2L670 von DE BRA (1996) eingesetzt.

Die Technik des adaptiven Linkerzeugens ist eine andere Variante, die vor allem im E-commerce eingesetzt wird. Das bekannteste Beispiel für Linkerzeugen im Instruktionbereich wurde ursprünglich bei den Programmen INTERBOOK und HY SOM (KAYAMA & OKAMOTO 1999) verwendet, und zwar in Form von dynamischer Empfehlung relevanter Links. In ELM-ART wurden weitere Formen der Linkerzeugung realisiert, nämlich in einem Modell von Links zur ähnlichkeitsbasierten Navigation.

Zu den früheren Entwicklungen adaptiver Navigationsunterstützung gehören unter anderem history-basierte Mechanismen. LA PASSADIERE & DUFRESNE (1992) zeigen bei MANUEL EXCEL eine Anpassungsform, die auf Besuchsfrequenzen basiert, und zwar mit den Kategorien *nicht gesehen*, *teilweise gesehen* oder *vervollständigt*. Außerdem gibt das System angepasste Ratschläge.

KAPLAN et al. (1993) entwirft adaptive Navigationsunterstützung in der Suchfunktion HYPERFLEX. In seiner Studie kann er leichte Vorteile in der Performanz der Nutzer mit Unterstützung nachweisen. BRUSILOVSKI & PESIN untersuchen (1998) das Linkverbergen und die Annotation: Das ISIS Tutor System zeigt Vorteile adaptiver Navigationsunterstützung. Nutzer profitieren, indem generell Zielerreichen in kürzester Zeit ermöglicht wird. Die Ergebnisse der Studie gelten jedoch nicht als signifikant.

Nachdem sorting, hiding und annotation sich als wirksam herausgestellt haben, weil sie den Aufwand bei der Hypertextnavigation erheblich reduzieren und zielorientiertes Arbeiten ermöglichen, setzten BRUSILOVSKI et al. 1998 mit dem Programm INTERBOOK an einer neuen Stelle an. Sie untersuchen den Einfluss von Linkannotationen, die sich auf das Lernermodell, sowie auf Lernpfade und Lernerfolg beziehen.

Erstaunlich dabei ist, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen bezüglich des erworbenen Wissens zum Thema gibt. Die Nutzer zeigten zwar deutliche Akzeptanz für die Methode, im Lernerfolg schlug es sich aber nicht nieder. Die Pfadanalyse zeigt, dass die Lerner zur Navigation größtenteils die einfachen Vor- und Zurückbuttons verwendet hatten. Diese gehörten jedoch nicht zu den annotierten Links. Daher erklärt sich leicht, dass die adaptierte Form keinen Unterschied zur Nicht-adaptierten brachte. Nutzer, die keine Linearform verwendeten, fanden aber Vorteile in der adaptiven Annotation. Auch in weiteren Studien zeigte sich derselbe Effekt: Lerner navigierten mit schlichtem *weiter*-Button, vor allem dann, wenn ihnen die Wissensdomäne noch unvertraut ist.

Zur Bedeutung des Vorwissens bei Lernern führen WEBER & SPECHT 1997 mit ELM-ART (Inhalt: LISP Programmierung) eine Studie durch, in der Vorwissen in LISP eine ausschlaggebende Variable darstellt. Das Treatment besteht in adaptiver direkter Füh-

rung inklusive *Next-Button*, verglichen mit einer Version ohne eine solche Navigationsmöglichkeit. Dabei zeigte sich, dass die Version mit *Next-Funktion* vor allem von den unerfahreneren Lernern lieber genutzt wurde. Umgekehrt bestätigen diesen Effekt SPECHT & KOBASA (1999), indem sie zeigen, dass erfahrene Nutzer keine restriktiven adaptiven Funktionen akzeptieren.

### 3.8.3 Beispiel Adaption an kognitive Stile

TRIANAFILLOU et al. (2003) erzeugen und testen AHS, Adaptive Hypermediasysteme, die im Hinblick auf Lernstil und kognitiven Stil angepasst werden. In der Studie untersuchen sie die bedeutsamen Variablen für die Erstellung adaptiver Hypermediasysteme in bezug auf kognitive Stile.<sup>11</sup> Die vorliegende Studie ist ein Versuch, einige Variablen zu durchleuchten, die für die Entwicklung adaptiver HS im Hinblick auf kognitiven Stil bedeutsam sind. Als Fallbeispiel wurde das Lernmodul mit dem Titel AES-CS (Adaptive Educational System based on Cognitive Styles) erstellt.

Nach SPIRO et al. (1991) unterstützt aufgabengerecht aufbereitetes Hypermedia den Lernfortschritt und kognitive Flexibilität. Gleichzeitig zeigen andere Studien Probleme durch Desorientierung und Cognitive Overload<sup>12</sup> (MARCHIONINI, 1998). Um vor den aufgezeigten Problemen bestehen zu können, sollte ein Hypermediasystem so aufbereitet sein, dass es die Nutzerinteressen und -bedürfnisse berücksichtigt und angemessene Führung anbietet. Adaptives Hypermedia wird als eine Lösung angeboten und besonders für den Bereich des webbasierten Lehrens als wichtig erachtet, weil es hier besonders heterogene Nutzergruppen gibt.

In AHS wird ein Nutzermodell für Ziele, Präferenzen und Wissen des Lerners erzeugt, auf dessen Basis der Seiteninhalt und die Links zwischen den Seiten adaptiert werden. Da sich diese Nutzereigenschaften im Laufe der Zeit wandeln können, verfolgt das AHS diese Veränderungen, um das Nutzermodell zu aktualisieren (BRUSILOVSKI, 1996). Nach TRIANAFILLOU et al. können AHS an unterschiedliche Lernerbedürfnisse ange-

---

<sup>11</sup> Nach LI & GINTHER (1999) existierte bis dato nicht viel Forschung zur Anpassung von hypermedialen Lernsystemen an kognitive Stile von Lernern.

<sup>12</sup> kognitive Überlastung

passt werden, es sei eine ideale Möglichkeit, einer Vielzahl individueller Unterschiede, unter anderem Lernstil und kognitivem Stil, zu begegnen. (vgl. AYERSMAN & MINDEN, 1995).

In den vergangenen 15 Jahren wurden zahlreiche AHS implementiert. Die Programme INSPIRE (PAPANIKOLAOU, GRIGORIADOU & KORNILAKIS, 2001) und CS383 (CARVER, HOWWARD & LAVELLE, 1996) sind gute Beispiele für lernstilbezogene adaptive hypermediale Systeme.

Die Anpassung von AES-CS bezieht sich speziell auf kognitive Stile, nicht allgemein auf Lernstile. Zwei wesentliche kognitive Stile wurden von WITKIN et al. (1977) erarbeitet. Sie unterscheiden feldabhängige (FA) und feldunabhängige (FU) Lernertypen. Nach WITKIN beeinflusst der Faktor der Feldabhängigkeit entscheidend das kognitive und das interpersonelle Verhalten. Die Wahrnehmung bei feldunabhängigen Typen bezeichnet er als analytisch und seriell. Bei feldabhängigen Typen sei die Wahrnehmung ganzheitlich orientiert. Viele Studien haben gezeigt, dass Feldabhängigkeit einen Einfluss auf den Lernerfolg haben kann. Das Filtern kognitiver Stile nach dem Kriterium der Feldabhängigkeit wird nach WITKIN et al. (1971) mit dem Group Embedded Figure Test (GEFT) vorgenommen.

Ein wichtiger Faktor für die Lerner, um ein akkurates mentales Modell von dem Thema zu erlangen, ist eine kohärente Struktur. Studien zufolge brauchen feldabhängige Lerner mehr strukturierende Hilfen (WITKIN et al 1977). Ferner argumentieren JONASSEN & WANG (1993), dass feldabhängige Lerner generell dazu neigen, ihre eigene Struktur auf ein Informationsangebot zu übertragen, anstatt sich die Struktur des Materials anzueignen.



### 3.8.3.1 Zur Systemarchitektur von AES-CS

Das Programm wurde als Begleitmaterial zu dem Kurs „Multimedia Technology Systems“ für Studierende im 4. Jahr im Fachbereich Informatik der Aristotle Universität, Thessaloniki erstellt.

Hauptcharakteristiken sind die Anpassungsfähigkeit an kognitive Stile sowie an den Wissensstand von Lernern. Das Programm besteht aus drei Modulen: Das Domänenmodell, das Lernermodell und das Adaptionmodell. Alle drei Modelle liegen auf dem Server und erzeugen individuell die Programmstruktur für den abrufenden Clientrechner. Die drei Komponenten interagieren, um an unterschiedliche Items zu adaptieren. Zum Beispiel wird der Inhalt an das Vorwissen angepasst, die Darstellungsweise wird durch Auswahl und Kombination angemessener Medieninhalte adaptiert, ebenso die Lehrstrategien, die Beispielwahl und Links und die Empfehlung angemessener Hyperlinks.<sup>13</sup>

Das Domänenmodell besteht aus Wissensseinheiten mit Unterthemen. Diese Themen sind verknüpft zu einem semantischen Netzwerk, welches in sich die Struktur der Domäne darstellt. In AES-CS gehört jede Webseite nur zu einem Unterthema. Das Lernermodell soll leicht erzeugbar und änderbar sein, dabei möglichst genau die unterschiedlichen Lernereigenschaften wiedergeben. Es unterteilt sich in drei Abschnitte, das persönliche Profil, das kognitive Profil und das Wissensprofil (overlay student knowledge).

Im Adaptionmodul nutzt das AES-CS die „adaptive presentation technique“ von BRUSILOVSKI (1996), die die präsentierte Information an den kognitiven Stil und an den Wissensstand des Lerners anpasst. Hierzu verwendet es die folgenden Maßnahmen:

- *Bedingter-Text-Seiten*: Seiten werden in Abschnitte gegliedert, wobei jeder Abschnitt für bestimmte Nutzertypen indiziert ist.
- *Variable Seitendarstellung*: zwei Seitenvarianten werden zu einem Thema erstellt und zwar jeweils angepasst an den FA oder FU Stil.

---

<sup>13</sup> Anm. d. Verf.: Ein solches System kann theoretisch schon weit mehr, als ein menschlicher Lehrer leisten würde.

- Adaptive Navigationsunterstützung (BRUSILOVSKI 1996): Diese Form hilft Nutzern, einen angemessenen Pfad in einer hypermedialen Lernumgebung zu finden.

AES-CS beeinflusst die Auswahl und Präsentation von Hyperlinks durch adaptive Annotation und direkte Führung. Adaptive Annotation ist die am stärksten verbreitete Form bei adaptiver Navigationsunterstützung. Es wurde zuerst bei ELM-ART eingesetzt und seitdem in diversen anderen Programmen wie INTERBOOK, KBS HYPERBOOK (BRUSILOVSKI 1999). Die adaptive Annotation gibt dem Nutzer zusätzliche Information über den Inhalt hinter dem Link. Welche Links gezeigt werden und welche Farbe sie haben, entscheidet sich hier nach dem Kenntnisstand der Nutzer und der Lehrstrategie. Bei AES-CS wird *blau* für *empfohlen* und *grau* für *noch nicht lernbereit* verwendet. Mit der direkten Führung schlägt das System dem Nutzer den jeweils nächsten Teil des Lernmaterials vor. Die Technik kann als generalisierte Lehrstoffsequenzierung angesehen werden. Der Wissensstand der Lerner wird referenziert, um die bestgeeignete Sequenz anzubieten.

### 3.8.3.2 Anpassung von Lehrstrategien

In einer idealen Lernumgebung kann ein lehrerfahrener Tutor die individuellen Lernerunterschiede identifizieren und den Lernern das ihrem Lernstil angemessene Material in passender Struktur anbieten. AES-CS bietet selbst eine solche Art der Anpassung von Lehrstrategien an, indem es über einen ganzheitlichen gegenüber einem analytischen Ansatz verfügt. Das bedeutet im Einzelfall, das Programm geht entweder induktiv oder deduktiv vor, also vom Speziellen zum Allgemeinen oder vom Allgemeinen zum Speziellen.

### 3.8.3.3 Kontrolle

Das Programm unterscheidet zwischen Programmkontrolle oder Lernerkontrolle. Bei der lernerkontrollierten Variante erhalten die Nutzer ein Auswahlmenü, nach dem sie die Reihenfolge der Kursmodule bestimmen können. In der Programmkontrollierten

Version gibt es kein Auswahlménü sondern das System bietet adaptive Navigationshilfen an.

#### 3.8.3.4 Organizer

Ein weiteres Mittel sind sogenannte *Contextual Organizer*. Feldabhängige Lerner profitieren offenbar von visuellen advance organizers, während feldunabhängige Lerner illustrative post organizer (MENG & PATTY, 1991) vorziehen. AES-CS bietet daher zur Navigationsunterstützung illustrierte kontextuelle Organizer.

#### 3.8.3.5 Instruktion

JONASSEN und GRABOWSKI (1993) fassen zusammen, welche Implikation individuelle Unterschiede in der Feldabhängigkeit nach sich ziehen. Diese Aussagen wurden bei der Gestaltung von AES-CS berücksichtigt, um instruktive Unterstützung anzubieten. Als Ergebnis wurde ein *zusätzlicher Frame* am unteren Bildrand eingefügt, in dem klare, deutliche, lenkende Anweisungen an den feldabhängigen Lerner und minimal lenkende Anweisungen an den feldunabhängigen Lerner gegeben werden.

#### 3.8.3.6 Feedback

Nach JONASSEN und GRABOWSKI (1993) brauchen feldabhängige Lerner tendenziell mehr extensives Feedback (vor allem informatives), während feldunabhängige Lerner lediglich wissen wollen, *ob* sie einen Fehler gemacht haben. Dementsprechend ist in AES-CS die Testumgebung mit unterschiedlich ausführlichem Feedback aufbereitet.

#### 3.8.3.7 Struktur

AES-CS erlaubt feldabhängigen Lernern, der angebotenen Information ihre eigene Struktur zu geben. Umgekehrt bietet es feldunabhängigen Lernern vorstrukturiertes Material. Zusätzlich verfügt es über Navigationstools, die beim Strukturieren helfen sollen, und zwar eine *Themenkarte* (concept map) und eine *graphische Pfadanzeige* (graphic

path indicator), und zwar editierbar als themenorientierte und als lineare Übersichtskarte. Die Pfadanzeige deutet auf die aktuelle Position innerhalb der Hypernetzstruktur und reduziert damit den cognitive overload und erhöht die Kohärenz. Die Anzeige wird dynamisch generiert und zeigt das vorherige, das aktuelle und das nachfolgende Thema. Sie erscheint am unteren Rand auf dem Bildschirm.

#### 3.8.3.8 Flexible Adaptionmöglichkeiten

Die erste Anpassungsform, an FA und FU, basiert auf Forschungsergebnissen (JONASSEN & WANG 1993; MENG & PATTY 1991; YOON 1993) und theoretischen Annahmen zum Thema Feldabhängigkeit (JONASSEN & GRABOWSKI, 1993; WITKIN et al. 1977). Danach nimmt das System AES-CS anfänglich entsprechende Anpassungsmaßnahmen in der Lehrstrategie wahr.

Lerner sind aber niemals einfach Anfänger, Fortgeschrittene oder Profis sondern in vielen Stufen dazwischen. Sie sind auch nicht nur FA oder FU sondern vereinen beide Eigenschaften in bestimmter Weise. Daher sollten Lerner eine Kombination von Lehrstrategien erhalten, um auf ihre Bedürfnisse einzugehen und ihre Leistung zu verbessern.

Nach CARVER, HILL und POOCH (1999) sollten Hypermediasysteme nicht nur multiple Dimensionen des Nutzers modellieren, sondern jede Dimension sollte ausreichend Spielraum aufweisen, um den Nutzer möglichst echt abzubilden. AES-CS ermöglicht dem Nutzer, die allererste Adaption zu verändern. Anfänglich erhalten FA Lerner Programmkontrolle, maximale Unterweisung, maximales Feedback und durchstrukturierte Lehreinheiten. Umgekehrt erhalten FU Lerner eigene Kontrolle, minimale Unterweisung, minimales Feedback und die Möglichkeit, selbst eine Struktur zu erzeugen. Als Ergänzung bekommen Lerner die Möglichkeit, das anfängliche Stadium durch das Lernermodell und interaktive Momente zu verändern. Ziel der Flexibilität ist, die Adaption zu verbessern und der Grundannahme gerecht zu werden, dass adaptive Systeme vom Lerner kontrollierbar sein müssen, weil das Programm nicht intelligent genug sein kann, sich angemessen an alle möglichen Fälle anzupassen.

### 3.8.3.9 Zusammenfassung

Nach der Evaluation war die Mehrheit der Lerner mit der ersten Adaption (basierend auf ihrem kognitiven Stil) zufrieden, fand es aber auch nützlich, im Lernermodell den Anfangszustand ändern zu können. Sie erklärten die Flexibilität des Systems für sehr wichtig, auch die Möglichkeit, verschiedene Lehrmodi auszuwählen. Die Vielseitigkeit stellte eine Herausforderung dar und sie schätzten die Möglichkeit, das System vollständig kontrollieren zu können<sup>14</sup>.

## 3.9 Zusammenfassung

Dieses Kapitel gibt zur Analyse der Problemlage (Teil II) einen Überblick über Theorien der Forschungsliteratur um das Themenfeld der Adaption. Zunächst wurde Differenzierung als Methode aufgegriffen und näher analysiert. Dabei wurde der Schwerpunkt auf Binnendifferenzierung gelegt, welche mit adaptivem Unterricht verglichen werden kann. Denn bei beiden Ansätzen ist das Ziel, eine heterogene Lernergruppe mit homogenem Lernziel zu unterrichten. Aus den dargestellten Möglichkeiten wurden Anforderungen an adaptive Software hergeleitet.

Zur theoretischen Einordnung wurden die Themen „Lernerkontrolle“ und „Steuerung und Regelung“ aufgeführt. Regelungstechnische Ansätze haben den Vorteil, sehr genau zu definieren, was in der pädagogischen Literatur schwerer zu finden ist. Anhand eines solchen technischen Modells kann aber die Funktionalität im Lehrprozess deutlich aufgezeigt werden. Eine weitere Ergänzung zum Bedingungsfeld von Adaption ist die Komponente der Intelligenz. Mit dem Abschnitt über ATI-Forschung wurde die entscheidende Disziplin im Bereich Anpassung von Lehrmethoden und deren systematische Erfolgsmessung beschrieben.

In den nachfolgenden zwei Kapiteln wird der Adaptionsbegriff geklärt und Adaptivität in computergestützten Lehrsystemen anhand bekannter Formen und Methoden vorgestellt. Die Modelle von SKINNER, CROWDER, STOLUROW etc. verfügen jeweils über ver-

---

<sup>14</sup> Das System AES-CS ist unter <http://mlab.esd.auth.gr/adapt> zu finden, Gastzugang per „guest“ (Login und Passwort).

schiedene Einstellungsparameter und –mechanismen, um Adaption herbeizuführen. Dazu gehören beispielsweise die Kategorien Lernwege, Lernzeit und Lerninhalt. Die Vielzahl an Modellen, die sich in bestimmten Punkten gleichen und in anderen Punkten keine gemeinsame Ebene aufweisen, veranlasste LEUTNER (1992), ein Ordnungsschema zu entwerfen, dem er einzelne Adaptionparameter zuweist. Das Schema umfasst die Adaptionsrate, die Adaptionmaßnahme und den Adaptionzweck. Darauf aufbauend entwirft Specht ein anderes Modell mit einer weiteren Kategorie. Er unterscheidet nach den Fragen, WAS, WIE, WODURCH und WARUM (wird angepasst) und erhält damit vier Adaptiondimensionen.

Es folgt eine Beschreibung aktueller Studien und Forschungsprojekte. Damit kommt die Analyse der Problemlage zum Abschluss. Daran knüpft die Analyse der Voraussetzungen für ein eigens zu erstellendes Modell.

#### 4. Analyse der Voraussetzungen

Aus dem vorherigen Kapitel ist ersichtlich, dass die Anforderungen an ein Lehrsystem, wenn es dem Kriterium der Adaptivität entsprechen soll, hoch und vielfältig sind. Wie sich aus dem Modell der Instruktionssituation ableiten lässt, erfordert die Interpretation von Lernerdaten, die Modellierung und die Anwendung geeigneter Lehrstrategien zahlreiche Funktionen, die erstens in sich und zweitens im Gesamtkontext des Programms stimmig sein müssen. Eine sehr differenzierte Aufnahme von Nutzerdaten, Klickpfadanalyse etc. ist dann hilfreich, wenn auch für deren Interpretation genügend Kategorien zur Verfügung stehen. Die detaillierte Nutzermodellierung wiederum ergibt nur dann einen Sinn, wenn entsprechend vielfältige Handlungsalternativen verfügbar sind oder generiert werden können.

Die Darstellungen über einige derzeitige Projekte haben gezeigt, dass die Nutzermodellierung wie auch die Anpassung von Lehrstrategien nach wie vor, auch nach über 40 Jahren Forschung zum Thema adaptive Instruktion, mit vielen Unwägbarkeiten behaftet sind

Diese Umstände ermahnen zur Achtsamkeit bei der Formulierung eigener Ansprüche an einen weiteren Programmansatz. Aus diesem Grund ist das Ziel der Arbeit von vornherein die Entwicklung eines *partiell* adaptiven Systems, weil nach Ansicht d. Verf. im gegebenen Rahmen nur mit gewissen Einschränkungen ein adaptives System erstellt werden kann.

In den folgenden Abschnitten dieses Kapitels werden die Voraussetzungen analysiert, die nach Ansicht der Verfasserin eine partiell adaptive Lehranwendung erfüllen sollte. Diese Voraussetzungen stellen eine Bedingung dar, die bei der Beantwortung der Frage zu berücksichtigen ist. Zu den Bedingungen gehört die Umsetzbarkeit der Maßnahme aus technischer Sicht, das heißt: im minimalen Rahmen zeitlicher, personeller und materieller Voraussetzungen. Eine weitere Bedingung ist die für die Lerner akzeptierbare Diagnosemaßnahme, und zwar im Hinblick auf den Umfang und den Inhalt. Denn wenn Lerner sich durch Fragen im Vorwege gestört fühlen, bearbeiten sie das Programm mit

geringerer Motivation. Weitere Voraussetzungen sind in diesem Kontext Faktoren der Anwendung wie bspw. ein gemeinsames Lernziel, wobei das Lernziel „Wissen über eine nicht-hierarchische Domäne“ in sich nicht homogen ist, sondern qualitative Abstufungen aufweisen kann. Dieses Lernziel wird von einer Lernergruppe anvisiert, die in mehrfacher Hinsicht heterogen ist. Die Lerner unterscheiden sich, zufallsbedingt, in physischen, psychischen, kognitiven, soziologischen, motivationalen Merkmalen. Sie sind lediglich annähernd homogen in bezug auf das Interesse, von Rückenleiden (unterschiedlicher Stärke) befreit werden zu wollen.

Aus der Verknüpfung dieser Bedingungen lässt sich ein Anforderungsprofil erstellen, auf das im nachfolgenden vierten Kapitel mit dem eigenen Ansatz begegnet wird.

## **4.1 Umsetzbarkeit der Adaptionsmaßnahme aus technischer Sicht**

### 4.1.1 Zeitfaktor

Bedenkt man die marktüblichen Produktionsbedingungen für die Lernsoftwareerstellung, so ist meist knapp ausreichend Zeit für die multimediale Aufbereitung der Inhalte gegeben, jeder zusätzliche Aufwand muss sorgsam kalkuliert werden, da der Kunde erfahrungsgemäß ungern bereit ist, mehr zu investieren. Diese Bedingungen sind deutlich zu unterscheiden von denen im Rahmen von Forschungsprojekten. Zudem sind bei Projekten in der Wissenschaft i.d.R. Einzeldisziplinen eines Programms der Forschungsgegenstand und der Aufwand für die Produktion aller Funktionen eines vollständigen markttauglichen Lehrsystems entfällt. Das Ziel der Arbeit soll aber sein, eine in der Praxis realisierbare Methode zu finden, also einen effizienten Kompromiss zwischen maximaler Individualisierung und minimalem Aufwand bei der Erstellung.

### 4.1.2 Personelle Voraussetzungen

Wie beispielsweise Forschungsarbeiten um BRUSILOVSKI zu entnehmen ist, stammt ein größerer Teil der aktiven Produzenten adaptiver lehrbezogener Software aus dem Bereich der Informatik. In den 1980er Jahren, als Autorenwerkzeuge auf dem Markt erschienen, wurde es Lehrern jedweden Hintergrundes ermöglicht, computergestützte



Übungen zu erzeugen. Die Großprojekte TICCIT<sup>1</sup> und PLATO<sup>2</sup> sind anschauliche Beispiele für unterstützende Lehrumgebungen. Mit fortschreitender Technikentwicklung sind Lehrsysteme nicht nur in bezug auf Rechengeschwindigkeit und Speicherkapazität leistungsfähiger geworden sondern auch in der Informationsverarbeitung und Präsentation sowie in der Gestaltung von Schnittstellen. Die Annäherung an natürlichsprachige Dialoge oder die Entwicklung von Expertensystemen sind hier Beispiele. In allen Bereichen steht man noch immer vor denselben Problemen wie vor 40 Jahren oder vielmehr – man geht mit denselben Problemen um (Anpassung von Lehrstrategien, die Frage nach angemessenen Lehralgorithmen im Spannungsfeld zwischen Stoffcharakteristik und Lernermerkmalen). Nach Ansicht der Verf. scheint es notwendig, ein transparentes Verfahren zu finden, welches einerseits didaktisch stimmig und andererseits für Lehr- und Konzeptionsverantwortliche mit pädagogisch-didaktischem Hintergrund verständlich und anwendbar ist.

Ein weiteres Kennzeichen dafür, dass Autoren ohne kognitionswissenschaftlichen oder pädagogisch-didaktischen Hintergrund in der Konzeption von CBT tätig sind, ist die unkritische Verbreitung nicht-erwiesener Pseudo-Theorien, vermutlich mit dem Wunsch, eine Legitimation für bestimmte Verfahrensweisen gefunden zu haben. Denn hinlänglich bekannt sein dürften die Behauptungen, möglichst multi-mediale Darbietungen mit viel Interaktion seien am lernwirksamsten - und das begründet mit der Pyramide von DALE (1969)<sup>3</sup>.

Wünschenswert ist sicherlich der Zustand, dass auch komplexe Prozeduren wie PlugIns verwendet werden können, in der Hoffnung, dass die Fachexperten (hier gemeint: Mediendidaktiker) zielgerichtet mit ihnen arbeiten<sup>4</sup>. Die Wahrheit liegt vermutlich in der Mitte, es bedarf des Dialoges von beiden Seiten, um Sachverhalte von Softwaretechnik und didaktischer Fragestellung erfolgversprechend auszuhandeln<sup>5</sup>.

In der gemeinten Situation wird davon ausgegangen, dass keine Entwickler aus der Informatik für die Konzeption zuständig sind. Die anvisierte Lösung soll für einfache

---

<sup>1</sup> Eine nähere Beschreibung zu TICCIT befindet sich in Kapitel 1.

<sup>2</sup> Eine nähere Beschreibung zu PLATO befindet sich in Kapitel 2.

<sup>3</sup> Naive Annahmen über die Lernwirksamkeit unterschiedlicher Modalformen

<sup>4</sup> Dasselbe denken vermutlich die Experten aus dem Informatiksektor, die didaktisches Wissen als PlugIn zu verwenden suchen.

<sup>5</sup> Die Entwicklung neuer Studiengänge, die beide Wissenschaftszweige mit einander verbinden, sind Kennzeichen für eine solche Verknüpfung.

Multimedia-Entwickler umsetzbar und vom Aufbauprinzip für Programmautoren aus nicht-technischem Hintergrund verständlich sein.

## **4.2 Akzeptable Funktionalität**

### 4.2.1 Akzeptanz der Diagnosemaßnahme

Um auch mit einfacher Technik ein möglichst gutes Lernermodell erzeugen zu können, mag es reizvoll erscheinen, möglichst viele Daten zu erheben. Sofern hierfür explizite Lernereingaben wie beispielsweise Antworten auf Fragen notwendig sind, entsteht nicht nur eine umfassende Informationsmenge sondern auch eine zeitliche und konzentrationsbezogene Belastung für den Lerner. Dieser Effekt soll in jedem Fall vermieden werden. Um also eine angemessene Akzeptanz beim Nutzer bezüglich der Diagnosemaßnahme zu erhalten, muss der Fragenkatalog begrenzt gehalten werden.

### 4.2.2 Akzeptanz der Inhalte

Weiterhin muss bei der Erhebung von Nutzerdaten abgewogen werden, welche Inhalte erfasst werden können. So gibt es Themen oder Aufgaben, die abzufragen wertvollen Aufschluss über bestimmte Fähigkeiten des Nutzers oder dessen Einstellung zum Thema  $x$  ( in Bezug stehend zum Lerninhalt) liefern könnte. Aufgrund ihrer Art drohen diese Fragen oder Aufgaben aber, den Lerner zu demotivieren, etwa weil sie inquisitorisch, vermeintlich sinnentfremdet oder indiskret oder langweilig erscheinen. Effekte dieser Art sind unbedingt zu vermeiden und sollten nicht durch die Diagnosemaßnahme ausgelöst werden.

### **4.3 Die Faktoren der Anwendung**

#### 4.3.1 Lernziel

Für das anvisierte Programm gibt es ein Lernziel, das aufgrund der Beschaffenheit des Themengebiets nicht hierarchisch gegliedert ist, sondern aus mehreren einander ergänzenden Teilthemen besteht. Die Inhalte können vom Lerner in unterschiedlicher Tiefe durchdrungen werden. Insofern sind auf Ebene der Teilziele auch unterschiedliche Qualitäten der mentalen Repräsentation möglich.

#### 4.3.2 Homogenität der Zielgruppe

Das Programm richtet sich an eine heterogene Zielgruppe. Heterogen bezieht sich hier auf die Eigenschaften Alter, Geschlecht, Sozialstatus, Bildungsniveau, Intelligenz, Medienkompetenz, Vorwissen etc. Es gibt nur eine Gemeinsamkeit innerhalb der Nutzergruppe: Das ist die Notwendigkeit, sich im Rahmen ihrer Therapiemaßnahme mit dem gegebenen Thema auseinander zu setzen. Daher kann theoretisch davon ausgegangen werden, dass Lernmotivation bezüglich des Themas vorhanden ist, denn es existiert ein Bezug zwischen dem Thema und dem eigenen Leben oder der Befindlichkeit der Lerner.

### **4.4 Zusammenfassung**

Die Voraussetzungen für das im Rahmen dieser Arbeit zu entwickelnde Modell umfassen die Umsetzbarkeit, denn ein Modell, das nur in Theorie besteht, hat keinen Wert. Unter Umsetzbarkeit ist auch der zeitliche, personelle und technische Rahmen zu verstehen.

Des Weiteren besteht der Anspruch an das Modell, dass die Lösung akzeptabel für die Lerner ist. Der konkrete Umsetzungsrahmen sieht ein festes Lernziel und eine in vielen Aspekten heterogene Zielgruppe vor.

## **5. Entwicklung eines partiell adaptiven Lernprogramms**

Aus den vorangegangenen Kapiteln (Kapitel 2, 3 und 4) ging hervor, welche Ansprüche und welche Einschränkungen für das hier zu entwickelnde Modell gelten. In diesem Kapitel wird ein theoretisches Konstrukt für eine diesen Kriterien entsprechende Form der Adaption entwickelt. Zunächst wird die Adaptioninformation erarbeitet, das heißt, die erfolgsrelevanten Lernereigenschaften und deren Erfassbarkeit. Im nächsten Schritt wird der Adaptionsprozess, also der Vorgang der Anpassung, hergeleitet und erklärt.

Gründe, weshalb dieses Konstrukt aus mediendidaktischer bzw. instruktionspsychologischer Perspektive gewinnbringend ist, werden im nächsten Abschnitt erläutert, gefolgt von einer Abgrenzung zu existenten Modellen. Unter Punkt 5.4 wird das auf Basis dieses Modell erzeugte Informationsprogramm DigiFit vorgestellt, wobei die Anpassungskriterien, die Analysemaßnahmen und der Anpassungsvorgang erläutert werden.

### **5.1 Aus der Problemanalyse erwachsenes theoretisches Konstrukt**

#### **5.1.1 Kriterien: Woran wird angepasst**

Eine Anpassung an individuelle Lernermerkmale ist dann sinnvoll, wenn sie etwas mit dem Lernerfolg zu tun hat. Nun ist es ein Theoretikum, dass es möglich sei, ein Raster über einen Menschen zu legen und einzelne, abgrenzbare, eindeutig für bestimmte Leistungen zuständige Merkmale zu finden. Dennoch sind Anhaltspunkte und begründete Annahmen benennbar, dass ein Zusammenhang zwischen bestimmten Lernermerkmalen und dem Lernerfolg besteht.

Um die Vielfalt an Nutzermerkmalen sinnvoll zu erfassen beziehungsweise voneinander abzugrenzen, seien einige Oberkategorien gegeben, denen bestimmte Merkmalskomplexe zugeordnet werden. Diese Komplexe lassen sich erneut in einzelne Größen aufteilen.

Bei der Betrachtung des Lernerfolges ist es wichtig festzuhalten, welcher Lerninhalt entscheidend ist. Denn für das Lernen einer pragmatischen Fertigkeit wie „Körbe flechten“ sind andere Merkmale relevant als für die Fertigkeit im kognitiven Bereich wie „Dreisatz rechnen“.

Natürlich ist eine Vielzahl an Merkmalen für das erfolgreiche Lernen verantwortlich und vermutlich wäre es optimal, auf alle adaptiv einzugehen, doch hier sind praxis- und zeitbedingt deutliche Grenzen gesetzt. In der Literatur werden verschiedene Merkmalskomplexe genannt, die sich grundsätzlich unterteilen lassen in kognitive, emotionale, physische, soziokulturelle, motivationale und psychomotorische Eigenschaften.

#### 5.1.1.1 Kognitive Eigenschaften

An dieser Stelle interessiert lediglich, ob die Fähigkeiten vorhanden sind, nicht aber, wie der Lernende sie erworben hat. Zu den kognitiven Eigenschaften werden hier die Merkmalskomplexe Intelligenz, Lernstrategienutzung, Vorwissen, kognitive Stile und kognitive Informationsverarbeitung gerechnet.

##### ***Merkmalskomplex Intelligenz***

Intelligenz ist kein trennscharfer Begriff, weil es diverse Modelle als Erklärungsversuche gibt. Auf die Frage „Was ist Intelligenz“ lässt sich nur zweifelsfrei antworten: „Intelligenz ist das, was der Intelligenztest misst.“ Wenn von Intelligenz in Bezug auf Lernen die Rede ist, gibt es meist auch einen thematischen Bezug, so dass eine Annäherung aus dem gegebenen Rahmen geschieht. JÄGER (1967) differenziert in seinem Rautenmodell nach den Teilkompetenzen verbal, numerisch und figural-bildhaft. Messbar seien diese Eigenschaften anhand der Bearbeitungsgeschwindigkeit, der Merkfähigkeit des Einfallsreichtums und der Verarbeitungskapazität.

##### ***Merkmalskomplex Lernstrategien***

MANDL (1990) unterscheidet den Merkmalskomplex Lernstrategien nach Informationsverarbeitungsstrategien, Kontrollstrategien und Stützstrategien. Üblich ist eine Einteil-

lung in Primärstrategien und Sekundärstrategien, wobei erstere auf die inhaltliche Materie bezogen sind und letztere auf die Steuerung von Denkprozessen auf Meta-Ebene.

### ***Merkmalskomplex Wissen, Vorwissen***

Das bestehende Wissensnetz bezeichnen VATH et al. (2001) als eindeutig lernerfolgsrelevanten Faktor, weil die Aufnahme neuer Information im Sinne von Konstruktion in Verbindung mit dem vorhandenen Wissen geschieht. Das Erzeugen sinnhafter Strukturen gelingt dann schnell, wenn passende Anknüpfungsmöglichkeiten zum Aufbau der neuen Struktur bereits gegeben sind.

### ***Merkmalskomplex kognitive Stile***

KRAPP & WEIDENMANN (2001) unterteilen kognitive Stile nach holistischer und kreativer Herangehensweise im Unterschied zu analytisch-detailfokussiertem Arbeiten.

### ***Merkmalskomplex kognitive Informationsverarbeitung***

Für die Informationsverarbeitung ist Aufmerksamkeit eine Voraussetzung. Nach ALESSI & TROLLIP (1991) ist Wahrnehmung ein aktiver Vorgang, der bei bekannten Gegenständen erheblich verkürzt vonstatten gehen kann. Folglich existiert bei Aufmerksamkeit auch ein Zusammenhang mit Vorwissen. Informationsverarbeitung bedeutet auch, dass eine Vorstellung erzeugt wird. Die Fähigkeit zur Wissensrepräsentation beschreibt, in welcher Weise die Nutzer gespeicherte Inhalte abbilden. ANDERSON (1988) unterscheidet verbale oder bildlich abstrakte Repräsentation. PAIVIO (1986) belegt eine höhere Behaltenswahrscheinlichkeit bei Doppelcodierung<sup>1</sup> von verbaler und bildlicher Information.

---

<sup>1</sup> Es gibt Gegenmeinungen, vgl. hierzu SCHULMEISTER (2002)

### ***Arbeitsgedächtnis***

Vorstellungen über das Arbeitsgedächtnis beschreiben BADDELEY & HITCH (1974), indem sie zwei Speicher und eine Kontrollinstanz postulieren. Bei den Speichern unterscheiden sie zwischen sprachlich-akustisch und visuell-räumlicher Form.

#### 5.1.1.2 Motivationale Eigenschaften

Motivation als „weicher Faktor“ ist nur begrenzt beeinflussbar. Die Wirkungsweise lässt sich außerdem nicht direkt feststellen, indirekt aber schon. Zu unterscheiden sind Lernmotivation und Leistungsmotivation. Die Lernmotivation ist abhängig vom Interesse an der Materie, von der Erwartung an das Ergebnis, von der allgemeinen Zufriedenheit und von der Relevanz des Inhalts (Keller 1983).

Leistungsmotivation kann intrinsisch, d.h. im Thema selbst begründet, oder extrinsisch, d.h. außerhalb des Themas liegen. Beim intrinsisch motivierten Lerner ist keine weitere Zusatzmotivation nötig. Anders bei extrinsischer Motivation, die nicht in der Sache selbst gelegen ist. Nutzer, die als extrinsisch motivierbar eingestuft werden, können (oder müssen) durch externe Anreize angeregt werden.

#### 5.1.1.3 Emotionale Eigenschaften

Bei der Systematisierung emotionaler Eigenschaften mit Einfluss auf den Lernerfolg lassen sich Ängstlichkeit, Selbstvertrauen und die affektive Einstellung herauskristallisieren. Ein zu hohes Maß an Ängstlichkeit verringert den Lernerfolg während ein mittleres Maß die besten Ergebnisse bringt. Ebenso verhält es sich beim Selbstvertrauen.

Die affektive Einstellung zur Materie sollte generell positiv sein, um beste Lernergebnisse zu produzieren.

#### 5.1.1.4 Physische und soziokulturelle Eigenschaften

##### ***Alter***

Der Lernerfolg hängt insofern mit dem Alter zusammen, als dass die kognitive Verarbeitungskapazität altersabhängig ist. Aufgrund des Alters ist zudem von bestimmtem Maß an Vorwissen auszugehen. Das Alter hat außerdem auf andere Weise einen Einfluss auf die Lernwirksamkeit des didaktischen Angebots: Tendenziell kann bei verschiedenen Altersgruppen von unterschiedlichen stilistischen Vorlieben ausgegangen werden.

##### ***Geschlecht***

Auch beim Geschlecht spielen die Inhalte und die Gestaltung zuweilen eine Rolle. Wenn stilistische Vorlieben nicht unbedingt geschlechtsspezifisch vorhersagbar sind, so gilt dies aber in jedem Fall für die Identifikationsmöglichkeit mit dem Modell.

##### ***Bildungsniveau***

Das Bildungsniveau hat einen indirekten Einfluss auf den Lernerfolg: damit einher gehen häufig Vorwissen und Lernstrategien, die wiederum zum erneuten Lernen vorteilhaft sind und somit relevant für den Lernerfolg.

##### ***Soziokultureller Erfahrungshintergrund***

Nicht nur Intelligenz bewirkt Verarbeitung bestimmter Lerninhalte sondern vor allem persönliches Fachwissen bzw. Erfahrungshintergrund mit dem spezifischen Lerninhalt. Dies haben auch Studien mit Lernern aus unterschiedlichen Milieus gezeigt, wobei Themen aus dem Erfahrungshintergrund der Gruppen gelehrt und abgefragt wurden.



### 5.1.1.5 Psychomotorische Eigenschaften

#### ***Handlungsmuster***

Die psychomotorischen Eigenschaften spielen vor allem beim Erlernen von Bewegungsabläufen eine Rolle. Dies ist beim computergestützten Lernen seltener der Fall. Der Zusammenhang von Bewegung, Wahrnehmung und Denken hat aber auch für das mentale Training eine Bedeutung. Wenn Repräsentationen von Bewegungsabläufen durch Theorieschulung erzeugt oder gefördert werden sollen, haben diejenigen Lerner einen Vorteil, die aufgrund von Erfahrung schnell Konzepte für Handlungsmuster aufbauen können.

### 5.1.2 Multiple Stereotypisierung: Wie wird angepasst?

Die Entscheidung für ein bestimmtes Adaptionsmittel und einen bestimmten Adaptionsprozess hängt unter anderem mit der ausgewählten Adaptioninformation, dem Lehrinhalt und dem Grundverständnis von effektiver Instruktion zusammen.

Mit Hinblick darauf, dass es sich bei dem zu entwickelnden Programm um einen Prototypen handelt, der prinzipiell auf mehrere Nutzereigenschaften einstellbar ist, wurde nach einem Verfahren gesucht, das skalierbar ist.

Die Überlegung, dass eine Abstufung nach Graden eine ideale Individualisierung darstellen würde, aber einen großen Aufwand in der Realisierung bedeutet, führte zu der Entscheidung, die Merkmale dichotom zu differenzieren, also z.B. *stark motiviert* oder *schwach motiviert*. Dies erinnert an RICHs (1989) Stereotypenbildung.

Würde vorausgesetzt, dass das gesamte Programm auch nur in zwei Versionen zerfällt, nämlich für jede Ausprägung eine Programmvariante, dann träge diese Bezeichnung auch für die Anpassung zu. Bei einer Erweiterung um mehrere Lernermerkmale müssten dann weitere eigene Versionen gestaltet werden. An dieser Stelle wird, im Hinblick auf Skalierbarkeit, ein anderer Weg gewählt.

Der Aufbau besteht in einer einheitlichen Grundversion, einem Stammgerüst, welchem je nach Nutzervariable Einheiten hinzugefügt, entfernt oder alternativ angeboten werden. Das heißt, der Adaptionsprozess besteht in dem Addieren oder Subtrahieren von

Bildschirmhalten. Was sich konkret darin befindet, hängt von den didaktischen Absichten in der einzelnen Situation ab. Sowohl inhaltliche als auch steuernde Informationen sind denkbar. Diese Technik ermöglicht, für verschiedene Merkmale jeweils instruktive Maßnahmen einzubringen. Die Verfasserin verwendet hierfür die Bezeichnung „multiple Stereotypisierung“, denn jeweils nach zwei Ausprägungen wird stereotypisiert und das für viele, also „multiple“ Merkmale.

Dieses Aufbauprinzip bildet den Rahmen für die adaptive Instruktion, welche sich innerhalb der ergänzten Screens (bzw. durch Weglassen von Screens) darstellt. Aus den zahlreichen denkbaren Möglichkeiten, die innerhalb dieser Screens realisiert werden können, wurde eine auf den Inhalt und die Nutzermerkmale zugeschnittene Auswahl getroffen:

- Zusatzdarstellung von graphischem Inhalt durch Animation,
- Ergänzung einer Erklärung,
- Rateübung zur Reflektion,
- Übertragene Darstellungsform,
- Herstellen von persönlichem Bezug durch gezielte Ansprache,
- zusätzliche Visualisierung mittels Fotos von Alltagssituationen.

Unter Punkt 5.5 und 5.6 wird näher auf diese Inhalte eingegangen.

#### 5.1.2.1 Die Analyse

Die Analyse zur Einstufung der Lernertypen erfolgt durch eine Befragung zu Beginn des Programms. Durch Quantifizierung der Antworten lassen sich bei der Auswertung Stereotypen bilden, indem bestimmte Summen jeweils einem Typus zugeordnet werden. Die Problematik bei diesem Verfahren liegt nach Ansicht der Verfasserin in zwei Punkten. Erstens müssen die gestellten Fragen valide sein, um die anvisierten Merkmale zu bestimmen, denn ob von der selbständigen Einordnung durch den Nutzer auf die gemeinten Merkmale geschlossen werden darf, ist lediglich begründbar, nicht belegt.

Das zweite Problem stellt die Quantifizierung und die damit einher gehende Einteilung in zwei Typen dar. Die Trennlinie zwischen Typ A und Typ B eines Merkmals wird wiederum aus Plausibilitätsgründen gezogen, ist aber dennoch frei gewählt.

In wieweit die hier gewählten Verfahren sich als sinnvoll erweisen, muss die Praxis zeigen. Sie wurden gewählt, weil sie begründbar sind und weil Alternativen rar sind.<sup>2</sup>

## **5.2 Mediendidaktisch-instruktionspsychologische Begründung der Maßnahme**

### 5.2.1 Kriterium Motivation

Die Anpassung an das Kriterium der Motivation erscheint sinnvoll, weil Motivation unbestritten eine Voraussetzung für Lernerfolg ist (vgl. VATH et al. 2001).

Dies betrifft die Aufmerksamkeit, die Verarbeitung und das Speichern von Information sowie Aspekte der Einstellungsbildung.

Die gewählten Vorgehensweisen, um Motivation direkt oder indirekt zu erhöhen, sind:

- Fragen stellen zum persönlichen Erfahrungshintergrund. Ausgehend von der Annahme, dass eine Wahrnehmung persönlicher Betroffenheit die Motivation erhöht, soll mit diesem Mittel der persönliche Bezug gesteigert werden,
- Darbietung von Alltagsszenen als Beispiel, um Transfermöglichkeit aufzuzeigen und damit den Sinn leichter erschließbar zu gestalten. Begründung ist die Überlegung, dass Alltagsbezug sinnstiftenden Charakter haben kann und damit intrinsische Motivation evoziert,
- Aufforderung zur Rate-Übung: Extrinsische Motivation durch Effekte von Spannung und Überraschung im spielerischen Element,<sup>3</sup>
- Aufforderung zur Nachahmung eines Videos: Mögliche Aktivierung intrinsischer Motivation durch Selbsterfahrung.

---

<sup>2</sup> Siehe z.B. Möglichkeiten zur Messung von Motivation.

<sup>3</sup> Vgl. HECKHAUSEN über das Spiel.

### 5.2.2 Vorwissen

Da das Vorwissen die basale Struktur darstellt, an die angeknüpft werden kann, hängt die Aufnahme neuer Inhalte erheblich mit den Bekannten zusammen (vgl. VATH et al. 2001). Insofern verläuft erstens die kognitive Informationsverarbeitung unterschiedlich, und zweitens sollte das neu Dargebotene in etwa zu dem Stand passen, der dem Lerner bekannt ist. Denn ebenso, wie eine inhaltliche Überforderung frustrieren kann und letztlich der Lernerfolg ausbleibt, kann umgekehrt eine inhaltliche Unterforderung dazu führen, dass der Lerner sich langweilt oder gar persönlich missachtet fühlt und daher einen Motivationsverlust erlebt.

#### *Adaptionsmaßnahmen an Vorwissen*

Die Darbietung zusätzlicher Erklärungen (zum Beispiel zu Beginn des Kapitels über die Wirbelsäule im Programm DigiFit der Begriff „beweglicher Stab“) wird das Verständnis unterstützt für diejenigen, deren Vorwissen zum Thema noch eher gering ist.

Eine weitere Methode ist die Reduktion des fachsprachlichen Niveaus auf ein alltagssprachliches Niveau. An dieser Stelle wird nicht im Sinne von Mastery Learning versucht, allen Nutzern ein identisches Wissen durch identische Information zugänglich zu machen, sondern zu kompensieren durch eine einfachere Form der Information, die immer noch das gemeinte Prinzip wiedergibt.

Eine Form, die wiederum eher dem Fördermodell entspricht, ist die Darstellung des Inhalts in einer weiteren Modalform zur tieferen Veranschaulichung und Ergänzung des mentalen Modells.

Mit der Reduktion des fachsprachlichen Niveaus auf ein alltagssprachliches Niveau wird derselbe Effekt erzielt. Umgekehrt wird Lernern mit höherem Vorwissen der fachsprachliche Inhalt dargeboten, um sie angemessen anzusprechen und nicht den Eindruck der Unterschätzung zu hinterlassen, was wiederum eine Auswirkung auf die Motivation hätte.

### 5.3 Unterscheidung der Maßnahme von existenten Modellen

Die modulare Aufbereitung an sich ist nicht neu, denn z.B. SEEBERG (2003) beschreibt eben solche Verfahren. Allerdings spricht sie eher von inhaltlich formierten Modulen, die als Mini-Kapitel eines Themas verstanden werden können. Sie schildert die Projekte MULTIBOOK und MEDIBOOK mit einer Modulgröße, die jeweils ein Thema behandeln. Die hier beschriebene Herangehensweise versucht, das Thema inhaltlich in Sinneinheiten zu zerlegen, nicht aber nach bestimmten Bedürfnissen (abgesehen vom Wunschthema oder bestimmtem Detailliertheitsgrad).

Die modulare Aufbereitung in dem beschriebenen Ansatz der multiplen Stereotypisierung gliedert den Inhalt nicht nur thematisch sondern gezielt nach Lernerbedürfnissen. Stereotypen oder Klassen von Nutzern werden selten kombiniert, sondern meist nach Schwierigkeitsgrad oder nach Interessenbereich (thematisch, Kapitelauswahl), oder auch nach Kriterien wie kognitiven Stilen gebildet (vgl. TRIANTAFILLOU et al.2002). Dabei erhält man am Ende immer eine Einteilung in zwei bis maximal vier Gruppen unterschiedlicher Ausprägung zu einem Merkmal. Eine Kombination mit anderen Merkmalen durch ein und dasselbe Adaptionsschema wird jedoch nicht beschrieben.

Der Gefahr fehlender Kohärenz, wie es bei modular aufgebauten, dynamisch erzeugten Programmen leicht der Fall ist, wird dadurch begegnet, dass ein Kerninhalt als Grundgerüst besteht. Die möglichen ergänzenden Module werden hier bei Bedarf gezielt eingebunden. Das bedeutet für die Autoren einer solchen Version, dass es kein Problem darstellt, sich den Gesamtzusammenhang vorzustellen, weil sie ihn konkret vorliegen haben. Bei einem modularen Aufbau ohne eine Kernstruktur müssten die Autoren erst eine grundlegende Gestalt<sup>4</sup> erzeugen. Dennoch ist diese Form natürlich kein direkter Garant für Kohärenz, wohl aber indirekt, weil es einfacher für die Autoren ist, zusammenhängend zu schreiben und die zu ergänzenden Module in den Zusammenhang einzupassen.

---

<sup>4</sup> Der Bezug zum Begriff der Gestaltpsychologie ist beabsichtigt.

Die Diagnosemaßnahme ähnelt bekannten Verfahren. Die Befragung von Nutzern nach bestimmten Vorstellungen, Kenntnissen, Präferenzen und Einstellungen ist ein gängiger Weg. Einzige Alternativen sind die direkte Selbsteinstufung der Lerner in bestimmte Klassen, im Gegensatz zum indirekten Klassifizieren aus Antwortsummen, die automatische Einstufung von Lernerverhalten und Leistung im System, wahlweise das nachträgliche Korrigieren durch die Lerner, und zuletzt die Möglichkeit der Einstufung durch einen menschlichen Tutor.

Schwerpunktmäßig wird in diesem Modell Adaptivität realisiert und nicht Adaptierbarkeit. Hintergrund ist die Überlegung, dass Lernern mit jeder gebotenen Option eine kognitive Zusatzbelastung angetragen wird, die für einige Nutzer einen Nachteil darstellt. Der lineare Programmaufbau resultiert aus der Feststellung, dass Nutzer erfahrungsgemäß in einer nicht sicher beherrschten Thematik und Lernumgebung linear navigieren wollen. BRUSILOVSKI (2003) weist in seiner Studie darauf hin, dass auch angepasste Links nicht verwendet wurden sondern lediglich die *Weiter*-Schaltfläche.

Zweifelsfrei gibt es genügend Lerner, die, vor allem bei entsprechender Medienkompetenz, diverse Funktionen und Programmoptionen individuell einstellen mögen. Als minimale Option erlaubt das Programm, den Ton ein- und auszuschalten und jederzeit vor oder zurück, zum Anfang oder zu anderen Kapiteln zu springen. Auch die Anzeige zusätzlicher graphischer Darstellungen wird optional angeboten. Abgesehen davon aber bleibt der Verlauf im Kern einheitlich, um bei der heterogenen Lernergruppe mit einheitlichem Lernziel eine gewisse Verlässlichkeit bezüglich des Fortschrittes zu gewährleisten.

#### **5.4 Das Programm Digifit**

Die Zielsetzung des Programms besteht darin, ein Grundverständnis über den Aufbau der Wirbelsäule zu vermitteln und für den achtsamen Umgang mit dem eigenen Rücken zu sensibilisieren. Dies soll einer heterogenen Lernergruppe vermittelt werden, wobei durch Rückgriff auf adaptive Methoden eine verbesserte Anpassung an individuelle Nutzerqualitäten gewährleistet werden soll.

### 5.4.1 Warum ein Reha-Programm

Das Programm DigiFit behandelt das Thema Rückengesundheit. Diese Thematik ist für viele Menschen von Bedeutung, zumal Rückenbeschwerden ein stark verbreitetes Leiden sind. Die krankheitsbedingten Arbeitsausfälle stellen ein erhebliches Problem für die Arbeitgeber und entsprechend genau so für die Krankenkassen dar, weil durch die Fehlzeiten hohe Kosten entstehen. Die Behandlung der Patienten ist ein weiterer Kostenfaktor, der für die Kassen nur schwer tragbar erscheint. Unter anderem aus diesem Grund wird in den letzten Jahren vermehrt in die Prävention investiert. Dieser Umstand lässt sich leicht erkennen aus den zahlreichen Rückenschul-Kursen, Empfehlungen für ergonomisches Mobiliar und Informationsbroschüren über rückengerechtes Verhalten im Alltag, meist verteilt von den Krankenkassen.

Die BfA<sup>5</sup> veröffentlichte umfassendes Informationsmaterial für Patientenschulungsmaßnahmen. Ein Programmteil umfasst hier den Bereich Bewegung und körperliches Training. Im *Klinikum Holsteinische Schweiz*, deren Träger die BfA und die LVA<sup>6</sup> sind, werden diese Kurse begleitend zu medizinischen Anwendungen angeboten. Ziel ist, den Patienten durch Aufzeigen der Zusammenhänge zwischen ihrem Verhalten im Alltag und ihrer Erkrankung zu einer schnelleren und anhaltenden Heilung ihren Beschwerden zu verhelfen.

In diesem Kontext entwickelte die Klinik<sup>7</sup> die Vision von einem multimedialen Informationsprogramm für Patienten, das die Vorträge inhaltlich begleitet. Die Erfahrung hat gezeigt, dass nicht alle Patienten zum selben Zeitpunkt während der Kur aufnahmebereit sind und die Kursinhalte gut erfassen. Mit dem Angebot einer multimedial aufbereiteten, interaktiven Selbstinformationsstation sollte dem konstruktiv begegnet werden.

### 5.4.2 Inhalt

Die Programminhalte werden seitens der Klinik vorgegeben. Das Themenfeld umfasst erstens den Aufbau der Wirbelsäule, zweitens die Entstehung von Rückenschmerzen,

---

5 Bundesversicherungsanstalt für Angestellte.

6 Landesversicherungsanstalt.

7 Angestoßen durch ein Gespräch zwischen dem Chefarzt und der Verfasserin.

drittens den physiologischen Hintergrund und viertens Hinweise zum Leben mit Rückenschmerzen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde exemplarisch das erste Kapitel zur Grundlage für die Adaptionen genommen. In dem Kapitel wird zunächst eine Erklärung über die prinzipielle Struktur und Funktion der Wirbelsäule gegeben.

In den folgenden Abschnitten werden die zugehörigen Komponenten, nämlich die Knochen, Bänder und Muskeln erläutert. Der Schwerpunkt liegt hier wiederum in der Erläuterung der Funktionalität jeder Komponente. Weniger Wert wird gelegt auf medizinische Details, die der Erfahrungswelt der Nutzer nicht entsprechen. Zu Beginn des ersten Kapitels steht eine Bedienungseinweisung, die die Bedienknöpfe zur Navigation sowie Zusatzfunktionen erläutert und auf die blau unterstrichenen link-artigen Begriffe hinweist, mit denen zusätzliche Bild Darstellungen aufgerufen werden können.

Der gesamte Programminhalt wird gleichzeitig textlich und gesprochen dargeboten, wobei der Ton abschaltbar ist. Jeder inhaltliche Abschnitt, in diesem Falle je eine Bildschirmseite, wird mit Visualisierungen in Form von Graphik, Foto, Animation oder Video dargestellt. Zwischendurch befinden sich im Kapitel Verständnisabfragen in Form von Ankreuzaufgaben oder Zeichenübungen.

### 5.4.3 Diagnoseeinheit

Zu Beginn des Programms werden die Nutzer eingestuft nach den Kriterien Motivation und Vorwissen. Weitere für diesen Kontext vorgesehene Adaptionen sind Lebensgewohnheiten, Medienkompetenz, Lernstrategien und Alter. Zur Begründung für die Auswahl der Kriterien siehe Kapitel 5.1.

Die Benutzer werden zu Beginn aufgefordert, sich zu identifizieren und anschließend durch einen Erhebungsbogen geführt. Zuvor werden sie informiert, dass Ihre Daten nicht eingesehen werden, sondern dazu dienen, das Programm ihren Bedürfnissen anzupassen. In den folgenden 16 Screens finden die Nutzer Ankreuzaufgaben, die zu der Profilbildung führen. Jede Antwort ist mit einer bestimmten Punktzahl versehen. Erläuterungen zum Mechanismus der Stereotypenbildung folgen in Kapitel 5.6

Innerhalb dieses Abfrageteils kann der Nutzer nicht rückwärts navigieren oder Änderungen an den gesetzten Angaben vornehmen. Die Nutzer sollen ihre Angaben spontan



angeben und nicht versuchen, ein bestimmtes Bild von sich zu erzeugen. Denn das Ziel dieses Teils ist nicht, eine Wertung des Nutzers vorzunehmen.

Die Fragen stehen jeweils einzeln pro Seite und haben je nach Inhalt unterschiedlich viele Antwortmöglichkeiten, die durch Ankreuzen wiedergegeben werden. Bei einigen Fragen sind nur einfache Lösungen auszuwählen, bei anderen sind mehrere Antworten korrekt. Für die weiteren als Adaptioninformation vorgesehenen Lernerparameter würden wiederum entsprechende Fragen gestellt und ausgewertet. Da das Programm im Rahmen dieser Arbeit Prototypencharakter hat, um die wesentlichen Eigenschaften und den Erfolg der Methode zu testen, wird mit reduzierten Inhalten gearbeitet.

## 5.5. Analyse der Nutzergruppe

Die Lernergruppe, für die das Programm konzipiert wurde, umfasst Teilnehmer mit heterogenen Eigenschaften hinsichtlich physiologischer, kognitiver, emotionaler, motivationaler und soziokultureller Merkmale. Alleinige gemeinsame Merkmale sind vorhandene Rückenleiden, derzeitiger Klinikaufenthalt und teilweise ähnliche medizinische Anwendungen zur Therapie.

### 5.5.1 Vorüberlegungen zum Lernermodell für Digifit

Der Merkmalskomplex *Motivation* umfasst mehrere Komponenten, die u.a. mit Leistungsmotivation oder Lernmotivation bezeichnet werden, wobei es Unterscheidungen zwischen temporären und konstanten Formen gibt. Der Zustand kann beim Lerner nicht direkt sondern lediglich indirekt gemessen werden. Die engste Annäherung ist die konkrete Frage, ob der Nutzer momentan motiviert zu der bevorstehenden Übung sei. Allerdings wird er das nicht unbedingt beantworten können, da er nicht konkret weiß, was ihn erwartet. Das heißt, die Notwendigkeit besteht, seine Befindlichkeit durch einkreisende Fragen abzustecken. Ob er eine grundsätzliche Leistungsmotivation mitbringt, ist abhängig von der tonischen Aktivierung<sup>8</sup>, aber auch von der Erwartungshaltung, seinen Erfolg betreffend. Erfolg ist hier im Sinne von Heilung zu verstehen. Daher wird in den

---

<sup>8</sup> Einer längerfristig anhaltenden Grundspannung und Leistungsbereitschaft.

Katalog beispielsweise die Frage aufgenommen „Glauben Sie, man wird Ihnen hier helfen können?“.

## 5.5.2 Erfassen erfolgsrelevanter Parameter

### 5.5.2.1 Fragen zur Ermittlung der Motivation

Wie unter 5.1 beschrieben, soll das Programm auf die Nutzereigenschaften „Motivation“ und „Vorwissen“ eingehen. Voraussetzung dafür ist ein zutreffendes Lernermodell, welches durch den Nutzer bei Programmbeginn erzeugt wird und wonach das Adaptionmittel ausgerichtet wird.

Um die ausgewählten Lernerparameter „Motivation“ und „Vorwissen“ zu erfassen, bedarf es eines Katalogs valider Testfragen. In dem Merkmalskomplex Motivation stellen die Lernmotivation und die Leistungsmotivation zwei wesentliche Bereiche dar.<sup>9</sup>

Zum Abfragen der Lernmotivation wird eine direkte Frage gestellt: „*Lernen Sie gern?*“. Anzunehmen ist, dass diese direkte Frage generell für die Lernmotivation valide ist, weil explizit danach gefragt wird. Dennoch besteht grundsätzlich das Problem des sozial erwünschten Antwortverhaltens. Das würde in diesem Fall bedeuten, die Teilnehmer sagen zwar, dass sie gern lernen, meinen es aber allgemeiner und nicht für den betreffenden Moment. Da Nicht-Lernen als sozial unerwünscht gilt, ist die Abgabe einer ehrlichen Antwort für den Nutzer schwer. Letztlich spielt außerdem eine Rolle, welche Inhalte oder Tätigkeiten erlernt werden sollen. Doch ungeachtet dieser Einschränkungen bleibt ein Aussagegehalt der Frage bestehen, denn wer angibt, nicht gern zu lernen, sagt eindeutig etwas über seine Lernmotivation aus und diese Chance ist den Nutzern gegeben.

Da das Erlernen kognitiver Inhalte in diesem Programm zu einem Teil aus der Rezeption textlicher Informationen besteht, wird zur indirekten Erfassung der Lernmotivation auch die Frage „*Lesen Sie gern?*“ gestellt. Natürlich besteht das Lernen mit dem multimedialen Programm nicht vorwiegend aus Lesen, jedoch ist dies eine allen Lernern ver-

---

<sup>9</sup> Auf die unterschiedlichen Modelle von Motivation soll hier nicht näher eingegangen werden. Vgl. hierzu Kap. 5.1.

traute Tätigkeit, so dass sie durch die Frage nicht verunsichert werden und eindeutig darauf antworten können. Die Frage ist insofern valide, als dass Lesen zwar nicht automatisch auf Lernen schließen lässt, jedoch das Nicht-Lesen-Wollen ein Hindernis für das Lernen in dieser Umgebung darstellen würde. Eine speziellere Frage, welche Art von Text bevorzugt gelesen wird, könnte weiteren Aufschluss geben, erweitert aber auch den Fragebogen. Die Frage „*Lesen Sie gern?*“ wurde aufgrund ihres Vertrautheitsgrades an den Anfang der Frageserie gestellt, um einen leichten Einstieg in das Testverfahren zu ermöglichen.

Der Bereich der Leistungsmotivation wurde bezogen auf die aktive Teilnahme an Rehabilitationsmaßnahmen und das Befassen mit der eigenen Erkrankung. Ausgegangen wird davon, dass bei einer generell negativen Haltung zum Therapieprogramm auch die Einstellung zu dem in der Therapie integrierten Informationsprogramm (DigiFit) ablehnend ist, also eine geringe Leistungsmotivation vorliegt.

Die Leistungsmotivation wiederum hat einen Einfluss auf die Lernmotivation. Die diesbezügliche Frage lautet: „*Glauben Sie, man wird Ihnen hier helfen können?*“. In ähnlicher Weise zielt die Frage „*Glauben Sie, Sie finden einen Weg, um künftig mit Schmerzen zu leben?*“ auf die persönliche Zuversicht, eine grundsätzliche positive Haltung. Anzunehmen ist, dass ohne diese Einstellung keine tonische Aktivierung, also ein relativ dauerhaftes Aktivierungsniveau, gegeben ist und somit wenig Leistungsmotivation im Sinne von theoretischer oder praktischer Auseinandersetzung mit dem Thema Rückengesundheit.

Die Frage „*Wie schätzen Sie die Bedeutung von rückenfreundlichen Bewegungen im Alltag ein?*“ zielt auf die Einschätzung der Bedeutung des Lehrinhaltes. Mit Hilfe der Einstufung sollen die Lerner ihren affektiven Bezug zum Lernziel aufzeigen und damit eine Voraussetzung für die Leistungsmotivation, sich inhaltlich damit zu befassen.

#### 5.5.2.2 Fragen zur Ermittlung des Vorwissens

Das Vorwissen wird durch Selbsteinstufung und durch Testfragen ermittelt. Die direkte Frage zur Selbsteinstufung lautet „*Haben Sie Kenntnisse vom Aufbau der Wirbelsäule und des Muskelapparates?*“ Mit der Frage „*Wo verlaufen die Nervenwurzeln?*“ wird ein zentraler Inhalt erfragt. Denn wer ein Verständnis vom Verlauf der Nervenwurzeln

im Rücken hat, der begreift wahrscheinlich den Zusammenhang zwischen Körperhaltung bzw. Körperbewegung und Schmerzempfinden. Durch die Testfrage nach der Lage der Bandscheibe auf einer Abbildung der Wirbelsäule wird die visuelle Vorstellung (im Gegensatz zum verbal-textlichen Wissen) abgefragt. Indem die Nutzer das Objekt auf einer Graphik identifizieren können, zeigen sie eindeutige Vorkenntnisse im Fachgebiet.<sup>10</sup> Mit der letzten Frage „*Was ist wichtig beim Aufbautraining für den Rücken?*“ wird der inhaltliche Bereich der Rehabilitation berührt. Kenntnisse zu diesem Thema stehen im Zusammenhang mit dem Abschnitt über Muskeln und ihre Eigenschaften.

### 5.5.3 Messen der Parameter - Profilbildung

Pro Bildschirmseite wird jeweils eine Frage gestellt, die die Lerner durch Ankreuzen beantworten. Damit die Daten einem Profil zugeordnet werden können, muss jeder Nutzer sich mit Namen einloggen. Nachfolgend sind die Fragen und die Antworten aufgeführt, dazu jeweils die (für den Nutzer nicht sichtbare) Punktzahl, die das System dafür vergibt. Nach Beantwortung der letzten Frage werden alle Punkte aufaddiert und einem Profil zugeordnet (vgl. Tabelle (6) S. 145).

Die quantitative Darstellung erfolgt, indem Antworten zum Typ A mit geringstmöglicher Punktzahl versehen werden und Antworten zum Typ B mit hoher Punktzahl. Bestätigt sich ein Typenbild über mehrere Fragen hinweg, entsteht automatisch eine relativ geringe oder relativ hohe Summe. Aus der nachfolgenden Darstellung der Fragen und Antworten kann die Verteilung der Punkte entnommen werden.

0. Einstieg: Schlüssel zur Identifikation
---

Aufforderung zur Eingabe von Namen und Passwort .

---

<sup>10</sup> Wobei wie bei jeder Frage berücksichtigt werden muss, dass das Ergebnis geraten sein kann.

## 1. Fragen zur Motivation

### *Lernmotivation*

#### 1.1 Lesen Sie gern?

- [0] ja, gern
- [2] nein, eher ungern

Eine Differenzierung zwischen einer positiven und einer negativen Antwort wird vorgenommen und so grob unterschieden zwischen Typ A (= *sehr motiviert*) und Typ B (= *weniger motiviert*.)

#### 1.2 Lernen Sie gern?

- [0] ja
- [1] im Prinzip schon
- [2] manchmal, wenn es sich zufällig ergibt
- [3] nein, äußerst ungern

Zu der weit gefassten Frage werden vier Antwortalternativen angeboten, weil diese Frage nach Ansicht der Verfasserin nur schwer mit ja oder nein zu beantworten ist. Die Antworten werden nach Intensität gestaffelt, so dass zwischen null und drei Punkten vergeben werden. Eine thematische Unterscheidung nach zu lernenden Inhalten wäre hier zwar auch denkbar, jedoch hilft diese nicht bei der Quantifizierung der Antworten.

### Motivation zu Rehabilitation, Befassung mit eigener Erkrankung

#### 1.3 Glauben Sie, man wird Ihnen hier helfen können?

- [0] ja, ich denke schon
- [2] nein, das hat eigentlich keinen Sinn

Auf die Frage zur allgemeinen Zuversicht gegenüber der Rehabilitationseinrichtung und der Therapiemaßnahme werden zwei Antworten zur Auswahl gestellt und um eine ausreichende Unterscheidung zu erzeugen mit 0 oder zwei Punkten versehen.

1.4 Glauben Sie, Sie finden einen Weg, um zukünftig mit Schmerzen zu leben?

- [0] ja, das werde ich
- [1] ich hoffe
- [2] kann ich mir nicht gut vorstellen
- [3] ausgeschlossen

Zur Erhebung der persönlichen Einstellung bezüglich des eigenen Lebens mit den Beschwerden werden vier Stufen angeboten, weil aus Sicht der Verfasserin mit einer pauschalen Zweiteilung der individuellen Befindlichkeit nicht genug Raum gegeben würde.

1.5 Wie schätzen Sie die Bedeutung rückenfreundlicher Bewegungen im Alltag ein?

- [0] wichtig
- [2] vielleicht aber es bringt mir nichts

Für die Einschätzung der Bedeutung rückenfreundlicher Bewegungen werden lediglich zwei Antwortalternativen angeboten, weil es sich um einen konkreten Teilbereich des gesamten Themas Rückengesundheit handelt.

1.6 Haben Sie Interesse, sich hier damit zu befassen?

[0] ja, schon

[2] eher weniger

Dasselbe gilt für das Interesse, sich mit dem Themenbereich im Rahmen eines Lehrprogramms zu befassen. Auch hier wird eine Auswahl von nur zwei Alternativen als ausreichend angenommen, weil es sich um einen konkreten, eingegrenzten Sachverhalte handelt.

<b>Teil Motivation: Maximale Punktzahl = 14</b>	
<b>2 Profile:</b>	<b>Punktzahl</b>
Typ A: Hohe Motivation	0- 4
Typ B : Geringe Motivation	5-14

**Tabelle 6: Lernerprofile für Merkmal *Motivation***

Die Tabelle zeigt das Muster der Stereotypisierung für den Merkmalskomplex Motivation. Demnach werden Nutzer mit einer Punktzahl von null bis vier dem Typ A mit hoher Motivation zugeordnet. Alle darüber liegenden Punktzahlen, also von fünf bis vierzehn, werden als Indikator für Typ B mit geringer Motivation, betrachtet. Der Grund für die Einteilung der Gruppe A in ein Segment, das Null überschreitet, ist zum einen die Differenzierung der Fragen 1.2 und 1.4 in mehrere Antwortmöglichkeiten. Wären hier nur zwei Alternativen gegeben, ließe sich Typ A im Prinzip einfach ablesen. Jedoch besteht für die Lerner die Möglichkeit, sich selbst als „leicht motiviert“ einzustufen. Insofern kommen von Null verschiedene Summen zustande, die insgesamt jedoch dem Typ A zugeordnet werden können. Zum anderen können die Lerner bei einer Frage anders eingestellt sein als bei den anderen, wobei immer noch eine positive Summe zustande kommt. Für diese Fälle wurde Raum bis zu der Summe *vier* gegeben.

Bei den Fragen zum Vorwissen werden mehr Antwortalternativen als zur Motivation angeboten, weil es meist eine korrekte Antwort gibt, die bei nur einer Alternative zu leicht durch Raten gegeben werden könnte.

### Fragen zum Vorwissen

1. Haben Sie Kenntnisse vom Aufbau der Wirbelsäule und des Muskelapparates?

- [0] ja, viel
- [1] ja, etwas
- [2] eher wenig
- [3] nein, keine

Die erste Frage gilt der Selbsteinstufung. Eine richtige Antwort existiert nicht, aber eine Aussage über den vermuteten Stand des eigenen Vorwissens ist möglich. Zur differenzierten Aussage werden vier Antwortalternativen mit Rangordnung angeboten. Entsprechend der Ränge werden Punkte von null bis drei vergeben. Im Frageteil zum Vorwissen sagt eine niedrige Punktzahl ein hohes Maß an Vorwissen aus.

2. Wo verlaufen die Nervenwurzeln?

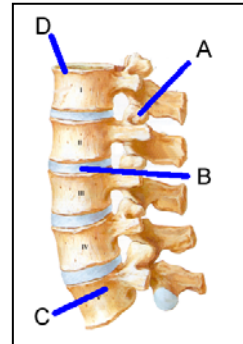
- [0] zwischen den Wirbeln
- [2] neben den Wirbeln
- [2] durch die Bandscheiben
- [2] im Rückenmark

Bei dieser Frage stehen vier Antwortalternativen zur Verfügung, wobei die erste die korrekte Lösung und alle übrigen Antworten falsch sind. Daher werden für jede der falschen Antworten gleichermaßen zwei Punkte vergeben.



3. Bitte zeigen Sie, an welcher Stelle auf dem Bild die Bandscheibe markiert ist!

- [2] A)
- [0] B)
- [2] C)
- [2] D)



Bei dieser Frage verhält es sich ebenso wie oben, Antwort zwei ist korrekt und erhält null Punkte, alle übrigen Antworten werden mit zwei Punkten quittiert.

4. Was ist wichtig beim Aufbautraining für den Rücken?

(mehrere Antworten sind korrekt)

- [2] alles zu stärken
- [0] regelmäßiges Trainieren
- [2] möglichst lange zu üben
- [0] manche Muskeln zu dehnen
- [2] viel Kraft anzuwenden
- [0] die richtigen Muskeln zu stärken
- [2] schnelle Bewegungen

Die letzte Frage bietet sieben Antwortalternativen an, von denen drei korrekt sind. Hat der Lerner nur eine korrekte Antwort aber zwei falsche gegeben, so erhält er auch die entsprechende Punktzahl. Die Frage umfasst einen komplexeren Sachverhalt. Mit einer größeren Auswahl an Antworten soll das Konzept des Nutzers über diesen Sachverhalt besser und präziser erfasst werden können.

<b>Teil Vorwissen: Maximale Punktzahl = 15</b>	
<b>2 Profile:</b>	<b>Punktzahl</b>
Typ A: viel Vorwissen	0-3
Typ B : wenig Vorwissen	4-15

Tabelle 7: Lernerprofile für Merkmal *Vorwissen*

Die Stereotypisierung erfolgt durch eine Teilung der Lernergruppe zwischen drei und vier Punkten. Nutzern mit null bis drei Punkten wird ein hohes Maß an Vorwissen zugeschrieben und damit Typ A zugewiesen. Nutzern mit vier bis fünfzehn Punkten wird wenig Vorwissen unterstellt, daraus ergibt sich Typ B.

Beim flüchtigen Lesen der Summengruppierung in den Tabellen mag auffallen, dass den Typen A und B bei der Punktzahl keine gleich großen Zahlenräume zugeordnet sind. Bei der Einteilung nach Vorwissen kommen für Typ A nur vier unterschiedliche Werte in Frage, bei Typ B aber 16. Der Grund für diese Einteilung ist, dass ein Nutzer, der in jeder Frage null Punkte erzielt, auch eine Summe von null erhält (viermal null). Ein Nutzer des Typs B, der bei jeder Frage zwei Punkte erhält, landet nach drei Fragen bereits bei sechs Punkten. Auf diese Art entstehen schnell höhere Zahlenwerte, weil jede falsche Antwort nicht nur einen sondern zwei Punkte ergibt. Diese deutliche Steigung gegenüber der gleichbleibenden Nullsumme für die korrekte Antwort ist beabsichtigt, um die Typen deutlich und nicht nur knapp voneinander unterscheiden zu können.

## 5.6 Der Anpassungsvorgang

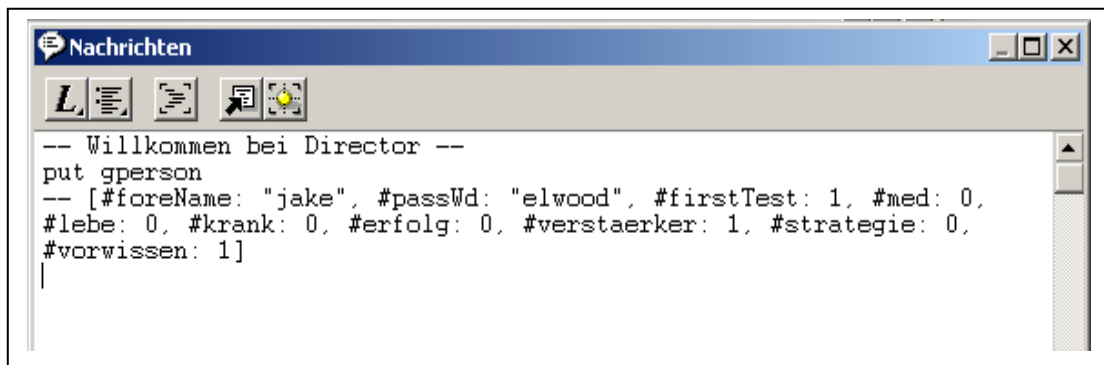
Nachdem die Nutzermodellierung in multiple Stereotypen im Diagnoseteil erläutert wurde, soll nun der – im Programm nicht sichtbare – Vorgang der Anpassung aufgezeigt werden.

### 5.6.1 Konzeption des Adaptionprozesses

Wie in Kapitel 5.1.2 und 5.2 bereits angedeutet wurde, setzt sich das Drehbuch aus einem Kern zusammen, dem nach bestimmten Regeln Einzelmodule zugefügt werden

können. Die Regeln für die Zusammensetzung resultieren aus den Nutzerprofildaten, die im Einstiegsfrageteil erhoben wurden.

Die nachfolgende Abbildung (14) zeigt die Variable *gperson*, in der die Login-Daten sowie Angaben zum Profil enthalten sind.



```
-- Willkommen bei Director --
put gperson
-- [#foreName: "jake", #passWd: "elwood", #firstTest: 1, #med: 0,
#lebe: 0, #krank: 0, #erfolg: 0, #verstaerker: 1, #strategie: 0,
#vorwissen: 1]
```

**Abbildung 14: Das Benutzerprofil**

Das Ergebnis des Vortests erzeugt für den Nutzer „jake“ mit dem Passwort „elwood“, bestimmte Profildaten. Es erzeugt zu einzelnen Eigenschaften jeweils Stereotypen. Für jede Eigenschaft kann er einen von zwei möglichen Zuständen einnehmen, nämlich „1“ und „0“. Hinter der booleschen Eigenschaft *#firstTest* steht eine „1“, was besagt, dass der Eingangstest bearbeitet wurde. Die booleschen Eigenschaftsbezeichnungen *#verstaerker* und *#vorwissen* stehen für die Nutzerprofildaten zu *Motivation* und *Vorwissen*. Der Zahlenwert „1“ besagt, dass die Eigenschaften jeweils dem Typ B entsprechen. Die Eigenschaftsbezeichnungen *#med*, *#lebe*, *#krank*, *#erfolg* und *#strategie* stehen für die Nutzereigenschaften *Medienkompetenz*, *Lebensgewohnheiten* individuelle *Krankengeschichte*, *Heilungserfolg* und *Lernstrategien*, die später in dem Programm mit einbezogen werden könnten<sup>11</sup>, derzeit aber in der Adaption keine Rolle spielen.

Die nachfolgende Abbildung (15) zeigt, in welcher Weise das Programm mit dem Nutzertypus umgeht. Im oberen Abschnitt hinter *gChapter.vor* ist die Modulzusammenstellung zu sehen, die vor der Anpassung als Kern zugrunde gelegt wird. Als Modul wird hier ein Frame, meist bestehend aus Text, Ton und Bild, Video oder Animation, bezeichnet. Die einzelnen Frames sind im Quellcode durch Kommata von ein-

<sup>11</sup> Der Punkt Skalierbarkeit wurde bereits angesprochen.

ander getrennt. Die Bezeichnung resultiert aus Buchstaben, die die inhaltlichen Abschnitte benennen (E= Erklärung; K=Knochen; B = Bänder; Mu= Muskeln). Die Zahlen in den Bezeichnungen resultieren aus den tatsächlichen Frames im Lingoskript<sup>12</sup> und angelegten Arrays.

Im Abschnitt nach *gPerson.vorwissen* sind die Anweisungen enthalten, die gelten, wenn das Vorwissen gering ist, nämlich das Hinzufügen oder Entfernen von Frames. Diese Anweisungen sind gekennzeichnet durch *addProp* oder *deleteProp*, jeweils mit dem dazugehörigen Modul. Das heißt, im Grundstock wird davon ausgegangen, dass *Vorwissen=true* vorhanden ist. Nur wenn der Nutzer das gegenteilige Profil in diesem Punkt mitbringt, werden Veränderungen in der Modulzusammenstellung vorgenommen. Dasselbe gilt für die Eigenschaft Motivation. Grundsätzlich wird beim Modulaufbau von vorhandener Motivation ausgegangen, eine Veränderung wird dann vorgenommen, wenn der Lerner dem Typ B angehört. Dies wird im Quellcode ausgedrückt durch *verstaerker=false*.

```

gChapter.vor = ["10E1":[], "13E2":[], "14E3":[], "15E4":[], "17E5":[], "18K1":[], "20K2":[], "22K3":[], \
"23K3_1":[], "24K4":[], "25K5":[], "26K6":[], "28K7":[], "29K8":[], "30K9":[], \
"31K10":[], "33K11":[], "34B1":[], "35B1_1":[], "36B2":[], "37B3":[], "38Mu1":[], \
"40Mu2":[], "42Mu3":[], "43Mu3_1":[], "44Mu4":[], "45Mu5":[], "46Mu6":[]]

if gPerson.vorwissen = false then

  gChapter.vor.addProp("11V1", [])
  gChapter.vor.addProp("12V2", [])
  gChapter.vor.addProp("19V3", [])
  gChapter.vor.deleteProp("23K3_1")
  gChapter.vor.addProp("23V4", [])
  gChapter.vor.deleteProp("35B1_1")
  gChapter.vor.addProp("35V5", [])
  gChapter.vor.addProp("39V6", [])
  gChapter.vor.deleteProp("43Mu3_1")
  gChapter.vor.addProp("43V7", [])

end if

if gPerson.verstaerker = false then

  gChapter.vor.addProp("16M1", [])
  gChapter.vor.addProp("21M2", [])
  gChapter.vor.addProp("27M3", [])
  gChapter.vor.addProp("32M4", [])
  gChapter.vor.addProp("41M5", [])

  ...

```

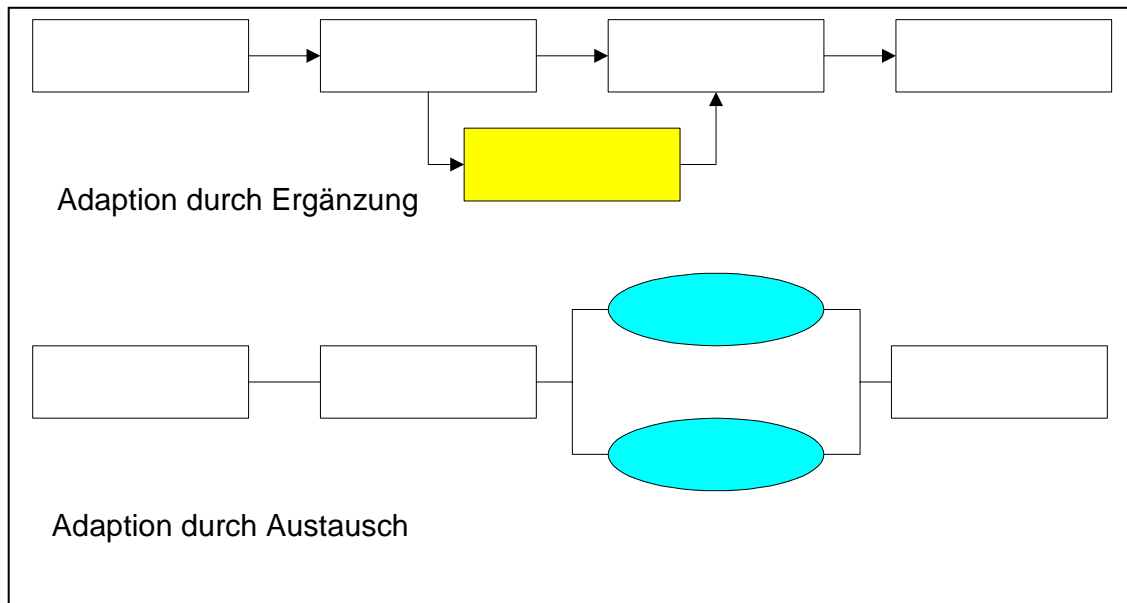
Abbildung 15: Ausschnitt aus der Kurszusammenstellung

Der eben in Bezug zum Quellcode dargestellte Adaptionsprozess geschieht bildlich dargestellt durch Ergänzung oder Austausch von Modulen. Die Abbildung (16) zeigt die Schemata der Anpassung wie sie im Format des Drehbuchs vorliegt. Die obere Graphik

<sup>12</sup> Skriptsprache des Autorenprogramms Makromedia Director.

zeigt ein Modul, das ergänzt wird (im Quellcode durch *addProp()* formuliert), die untere Graphik zeigt ein Modul, das ausgetauscht wird (im Quellcode erscheint *deleteProp()* für das eine und *addProp()* für das andere Modul).

**Abbildung 16: Modulvarianten: Ergänzung und Austausch**



Diese beiden Mechanismen sind im Drehbuch vereinfacht dargestellt. Die zu ergänzenden Module sind der unteren Abbildung (17) aus Platzgründen nicht in einer zweiten Zeile eingefügt sondern farbig<sup>13</sup> hervorgehoben. Sie wurden in der Grundvariante übersprungen. Der Grundstock der Module des ersten Kapitels ist weiß dargestellt. Diese Module oder Frames werden in jedem Fall gezeigt. Für die Anpassung an die Motivation stehen gelben Module, die bei dem Profil *geringe Motivation* (Typ B) eingeblendet werden. Für die Anpassung an das Vorwissen stehen die blauen Module, die bei geringem Vorwissen angezeigt werden.

Bei den blauen Modulen gibt es beide Varianten, die zusätzlichen und die ersetzenden Module. Letztere sind durch übereinander gestellte Rechtecke (=Module) visualisiert. Das untere, weiße würde bei Typ B durch das obere, blaue Modul ersetzt.

<sup>13</sup> Bei Schwarz-weiß-Druck: gelb wird als hellgrau, blau als dunkelgrau wiedergegeben.

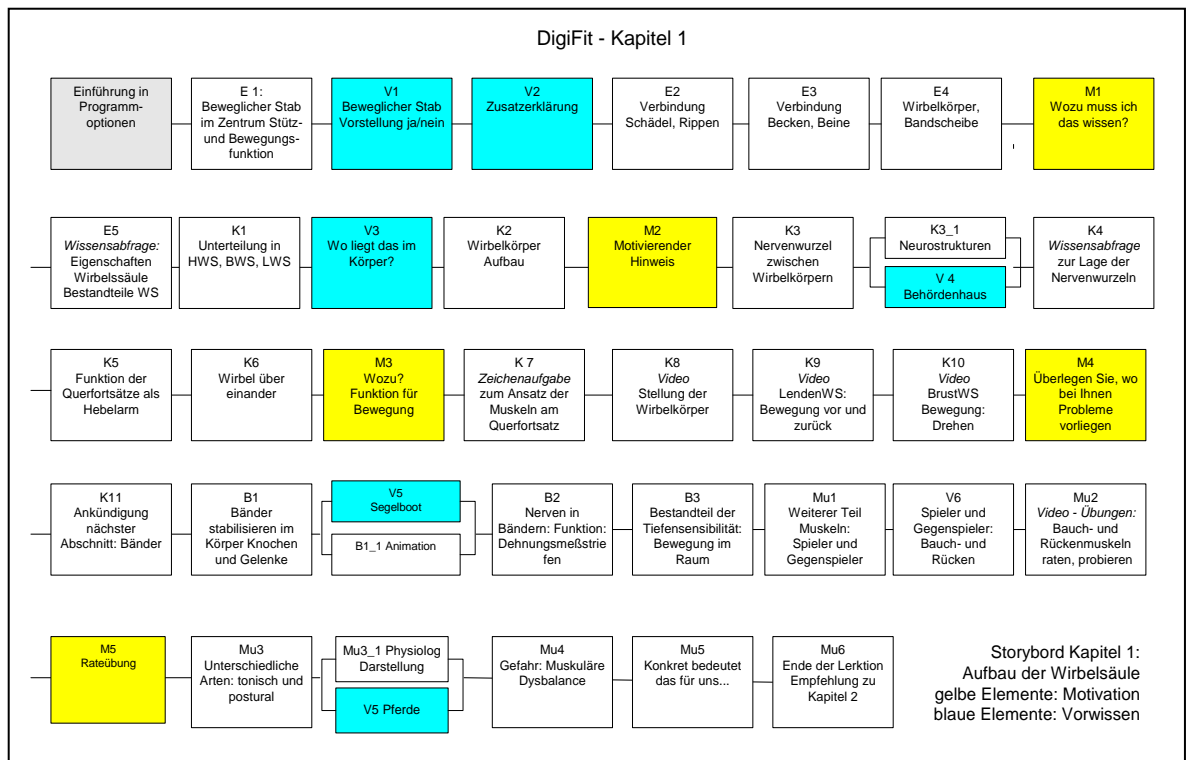


Abbildung 17: Storyboard: Kapitel 1 mit Zusatzscreens

Dies ist der formale Aufbau für den Adaptionsprozess. Die dargebotenen Inhalte in den Modulen sind Gegenstand des nächsten Kapitels.

### 5.6.2 Adaptionismittel

Die Verteilung der Module innerhalb des Drehbuchs erscheint asymmetrisch und beliebig. Der Grund ist, dass die adaptiven Module nicht aus formalen sondern aus inhaltlichen Kriterien verteilt wurden. Insofern lässt sich an dieser Stelle keine Modellvorschrift erzeugen, wie die Modulverteilung auszusehen hat. Entscheidend ist der Inhalt und die Umsetzungsmöglichkeiten von ergänzenden oder auszutauschenden Modulen.

Die erste ergänzende Seite steht bei Frame „3“ im ersten Kapitel. Zuvor wurde erklärt, dass die Wirbelsäule ein beweglicher Stab im Zentrum des Körpers sei. Für Nutzer mit weniger Vorwissen ist diese Beschreibung möglicherweise noch unzureichend, deshalb werden in dem ergänzenden Frame Animationen von „beweglichen Stäben“ gezeigt, von denen nur eine dem Aufbau der Wirbelsäule gleicht. Dies können die Nutzer hier interaktiv erforschen.



**Abbildung 18: Modul zur Anpassung an das Vorwissen:**

Die Lerner mit weniger Vorwissen haben vermutlich keine konkrete Vorstellung vom Aufbau der Wirbelsäule und der Begriff „beweglicher Stab“ ist vielleicht eher schwammig repräsentiert. Mit der hier gestellten Frage wird die Aufmerksamkeit darauf gerichtet.

**DIGifit** Mein Rücken und ich

Aufbau der Wirbelsäule Ursachen für Beschwerden Physiologischer Hintergrund Leben mit Rückenschmerzen

Aufbau der Wirbelsäule | Erklärung

**Bitte kreuzen Sie an:**  
Welches der Bilder gibt den Aufbau eines beweglichen Stabes am besten wieder?

Klicken Sie ein Bild an, um das Video dazu zu sehen.  
Kreuzen Sie dann die richtige Lösung an.

fertig

3

**Abbildung 19:** Modul zur Anpassung an das Vorwissen

Die Aufgabe, das angemessenste Modell anzukreuzen hilft, den Begriff genau zu hinterfragen. Mit der richtigen Lösung sehen die Nutzer, welche Art von Beweglichkeit gemeint ist.





The screenshot shows a web-based learning interface for 'DIGifit Mein Rücken und ich'. At the top, there are four navigation buttons: 'Aufbau der Wirbelsäule', 'Ursachen für Beschwerden', 'Physiologischer Hintergrund', and 'Leben mit Rückenschmerzen'. Below these is a sub-header 'Aufbau der Wirbelsäule | Knochen'. The main content area is split into two columns. The left column contains the heading 'Wozu hilft mir dieses Wissen?' followed by a paragraph: 'Wenn wir die Funktionen und den Aufbau unseres Rückens genau kennen, wissen wir auch, warum wir in bestimmten Situationen Beschwerden haben und können besser etwas dagegen tun.' The right column features a 3D anatomical illustration of a section of the human spine, with vertebrae labeled I, II, III, IV, and V. The intervertebral discs between vertebrae II and III are highlighted in red. At the bottom of the interface is a blue control bar with icons for back, forward, search, and other navigation functions.

**Abbildung 20: Modul zur Anpassung an die Motivation**

Für Nutzer, die wenig Motivation mitbringen, mögen die vorangegangenen Texte über den Aufbau der Wirbelkörper trocken erscheinen und bei weiteren Fragen ähnlicher Art droht eventuell der Ausstieg aus dem Programm. Was fehlen könnte, ist hier ein Bezug zur persönlichen Situation. Daher wird diese Frage eingeschoben.

The screenshot shows a web-based learning interface for 'DIGifit Mein Rücken und ich'. At the top, there are navigation buttons: 'Aufbau der Wirbelsäule', 'Ursachen für Beschwerden', 'Physiologischer Hintergrund', and 'Leben mit Rückenschmerzen'. Below these, the current page is titled 'Aufbau der Wirbelsäule | Knochen'. The main content area features a quiz question: 'Wo liegt das im Körper? Können Sie erkennen, wo bei Ihnen zum Beispiel die Brustwirbelsäule sitzt?'. To the right of the text is an anatomical illustration of the human spine with labels: 'Halswirbel', 'Brustwirbel', 'Lendenwirbel', 'Kreuzbein', and 'Steißbein'. An inset image shows a close-up of a vertebra with an intervertebral disc, labeled 'Wirbel mit Bandscheibe'. At the bottom of the interface, there is a control bar with navigation icons (back, forward, search, help, volume, and a square icon).

**Abbildung 21: Modul zur Anpassung an das Vorwissen**

Um die dargebotene Information zu ganzheitlicherem Wissen zu integrieren, richtet sich diese Frage an die Vorstellungskraft. Auf diese Weise können Nutzer mit weniger Vorwissen leichter Bezug nehmen.

**DIGifit** Mein Rücken und ich

Aufbau der Wirbelsäule Ursachen für Beschwerden Physiologischer Hintergrund Leben mit Rückenschmerzen

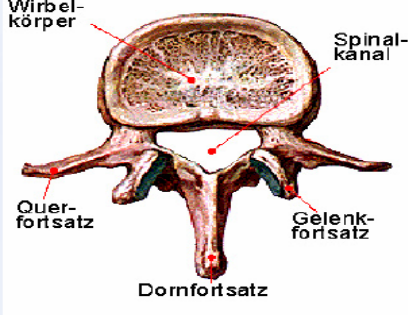
Aufbau der Wirbelsäule | Knochen

Jeder Wirbel besteht aus einem knöchernen Wirbelkörper, die in den einzelnen Wirbelsäulenabschnitten unterschiedlich ausgeformt sind.

An der hinteren Kante eines jeden Wirbelkörpers befindet sich eine knöcherne Spange, die wie ein Halbkreis geformt ist und zusammen mit der Hinterkante des Wirbels eine Öffnung ergibt.

Die Öffnungen aller einzelnen Wirbel zusammen ergeben einen Kanal, in dem das Rückenmark verläuft.

**Und wie sieht das jetzt beim einzelnen Wirbel aus?**



Wirbelkörper Spinalkanal  
Querfortsatz Gelenkfortsatz  
Dornfortsatz

12

Abbildung 22: Motivierender Hinweis

Um einen inhaltlichen Anknüpfungspunkt für den folgenden Abschnitt zu bieten, wird die Aufmerksamkeit auf den soeben thematisierten Wirbel focussiert.

**DIGifit** Mein Rücken und ich

Aufbau der Wirbelsäule Ursachen für Beschwerden Physiologischer Hintergrund Leben mit Rückenschmerzen

Aufbau der Wirbelsäule | Muskeln

Dies ist bildlich gesehen vergleichbar mit einem Behördenhochhaus und den Leitungen einer Telefonzentrale.



Telefonzentrale

14

Abbildung 23: Übertragene Darstellung zur Anpassung an das Vorwissen

Um eine eingängige Vorstellung vom Nervensystem zu erlangen, erhalten Nutzer mit weniger Vorwissen diese Darstellung, weil sie durch den Alltagsbezug einprägsam ist.



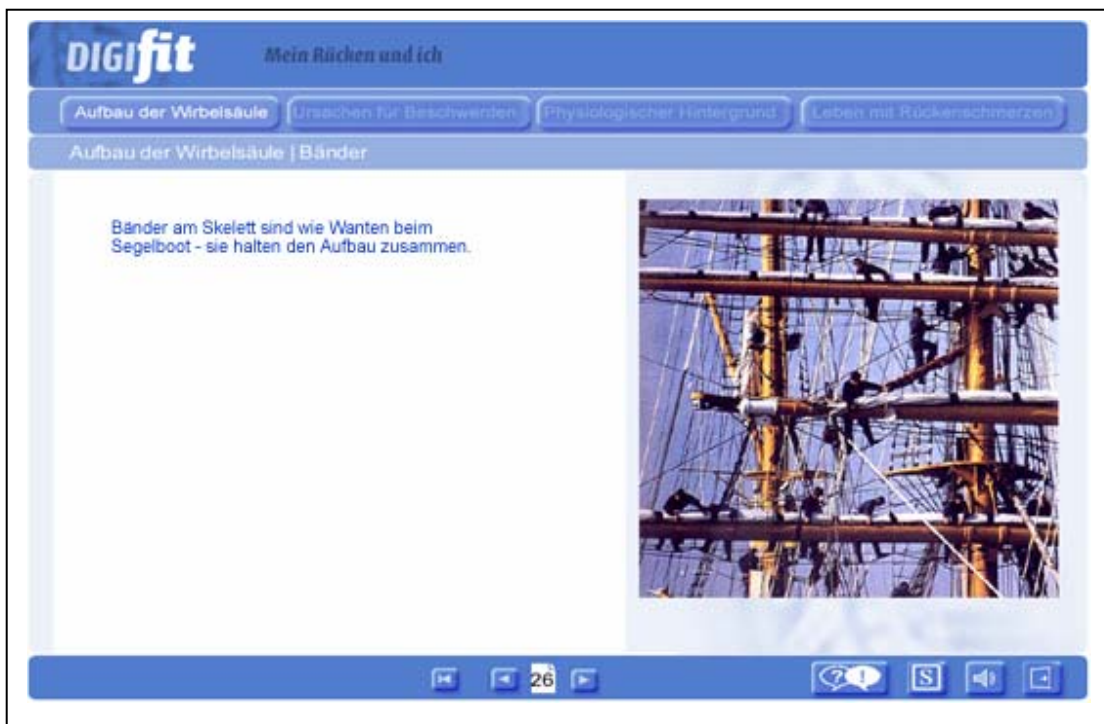
**Abbildung 24: Übertragene Darstellung zur Motivation**

Auch hier wird ein Zusammenhang erzeugt, und zwar ein Bezug zum Alltag, in dem Beweglichkeit in vielen Situationen notwendig ist. Der Bezug zur eigenen Lebenswelt kann sinnstiftend und damit motivierend wirken.



**Abbildung 25: Impuls zur Anpassung an die Motivation**

Die Abbildung mit comicähnlichem Charakter kann unterhaltenden Effekt haben, wobei die Situation auf der Abbildung vielen Patienten aus dem eigenen Erfahrungshintergrund bekannt sein wird. Dieser Bezug kann wiederum motivieren.



**Abbildung 26: Übertragene Darstellung zur Anpassung an das Vorwissen**

Die bildlich übertragene Darstellung soll das Verständnis des Grundprinzips schnell ermöglichen. Damit ist kein weiteres medizinisches Fachwissen erforderlich.



The screenshot displays the DIGifit interface for the topic "Mein Rücken und ich". The main navigation bar includes buttons for "Aufbau der Wirbelsäule", "Ursachen für Beschwerden", "Physiologischer Hintergrund", and "Leben mit Rückenschmerzen". The current page is titled "Aufbau der Wirbelsäule | Muskeln".

The text on the left reads: "Die Bauch- und Rückenmuskulatur sind zum Beispiel solche Gegenspieler und beteiligt am Aufrichten und Abkippen des Rumpfes."

The video on the right shows a person sitting on a wooden chair, demonstrating the posture and movement of the trunk. The video player includes a progress bar and a timestamp of 23 seconds.

**Abbildung 27: Rateübung zur Anpassung an die Motivation**

Die Bewegung, der Bezug zum eigenen Körper und der Spannungseffekt sollen hier motivieren.

**DIGifit** Mein Rücken und ich

Aufbau der Wirbelsäule Ursachen für Beschwerden Physiologischer Hintergrund Leben mit Rückenschmerzen

Aufbau der Wirbelsäule | Muskeln

Die einen zeigen schnellen Kraftaufbau, reagieren gut auf Training und neigen zu Verkrampfung und Verkürzung. Die anderen zeigen einen langsamen Kraftaufbau, reagieren träge auf Training und neigen zu Erschlaffung.

Sie sind vergleichbar mit heißblütigen Araberhengsten und trägen Brauereipferden.

Beim gesunden Körper stehen Sie nahezu im Gleichgewicht.

34

**Abbildung 28:** Übertragene Darstellung zur Anpassung an das Vorwissen

Auch hier kann die modellhafte Darstellung helfen, einfach ein eingängiges Verständnis des Funktionsprinzips aufzubauen.

## 5.7 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde zunächst das theoretische Konstrukt entwickelt, das sich aus der Problemanalyse ergeben hat. Das System der multiplen Stereotypisierung ist ein Ansatz, der den Kriterien Adaptivität bezüglich unterschiedlicher Lernermerkmale, geringem Entwicklungsaufwand und Skalierbarkeit entspricht. Das System besteht aus einer Diagnoseeinheit, die per Abfrage arbeitet und einer Kursgenerierung, die aus einem festen Programmkern und variablen Modulen zur Ergänzung beziehungsweise zum Austausch besteht.

Die Inhalte des Kerns und der Austauschmodule sind abhängig vom jeweiligen Lernstoff und vom Lehrkontext. Die Qualität des Adaptionmittels kann daher auch nicht direkt durch die Methode der multiplen Stereotypisierung bestimmt werden, sondern durch die zielgerichtete, systematische Gestaltung der Module.



Das Beispiel DigiFit ist ein Lehrprogramm für die Schulung von Reha-Patienten. Als Adaptioneninformation werden Motivation und Vorwissen der Lerner zugrunde gelegt bzw. gewählt. Die Erfassung der Lernereigenschaften in Bezug auf diese Merkmale geschieht durch sechs beziehungsweise vier Ankreuzaufgaben zu Beginn des Programms. Die programmseitige adaptive Reaktion auf diese Merkmale besteht in dem Einfügen oder Ersetzen von Modulen, welche jeweils Text, Bild, Film, Animation oder Aufgaben enthalten. Anpassung geschieht durch zusätzliche vereinfachte Information, um dem Vorwissen gerecht zu werden, sowie durch Aufforderungen, Herstellen von Bezug zur persönlichen Situation und leichten Spannungsmomenten, um der Motivation entgegen zu kommen. Die Akzeptanz dieser Adaptionenmittel und die Effektivität für den Lernerfolg werden in Kapitel 6 bewertet.

## 5.8 Diskussion

Grundsätzlich lässt sich bei dem benannten Adaptionprozess in Frage stellen, wie erfolgreich eine Erweiterung um weitere Adaptioneninformation sein kann. Denn theoretisch stellt dies zwar kein Problem dar, praktisch können sich jedoch Hindernisse auf-tun. Zum einen müssen für jedes weitere Kriterium auch Fragen zur Diagnose gestellt werden, was ab einem gewissen Umfang zu einem Akzeptanzproblem führt. Zum anderen können weitere Module, wenn sie ergänzend eingefügt werden, das Programm im Umfang erweitern; ein Umstand, der ein Akzeptanzproblem darstellen könnte. Des Weiteren ergibt sich eventuell eine Schwierigkeit, wenn bestimmte Kriterien das Weg-lassen von Modulen erfordern und andere das Hinzufügen oder Bestehen lassen dieser Module. Auch hier sind didaktische Entscheidungen auf Autorenebene gefragt, um die-sem Umstand zu begegnen, denn solche Situationen lassen sich kaum durch einen Au-tomatismus abfangen. Der Autor muss die Permutationen, die durch die gewählten Kri-terien möglich sind, durchdeklinieren und die jeweiligen Maßnahmen gegeneinander abwägen. Hilfreich könnte sein, bei den gewählten Maßnahmen eine Prioritätsstufe formal zu ergänzen, so dass sich bestimmte widersprüchliche Situationen, beispielswei-se Modul einfügen oder auslassen, doch automatisch auflösen ließen.

Steht man vor der Frage, ob mehrere Kriterien zugleich ein Problem darstellen und den Umfang zu sehr anwachsen lassen, wird augenscheinlich, dass die Kriterien sorgfältig

ausgewählt werden sollten. Welche Kriterien sind es überhaupt wert, dass ein Programm an sie angepasst wird? In Kapitel 5.1 wurden einige lernerfolgsrelevante Merkmale aufgezählt, doch ihre Rangfolge in Bezug auf Bedeutsamkeit ist nicht unbedingt sofort ersichtlich. Sie hängt mit der jeweiligen Lehr- und Lernsituation zusammen. Die Eigenschaft „räumliches Vorstellungsvermögen“ der Lerner ist besonders dann bedeutsam, wenn die zu bewältigende Aufgabe ein sterisches Problem darstellt.

## 6. Evaluation

In dem folgenden Kapitel wird erörtert, ob die Adaptionenmaßnahme lohnt, im Sinne von Akzeptanz und Lehreffektivität. Herausgefunden werden soll, ob die Lehrsoftware mit der Adaptionenmaßnahme für die Nutzer annehmbarer ist und sie besser lernen lässt, als ohne diese Maßnahmen. Zunächst werden die Grundüberlegungen und die resultierenden Annahmen formuliert. Für die Evaluation wird dann der theoretische Rahmen dargestellt und die Bedingungen der Untersuchung für das vorliegende Programmbeispiel abgeleitet. Dann werden die Untersuchungsziele spezifiziert. Nach der Beschreibung und der Diskussion der Methode folgt die Darstellung der Ergebnisse der Untersuchung.

### 6.1 Untersuchungsziel

#### 6.1.1 Grundüberlegungen und resultierende Annahmen

Die in Kapitel 5 beschriebenen Adaptionenmittel wurden durchgeführt mit der Vermutung, dass sie lernförderlich und akzeptanzsteigernd wirken. Ob sich diese Vermutung bestätigt, soll in der Evaluation untersucht werden. Hierzu sind ausgewählte Bewertungskriterien und eine systematische, angemessene Methode notwendig.

Ausgehend von der Grundüberlegung, dass manchen Lernern in Bezug auf Vorwissen entgegen gekommen werden sollte, wurde das Adaptionenmittel einer *übertragenen Darstellung* gewählt, um einen einfacheren Zugang zum Verständnis des Funktionsprinzips in dem jeweiligen Sachverhalt zu gewähren. Durch Reduktion der Komplexität bestimmter Inhalte auf einfachere Schemata kann, im Sinne eines Kompensationsmodells (SALOMON, 1975), dem Nutzer mit weniger Vorwissen begegnet werden.

- Aus dieser Überlegung wurde die Annahme abgeleitet, dass diese Darstellungen zu einer erhöhten Verständlichkeit und damit zu höherer Akzeptanz und besserem Verständnis gegenüber einer Programmversion ohne diese Maßnahmen führen.

- Gleichzeitig wird angenommen, dass die Nutzergruppe, die bereits über hinreichend Vorwissen verfügt, derartige Maßnahmen als überflüssig empfindet.

Ausgehend von der Grundüberlegung, dass Nutzer mit weniger Vorwissen vermehrte Information benötigen, wurden im Sinne eines Fördermodells Zusatzerklärungen integriert. So können die Lerner ein Defizit aufholen.

- Aus dieser Überlegung wurde die Annahme abgeleitet, dass diese Darstellungen zu einer erhöhten Verständlichkeit und damit zu höherer Akzeptanz und besserem Verständnis gegenüber einer Programmversion ohne diese Maßnahmen führen.
- Gleichzeitig wird angenommen, dass die Nutzergruppe, die bereits über hinreichend Vorwissen verfügt, derartige Maßnahmen als zeitraubend oder überflüssig empfindet.

Die Grundüberlegung, dass die Nutzer mit geringerem Vorwissen teilweise keinen hinreichenden Bezug zwischen dem dargebotenen Inhalt und dem eigenen Körper herstellen können, führte zu der Maßnahme, den Lerner einen Impuls zu geben, sich diesen Zusammenhang zu vergegenwärtigen.

- Aus dieser Überlegung wurde die Annahme abgeleitet, dass die Lernergruppe, die mit dieser Maßnahme konfrontiert wird, ein besseres Verständnis vom Inhalt entwickelt und einen erhöhten Realitätsbezug als anregend empfindet.
- Gleichzeitig wird angenommen, dass die Lernergruppe mit höherem Vorwissen die Frage als zu einfach und daher demotivierend empfindet.

Die Grundüberlegung, dass die weniger motivierten Lerner vor allem deshalb schlechter mithalten, weil ihnen der Realitätsbezug der Inhalte fehlt, führte zu der Maßnahme, steuernde, auffordernde Fragen zu stellen.

- Aus dieser Überlegung wurde die Annahme abgeleitet, dass die Lernergruppe, die mit dieser Maßnahme konfrontiert wird, die Maßnahme als anregend empfindet, weil Realitätsbezug gegeben ist.

- Gleichzeitig wird angenommen, dass die Lerner, die bereits ausreichend motiviert sind, die Maßnahme nicht noch als anregend wahrnehmen.

Die Grundüberlegung, dass die weniger motivierten Lerner die Arbeit mit dem Programm als zu trocken empfinden, weil sie abstrakt ist und weil der Realitätsbezug fehlt, führt zu der Maßnahme, eine Übung zum Nachahmen und Raten einzufügen.

- Aus dieser Überlegung wurde die Annahme abgeleitet, dass die weniger motivierte Lernergruppe das Programm als anregend empfindet (und in diesem Zusammenhang auch größeren Lernerfolg erzielt.)
- Gleichzeitig wird angenommen, dass die Lerner, die bereits ausreichend motiviert sind, die Maßnahme nicht noch als anregend wahrnehmen.
- Insgesamt wird angenommen, dass die Lernergruppe, die adaptive Maßnahmen erhalten hat, das Programm als motivierend empfindet und vom Gesamteindruck her positiv eingestellt ist.
- Es wird angenommen, dass die Diagnosemaßnahmen zu Beginn nicht stören.

### 6.1.2 Annahmen zur Akzeptanz

Die Experimentalgruppe, welche mit einer adaptiven Programmversion arbeitet, wird nach der Maßnahme mehr Akzeptanz zeigen als die Kontrollgruppe, welche ein Programm ohne Adaption verwendet.

Ein Zusammenhang zwischen der Adaptionsmaßnahme und der Akzeptanz des Programms besteht.

### 6.1.3 Annahmen zur Effektivität

Die Experimentalgruppe wird nach der Maßnahme einen höheren Lernerfolg aufweisen als die Kontrollgruppe.

Ein Zusammenhang zwischen der Adaptionsmaßnahme und der Effektivität des Programms ist vorhanden.

## 6.2 Theoretischer Rahmen

Evaluation von Lernsoftware hat auch zum Ziel, deren Qualität für Lehrzwecke zu erfassen. Hierbei wird zum Beispiel betrachtet, in wie weit die Software anderen Lehrmethoden überlegen ist, ob sie generell von den Nutzern angenommen wird, ob sie das vermittelt, was sie zu vermitteln vorgibt, wie effektiv die Methode ist, welchen Lernerfolg sie erzielt.

Mit der Entwicklung und Verbreitung von Lehrsoftware wurden zahlreiche Bewertungsinstrumentarien aufgestellt, mit deren Hilfe diesen Fragen nachgegangen werden kann. Kriterienkataloge stammen unter anderem von den Autoren STRUNCK & WEBER (1986), EULER u.a. (1987); THOME (1989); MIRSCHEL & PREISS (1990); LEGAT (1991); TERGAN (2000); FRIEDRICH(1997), SCHENKEL(1995).

TERGAN (2000) bemerkt, dass es keine allgemeingültige Bestimmung des Begriffs „Evaluation“ gebe, dass aber verwandte Begriffe synonym verwendet werden, wie zum Beispiel „Begleitforschung“, „Qualitätskontrolle“ oder „Wirkungskontrolle“ (S. 23).

Er bezieht sich auf FRIEDRICH (1997), wenn er sagt

„Evaluation ist die systematische und zielgerichtete Sammlung, Analyse und Bewertung von Daten zu Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle. Sie gilt der Beurteilung von Planung, Entwicklung, Gestaltung und Einsatz von Bildungsangeboten bzw. einzelner Maßnahmen dieser Angebote (Methoden, Medien, Programme, Programmteile) unter den Aspekten von Qualität, Funktionalität, Wirkungen, Effizienz und Nutzen.“ (TERGAN 2000, S. 23).

Er beschreibt unterschiedliche Funktionen der Evaluation, wobei in diesem Fall die Erkenntnisfunktion (vgl. ROWNTREE 1992) von Interesse ist.

Die oben beschriebene Sammlung, Analyse und Bewertung von Daten kann nun in verschiedenen Formen realisiert werden. Daher werden unterschiedliche Typen der Evaluation unterschieden.

### 6.2.1 Form der Evaluation

Je nachdem, ob es um prozessbegleitende oder um abschließende Bewertung geht, ist die Rede von formativer oder von summativer Evaluation. Im ersten Fall testen Evalua-

toren eine Vorabversion der angestrebten Software mit dem Ziel, Erkenntnisse für die weitere Entwicklung zu gewinnen. Beispiel für eine summative Evaluation ist die Anwendung nach Abschluss der Entwicklung, um Auskünfte über die Qualität der Software selbst sowie auch über den bestmöglichen Einsatz zu erlangen.

Weitere Varianten sind die Prozess- und die Produktevaluation. Letztere ist hier von größerem Interesse, weil das Produkt als solches, das fertige Programm, mit seinen speziellen Maßnahmen untersucht wird. Die Prozessevaluation hingegen beschreibt den Vorgang der Softwareentwicklung. Dies kann dann von Interesse sein, wenn nicht nur das Produkt sondern auch der Entwicklungsvorgang selbst optimiert werden soll.

Zwei weitere Typen unterscheiden sich in den Evaluatoren: die Selbst- und die Fremdevaluation. Zweifelsfrei hat es einen Einfluss auf das Ergebnis, ob die Evaluatoren an der Entwicklung beteiligt waren oder nicht. Der Betrachter von außen bringt durchaus mehr kritische Distanz mit, ist aber zuweilen auch nicht hinreichend in die Thematik involviert. Je nach Zielsetzung ist deshalb abzuwägen, welche Variante angemessen ist. Im Rahmen dieser Arbeit kommt eine Selbstevaluation in Frage. Das heißt, die Bewertung wird durch die Programmautorin entworfen und geleitet. Der Anwendungstest wird dabei von authentischen Nutzern vollzogen. Die Problematik der eher wohlwollenden Perspektive darf bei der Selbstevaluation nicht außer Acht gelassen werden. Andererseits hat das Verfahren Vorteile, da die Entwickler gute Gründe haben, den Bewertungsgegenstand besonders zielgerichtet und mit inhärentem Erkenntnisinteresse zu durchleuchten.

Zusammenfassend gesagt, wird aus genannten Gründen eine summative Evaluation des Produktes durchgeführt, vorgenommen von der Entwicklerin selbst mit dem Ziel der Erkenntnisgewinnung über die Qualität bestimmter Teilkriterien, insbesondere der Adaptionismittel.

### 6.2.2 Evaluationsmethode

Neben dem Typus der Evaluation ist außerdem nach Art der empirischen Evaluationsmethode zu unterscheiden, nämlich die Dokumentenanalyse, die Befragung, die Beobachtung, das Verhaltensrecording und Tests.

Bei der Dokumentenanalyse – als ein non-reaktives Verfahren (ebd. S. 29) – werden die Daten aus der Anwendung, aus Dokumenten selbst entnommen, nicht aber Personen zur Nutzung und weiteren Auswertung hinzugezogen.

Anders bei der Befragung: Hier wird sich zur Evaluation an Personen, zum Beispiel Nutzer, Tutoren oder Entwickler, gerichtet, dabei wird aber nicht das Programm selbst im praktischen Einsatz betrachtet. Befragungen gehören zu den reaktiven Verfahren, weil die befragten Personen durch ihre Antworten Reaktionen auf die Fragen der Erhebenden zeigen. Dies impliziert die Möglichkeit, bestimmte Reaktionen zu evozieren und gebietet daher besondere Sorgfalt bei der Implementation. Für das Programm DigiFit ist eine Befragung als Evaluationsmethode vorgesehen.

Die Beobachtung als Evaluationsmethode ist ein planmäßiges Vorgehen, zur Gewinnung von Daten über wahrnehmbare Ereignisse und Verhaltensaspekte. Zu unterscheiden sind die Fremdbeobachtung durch Außenstehende und die Selbstbeobachtung durch teilnehmende Beobachter. Dabei besteht die Möglichkeit explorativ vorzugehen oder vorzustrukturieren, was konkret erfasst werden soll. Von den Eigenschaften des Untersuchungsgegenstandes hängt ab, welche Vorgehensweise angemessen erscheint.

In dem gegebenen Fall kommt theoretisch nur eine Fremdbeobachtung in Frage, wobei die Gefahr besteht, dass der Nutzer durch zusätzliche Beobachter irritiert wird.

Beim Verhaltensrecording werden bestimmte Nutzerverhalten automatisch erfasst. Dies können zum Beispiel Nutzereingaben oder Lernpfade sein, die mit Hilfe von Logfiles aufgezeichnet werden. Die Möglichkeit, emotionale Reaktionen zu erfassen, die im Kontext mit dem Inhalt auftreten, ist beispielsweise die Videoaufzeichnung des Lerners, Interpretation des mimischen Ausdrucks. MANGOLD (2001) führte im Rahmen einer Rezeptionsuntersuchung Mimikanalysen durch, bei denen er Videoaufzeichnungen des Gesichtsausdrucks auswertete und einem Satz an Schemata zuordnete. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Messung physiologischer Daten, wie Hautwiderstand, Puls und Atemfrequenz.



Ein weiteres spezielles Aufzeichnungsmedium ist die so genannte Augenkamera<sup>1</sup>. Diese ermöglicht, Augenbewegungen des Nutzers bei der Rezeption zu filmen, um das Verfolgen bestimmter Bildinhalte zu registrieren. Derartige Methoden wären für das gegebene Projekt durchaus interessant, zumal Daten über den emotionalen Zustand der Nutzer viel über die Akzeptanz der Methode verraten. Dieses Verfahren könnte für das Evaluationsziel von großem Interesse sein, aus zeitökonomischen und organisatorischen Gründen wurde jedoch auf eine einfache Befragung per Fragebogen zurückgegriffen. Die Nutzergruppe sind Patienten einer Reha-Klinik, die der Verfasserin nicht bekannt sind. Als Außenstehende in Bezug auf das Klinikum ist schwer abzuschätzen, wie die Anwendung von Apparaturen, wie einer Augenkamera und anderen Messgeräten, auf die Patienten und das Personal wirken. Misstrauen könnte sich leicht verbreiten und die Kooperation im Rahmen des Projektes gefährden.

„Tests sind standardisierte Verfahren zur Messung der Ausprägung empirisch abgrenzbarer Verhaltens- und Leistungsmerkmale. [...]“ (TERGAN 2000, S. 34) Sie dienen der Erhebung quantitativer Daten und können sowohl verbales Verhalten als auch Verhaltensdaten erfassen, beispielsweise mündlich oder schriftlich wiedergegebene Erinnerungsdaten.

Formelle Tests basieren auf vordefinierten Konstruktionsprinzipien. Um Intelligenz zu messen, operationalisiert WECHSLER den Begriff Intelligenz und misst die Items anhand präzise ausformulierter Aufgaben, die zusammengefasst den Hamburger-Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene (HAWIE) ergeben. (WECHSLER, 1964, S. 13 nach BORTZ & DÖRING 1995, S. 62). Zur Erhebung spezieller Items stehen nicht immer solche Inventare zur Verfügung. Die Rede ist dann von informellen Tests, welche unmittelbar zu dem speziellen Zweck erstellt werden.

Wichtige Kriterien sind in jedem Fall Objektivität, Reliabilität (Zuverlässigkeit) und Validität (Gültigkeit).

Diese Kriterien erfordern, dass das Testergebnis nicht von der durchführenden Person abhängig ist. Zweitens dürfen die äußeren Bedingungen die Messung nicht beeinflus-

---

<sup>1</sup> siehe Institut Schantz, Neubauer und Partner, [www.augenkamera.de](http://www.augenkamera.de).

sen. Gleiche Bedingungen müssen bei einem reliablen Test immer auch gleiche Ergebnisse hervorbringen. Letztlich – und hier ist besondere Sorgfalt geboten – darf der Test nichts anderes messen, als er zu messen vorgibt. Die Gültigkeit ist dabei zu unterteilen in innere und äußere Gültigkeit. Eine detaillierte Ausführung hierzu folgt weiter unten.

KLAUER (1987) unterscheidet normorientierte von kriteriumsorientierten Tests. Bei den normorientierten Tests wird eine individuelle Leistung mit der durchschnittlichen Leistung einer Bezugsgruppe (= Norm) verglichen. Bei den kriteriumsorientierten Tests sind vorab definierte Kriterien vorhanden, an denen die individuelle Leistung gemessen wird.

In dem gegebenen Fall wird ein Vergleich mit einer Kontrollgruppe durchgeführt, folglich wird ein normorientierter Test durchgeführt.

Die für die Untersuchung der Softwareadaption gewählte Evaluationsmethode ist eine Befragung (subjektive Eindrücke) und ein Test (Leistungsmessung durch Wissensabfrage).

### 6.2.3 Untersuchungsgegenstand

In vielen Fällen der Softwareevaluation ist der Gegenstand der Untersuchung die Qualität des gesamten Programms mit all seinen Komponenten. Das ist hier nicht der Fall.

Der Untersuchungsgegenstand ist die Adaptionmethode multipler Stereotypisierung mit beispielhaft realisierten Adaptionsmitteln. Um die Brauchbarkeit der Adaptionmethode multipler Stereotypisierung und der gewählten Adaptionsmittel auf der Basis von Befragung zu messen, wurde hier der Schwerpunkt auf eine Akzeptanzevaluation und eine Lernerfolgskontrolle gelegt. Da das Ziel nicht die allgemeine Qualitätsbewertung der Lehrsoftware ist, wurde eine didaktische Evaluation nicht vorgenommen.

## 6.3 Methode

Der folgende Abschnitt stellt die Vorgehensweise zur empirischen Überprüfung der Annahmen dar. Zunächst werden die Kriterien geschildert, gefolgt vom Untersuchungsaufbau und dem Untersuchungsablauf.

### 6.3.1 Untersuchungskriterien

Bei der Evaluation wird untersucht, inwieweit die Patienten bzw. Nutzer die Adaptionen der Anwendung als lernwirksam und motivierend einschätzen und in wie weit durch die Methode ein erhöhter Lernerfolg gegenüber einer Anwendung ohne Adaption erzielt wird. Um die Einschätzung und den Lernerfolg der Nutzer messen zu können, bedarf es zielgerichteter Kriterien. Entsprechend existierender Kriterienkataloge oder Prüflisten zur Bewertung computergestützter Lernsoftware wurden Kriterien zur Informationsgewinnung im Kontext der Akzeptanzanalyse zusammengestellt. Außerdem wurden Dimensionen zur Effektivitätsevaluation formuliert. Nachfolgend werden die Begriffe Akzeptanz und Effektivität zunächst geklärt, danach die hier für angemessen befundenen Dimensionen aufgeführt und schließlich die Items zur Befragung abgeleitet.

#### 6.3.1.1 Zum Akzeptanzbegriff

Nach allgemeiner Definition meint „akzeptieren“ einen Wechsel oder einen Vorschlag annehmen aber auch einwilligen, etwas billigen oder hinnehmen (MEYERS ENZYKLOPÄDISCHES LEXIKON). Ursprünglich geht der Akzeptanzbegriff auf das lateinische „accipere“ zurück, also annehmen, empfangen (in der Regel) eines Vorschlags (vgl. LUCKE 1998, S. 17 f.). Der Begriff ist dem Sprachschatz der Finanzwelt entlehnt, wo er das Annehmen eines Schuldscheins durch die Unterschrift oder ein handschriftliches „Angenommen“ des *Akzeptanten* bezeichnet. Erst mit der Unterschrift erlangt der Schuldschein seine Gültigkeit als Bankakzept. Nach dem Wörterbuch der Soziologie erscheint Akzeptanz im Begriffsfeld der neuen Technologien und im Zusammenhang mit dem Zusatz der „Sozialverträglichkeit“. Wenn eine Innovation bei Ihrer Einführung positive Reaktionen der davon Betroffenen erreicht, kann nach ENDRUWEIT (1989) von Akzeptanz gesprochen werden. Später entfernte sich der Begriff aus dem rechtlichen Kontext und dem wirtschaftlichen und technologischen Umfeld und erhielt auch in anderen Bereichen Gültigkeit. Mit der stärker verbreiteten Anwendung wurde er allerdings auch unschärfer (vgl. LUCKE 1998, S. 17 f.), so dass es im wissenschaftlichen Kontext einer

hinreichend genauen Definition bedarf. Zu den zahlreichen Begriffskonnotationen gehören etwa Vertrauen, Glaubwürdigkeit, Autorität, Konformität, Legitimität, Toleranz und Konsens. Für den soziologischen Kontext unter entwickelt LUCKE die Definition:

„Die Chance, für bestimmte Meinungen, Maßnahmen, Vorschläge und Entscheidungen bei einer identifizierbaren Personengruppe ausdrückliche oder stillschweigende Zustimmung zu finden und unter annehmbaren Bedingungen aussichtsreich auf deren Einverständnis rechnen zu können.“ (1995, S. 104)

PLUTCHIK (1991, S. 115) beschreibt Akzeptanz als eine der grundlegenden menschlichen Emotionen.<sup>2</sup>

In der Werbepsychologie spricht man von Akzeptanz- und Irritationswirkung bestimmter Aktivierungsreize und bezieht sich damit auf den in den Wirtschaftswissenschaften geprägten Akzeptanzbegriff. Die Akzeptanzwirkung einer Präsentation oder Kampagne entscheidet über den Absatz des Produktes und wird daher in diesem Bereich als hochrangig betrachtet. Generell hat der Begriff der Akzeptanz unter anderem in den Wirtschaftswissenschaften eine hohe Bedeutung.

In Bezug auf computergestütztes Lernen sagen PETERSEN & WEISE (1999) über Akzeptanz:

„Unter Akzeptanz versteht man in diesem Kontext die Bereitschaft, (das Interesse) der Lernenden, mit einem computergestützten Lernprogramm zu arbeiten. Dies hängt u.a. von der didaktischen Qualität und vom programmtechnischen Standard des Programms ab. Ist z.B. der Umgang mit dem Programm einfach, werden Schwierigkeiten einfach erklärt, ist das Programm optisch ansprechend usw. Dieser programmtechnische Standard wird neben anderen Bereichen (wie Lernwert, Realitätsgehalt, Berufswert, Methode) in der Akzeptanzevaluation abgefragt.“ (GENMOD, Einführung)

Zur Evaluation der Akzeptanz computergestützter Lehrsysteme sagen PETERSEN & WEISE:

„Akzeptanzevaluation computergestützter Ausbildung ist der Oberbegriff für alle Maßnahmen, die die Bereitschaft von Lernenden überprüfen, mit Hilfe computergestützter Ausbildungsmittel zu lernen. So hängt beispielsweise die Akzeptanz von Computerlernprogrammen von der Schwierigkeit des Programms, vom Berufswert der Inhalte, von der „Aufmachung“ (Screendesign u.a.) des Programms, von der Bedienerfreundlichkeit u.s.f. ab.“ (ebd.)

---

<sup>2</sup> allerdings nicht unwidersprochen.

### 6.3.1.2 Akzeptanzdimensionen

Um die Akzeptanz für die Bewertung der Adaptionen zu messen, werden die folgenden Dimensionen zugrunde gelegt:

#### ***Verständlichkeit***

Die Inhalte werden in der adaptierbaren Programmversion medial so aufbereitet, dass die Lerner mit ihren unterschiedlichen Eigenschaften sie möglichst gut auffassen können.

Somit ist zu prüfen,

- ob die Lerner das Programm als verständlich empfinden,
- ob die Lerner das Programm ihren Erklärungsbedürfnissen entsprechend empfinden.

#### ***Sprache***

Ein wesentliches Merkmal der mediengestützten Kommunikation ist die Sprache. Die Modalform *Text*, ob geschrieben oder gesprochen, hat beim Definieren und Erklären von Begriffen und Zusammenhängen eine tragende Rolle, selbst wenn daneben Bild, Film und andere Formate verfügbar sind. Auf die unterschiedlichen Nutzertypen wird in der Adaption auch sprachlich eingegangen.

Somit ist zu prüfen

- ob Begriffe als angemessen erläutert wahrgenommen werden.

#### ***Informationswert***

Der Inhalt soll als motivierend und für den persönlichen Bezug angemessen aufgefasst werden. Weder eine zu hohe Dichte an unterfordernder Information ist sinnvoll, weil dies als Ballast empfunden werden kann, noch eine Information, die nicht verwertet werden kann, weil der persönliche Bezug oder ausreichendes Vorwissen fehlt.

Somit ist zu prüfen

- ob deutlich geworden ist, welche Funktionen die Bestandteile unseres Rückens haben (Knochen, Muskeln, Bänder).

#### ***Realitätsnähe***

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Anwendung umso mehr akzeptiert wird, je größer der Bezug zur Realität gegeben erscheint. Die Adaptionismittel umfassen daher für einen Teil der Nutzer Aufforderungen, eine Verknüpfung zur eigenen Situation zu suchen.

Somit ist zu prüfen,

- ob der Zusammenhang zwischen den erklärten Inhalten und der persönlichen Situation klar wurde.

### ***Aufmachung***

Die Gestaltung eines medialen Angebotes betrifft die Ästhetische Wahrnehmung und die Eignung zur Kommunikation der Lehrinhalte. DigiFit verfügt über unterschiedliche Darstellungsformen für bestimmte Inhalte, die auf die Lernertypen zugeschnitten wurden.

Somit ist zu prüfen,

- ob die Abbildungen und Darstellungen geeignet sind, um die Zusammenhänge im Körper jeweils individuell angemessen zu erläutern.

### ***Methode***

Das Programm gibt weniger motivierten Nutzern in regelmäßigen Abständen Hinweise auf den Nutzen der dargebotenen Inhalte mit dem Ziel, durch einen Sinnbezug die Motivation zu erhöhen.

Somit ist zu prüfen,

- ob die Methode geeignet ist, um demotivierte Nutzer zum Weiterarbeiten zu animieren.

### ***Aufbau***

Der Programmaufbau ist durch die Ansprüche an die Funktionalität geprägt. Weil zu Beginn des Adaptionprozesses Diagnosemaßnahmen notwendig sind, gestaltet sich die Struktur entsprechend: es werden viele Fragen gestellt, die Interaktion ist relativ monoton. Dieser Bestandteil ist entscheidend für die Adaption und könnte ein Ausschlusskriterium für den Adaptionprozess in seiner jetzigen Form sein.

Somit ist zu prüfen,

- ob der Aufbau mit dem Vortest zu Beginn gestört hat.

### ***Gesamteindruck***

Das Programm als Ganzes mit seinen Inhalten und Adaptionismitteln sollte einen stimmigen Eindruck hinterlassen. Denn selbst wenn die übrigen hier aufgezählten Bewertungskriterien positiv auffallen, können immer noch andere Faktoren das Gesamtbild beeinflussen.

Somit ist zu prüfen,

- ob die Lerner das Programm als motivierend empfanden
- ob die Lerner wieder mit einem entsprechenden Programm arbeiten würden

#### 6.3.1.3 Zum Effektivitätsbegriff

Zu messen, wie effektiv eine Anwendung ist, heißt, ihre Wirksamkeit zu beurteilen. Gemeint ist hierbei die Wirksamkeit in Bezug auf den Lernerfolg. Bei PETERSEN & WEISE (1999) heißt es hierzu:

„Unter Effektivität versteht man in diesem Fall die tatsächliche Lernwirksamkeit (den Lernerfolg) der computergestützten Lernprogramme in ihren Lernumgebungen. So können Computerprogramme zwar auf eine hohe Akzeptanz bei den Lernenden stoßen, aber nur einen geringen Anteil der gewünschten Ziele erreichen (z.B. geringe Sprachkenntnisse bei einem Sprachprogramm). Es gibt verschiedene Bereiche, in denen Lernerfolg gemessen werden kann.“

Bei der Bewertung von Lehrmethoden unterscheidet man u.a. die kognitive, die emotionale und die sensumotorische Effektivitätsevaluation, jeweils in Bezug zu den entsprechenden Lernzielen. In der realen Lernsituation lassen sich diese drei Ebenen nicht tatsächlich trennen, im Sinne einer verständlicheren Systematik werden sie hier jedoch separat aufgeführt.

Mit kognitiver Effektivität instruktiver Maßnahmen sind Behaltens- und Reproduktionsleistungen, Verstehensleistungen und Anwendungs- und Beurteilungsleistungen der Lernenden gemeint (vgl. ebd.).

Die Effektivitätsevaluation im Bereich der sensumotorischen Lehrziele von computergestützter Ausbildung bezeichnet alle Maßnahmen, die die Lehrwirksamkeit computer-

gestützter Ausbildung im Sinne von Bewegungsabläufen, Bewegungsverbesserungen und Koordinationsleistungen der Lernenden überprüfen (vgl. ebd.).

Mit affektiver Effektivitätsevaluation computergestützter Ausbildung sind all diejenigen Maßnahmen gemeint, die die Lernwirksamkeit dieser Lehrmethode im Sinne von Gefühlsänderungen, Gefühlsentwicklungen und Einstellungsveränderungen der Lernenden überprüfen (vgl. ebd.).

#### 6.3.1.4 Lernerfolgsdimensionen

##### ***Aufbau und Funktion der Wirbelsäule***

In den Kapitelabschnitten über den allgemeinen Aufbau und über die Knochen der Wirbelsäule sollen die Adaptionenmittel unterstützend dazu beitragen, die Konstruktion der Bestandteile und insbesondere deren Funktionsprinzip zu erklären

Im Rahmen der kognitiven Effektivitätsevaluation ist somit zu prüfen, in wieweit die Lerner verstehen,

- wie die Wirbelsäule aufgebaut ist,
- wie die Wirbelsäule funktioniert,
- was die Beweglichkeit der Wirbelsäule ausmacht.

##### ***Aufbau und Funktion von Nerven und Bändern***

Die Adaptionenmittel werden eingesetzt, um auf die wesentlichen Inhalte Bänder und Nerven aufmerksam zu machen und sie verständlich und einprägsam darzustellen.

Im Rahmen der kognitiven Effektivitätsevaluation ist somit zu prüfen, in wieweit die Lerner wissen,

- wie die Nerven im Rücken verlaufen,
- in wieweit die Lerner begreifen, wodurch sich Beschwerden in der Wirbelsäule äußern.

##### ***Muskelarten und Training***

Adaptionenmittel werden eingesetzt, um die Darstellung der Muskelarten zu unterstützen.

Im Rahmen der kognitiven Effektivitätsevaluation ist somit zu prüfen,

- in wieweit die Lerner verstehen, welche Bedeutung die Muskeln haben,

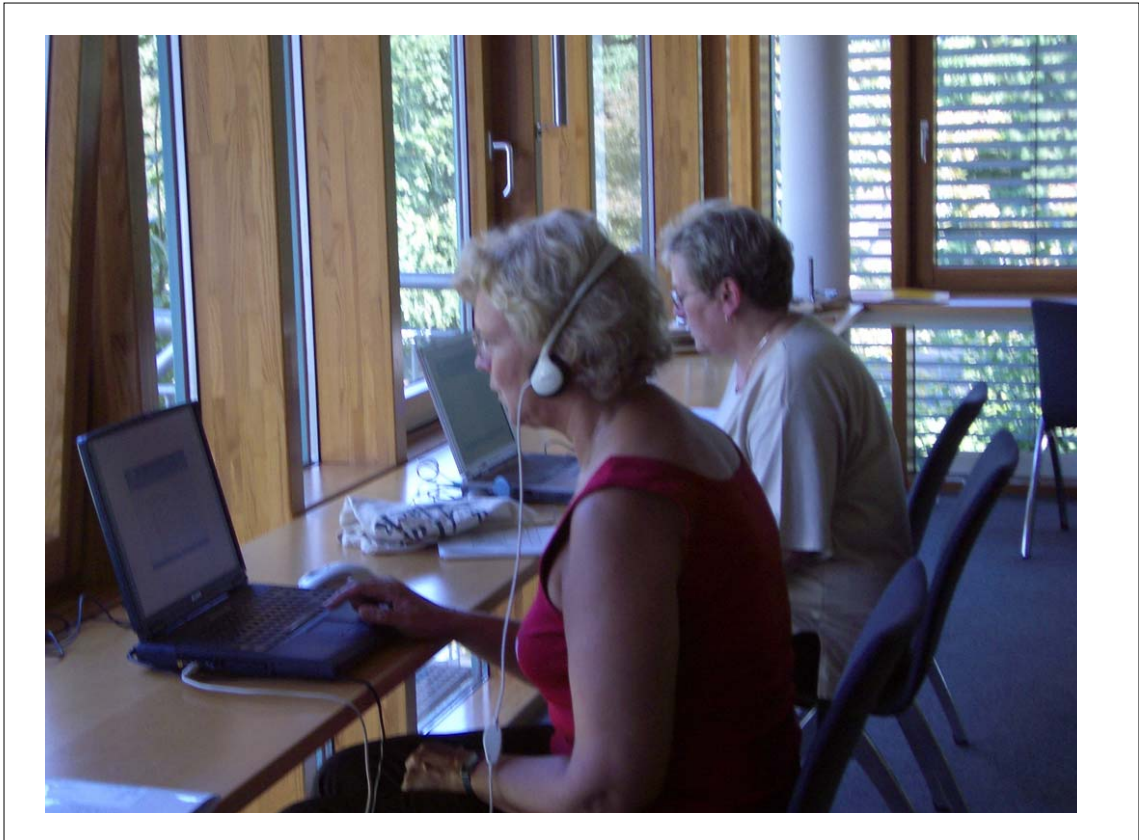


- in wieweit die Lerner verstehen, was beim Training zu beachten ist.

Diese hier beschriebenen Lernziele werden in der Lernerfolgskontrolle überprüft. Sie sollen durch die adaptiven Maßnahmen leichter erreicht werden als ohne diese Maßnahmen.

### 6.3.2 Der Untersuchungsaufbau

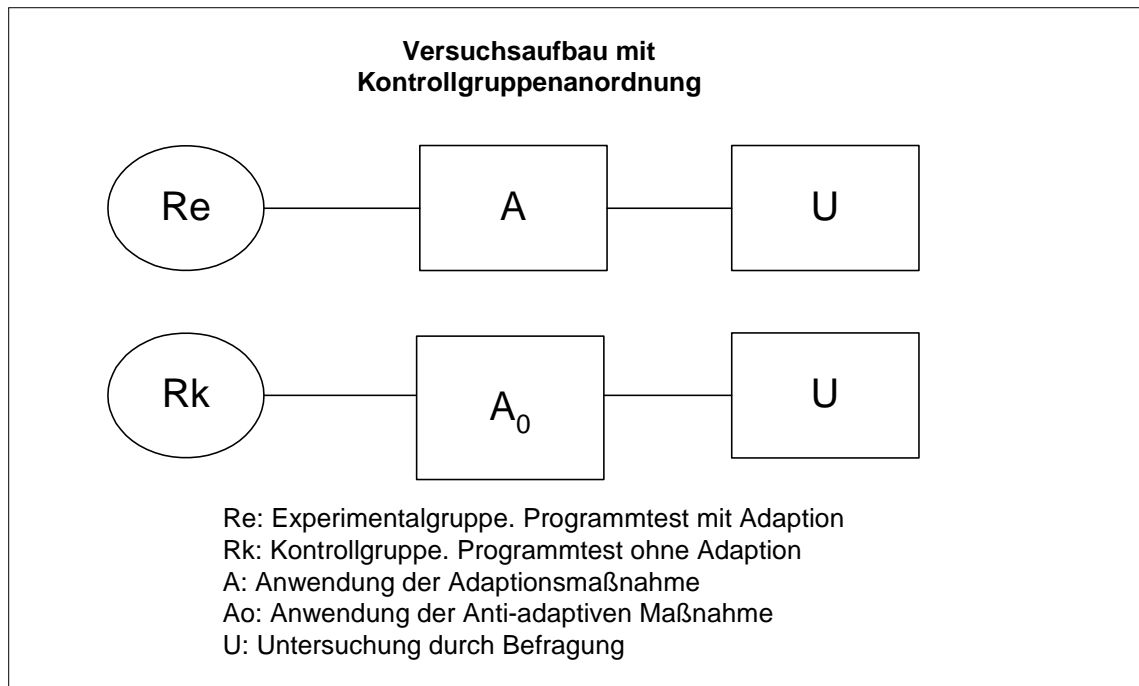
Eine Teststation wird im Schulungsraum der Klinik (siehe Abbildung unten) installiert. Die Patientengruppen werden vom Organisationsbüro der Klinik willkürlich ausgewählt und erhalten einen Eintrag in ihren Therapieplan, der den Termin für die Schulungsmaßnahme fest vorsieht. Sie kommen in Zweiergruppen in den Schulungsraum, wo sie eine Einweisung und Information über die Ziele des Programms erhalten und über den Zweck der Testfragen aufgeklärt werden. Allerdings erfahren sie nur, dass der Test der Programmverbesserung dient, explizite Hinweise auf die Adaptionenmaßnahmen werden nicht gegeben, da dies zu einer verzerrten Wahrnehmung führen könnte. Bei der Programmbearbeitung sind die Nutzer weitestgehend sich selbst überlassen. Eine Aufsicht für eventuelle Fragen zur Programmbedienung befindet sich im Raum. Auf einem Rechner ist die Experimentalversion installiert, auf dem anderen die nicht-adaptive Kontrollversion. Nach einem gewissen Zeitabstand werden die Versionen auf den Rechnern getauscht, so dass nicht die Präferenz für einen bestimmten Arbeitsplatz die Gruppenverteilung beeinflusst.



**Abbildung 29: Arbeitsstation mit zwei Rechnern im Schulungsraum der Klinik**

#### 6.3.2.1 Gruppenanordnung und Versuchsablauf

Es wird eine Experimentalgruppe mit einem Umfang von 29 Patienten und eine Kontrollgruppe mit von 10 Patienten getestet. Die Einteilung in die Gruppen erfolgt per Zufall.



**Abbildung 30: Versuchsaufbau mit Kontrollgruppenanordnung. Akzeptanzevaluation**

Die Lerner müssen sich mit individuellem Schlüssel einloggen und das Programm vollständig durcharbeiten. Anschließend erhalten sie die zwei Fragebögen (zur Akzeptanzevaluation und zur Lernerfolgskontrolle), die sie direkt vor Ort ausfüllen müssen. Die Bearbeitungszeit pro Sitzung beträgt im Durchschnitt 15 Minuten, samt Fragebogen 25 Minuten.

Wie die Abbildung (30) zeigt, nehmen die Gruppen jeweils zeitgleich an dem Versuch teil und füllen anschließend die Fragebögen zur Akzeptanz und zur Lernerfolgskontrolle aus. Am Ende steht ihnen die Ansprechperson für mündliche Kommentare (debriefing) zur Verfügung. Damit sollen spontane Ideen und Kommentare erfasst werden, die eventuell Aufschluss über Störfaktoren geben können.

Eine Voruntersuchung wird nicht durchgeführt, denn in einem Vortest Akzeptanz generell zu messen und anschließend die Akzeptanz einer Maßnahme, ist schwierig. Aus diesem Grund entfällt die Problematik der Verzerrung durch zwischenzeitliches Geschehen. Es ist lediglich möglich, einen Vergleich mit einer Kontrollgruppe durchzuführen, so dass die Akzeptanz des Programms mit Adaption mit jener ohne Adaption verglichen werden kann. Dennoch spielt bei diesem Aufbau die Zeit eine Rolle, da die

Probanden einzeln an die Lernstation gehen und somit Lerner zu unterschiedlichen Zeitpunkten durch unterschiedliche Geschehnisse im Umfeld beeinflusst sein können. So ist beispielsweise Sorge zu tragen, dass Probanden, die den Versuch beendet haben, nicht Versuchspersonen informieren oder anderweitig beeinflussen, denen das Experiment noch bevorsteht.

Einen weiteren Verzerreffekt können zusätzliche Lehrmaßnahmen im Klinikbetrieb haben. Sollte ein Teil der Nutzer daran teilnehmen, kann das großen Einfluss auf deren inhaltliches Verständnis haben und möglicherweise auch zu Überdross führen.

Die Einflüsse biologisch-psychologischer Veränderungen im Untersuchungsobjekt während der Untersuchung müssen theoretisch beide Gruppen gleich stark betreffen. Allerdings ist hier eine Filtermaßnahme ratsam.

Um zu verhindern, dass das Wissen um die Befragung die Programmbearbeitung und – Wahrnehmung beeinflusst, macht es Sinn, den Kern der Untersuchung, die Adaptionsmaßnahme, nicht im Vorwege zu betonen. Da es vor der Anwendung der Lerneinheit keine Befragung der Nutzer gibt, wird zumindest an dieser Stelle ein Einfluss auf das Experiment im Sinne eines Messeffektes genommen.

Aufgrund der Versuchsanordnung lässt sich nicht ausschließen, dass Messeffekte auftreten, dass situative (Wetter, TV-Programm, Arbeitsklima im Umfeld der Testperson) oder personale Faktoren (Konzentrationsfähigkeit, Gesundheitszustand, Interesse) das Ergebnis beeinflussen.

Um dem Problem der äußeren Gültigkeit zu begegnen, ist ein Aufbau im Sinne des SOLOMON-Viergruppenplans eine Möglichkeit. Danach gibt es zwei Gruppierungen: Eine Gruppierung besteht aus einer Experimental- und einer Kontrollgruppe, die das Schema: *Vortest – Versuch – Nachtest* durchlaufen. Die zweite Gruppierung besteht ebenfalls aus einer Experimental- und einer Kontrollgruppe, die das Schema *Versuch – Nachtest* durchlaufen. Mit Hilfe dieser Methode ist ein Ausfiltern der Effekte möglich, die durch den Vortest auftreten können.

Sie kann in diesem Fall nicht übernommen werden, weil bezogen auf die Akzeptanz kein Vortest vorgesehen ist. Eine Differenzierung zwischen Gruppen mit und ohne Vortest ist somit nicht möglich.

### 6.3.2.2 Struktur der nicht-adaptiven Kontrollversion

Während die Experimentalversion durch zusätzliche Module adaptiv wird, liegt die Idee nahe, bei der Kontrollversion auf diese Module zu verzichten. Die Verfasserin entschied sich jedoch für eine andere Form, um einen deutlicheren Effekt erzielen zu können. Für die Kontrollversion wurde der Adaptionsprozess so eingestellt, dass die betreffenden Lerner jeweils das Gegenteil der normalen Adaption präsentiert bekommen. Das heißt, Lerner vom Typ A, die über viel Motivation und viel Vorwissen verfügen, erhalten zusätzliche Motivation und zusätzliche Information im Einstiegsniveau. Lerner vom Typ B, die über wenig Motivation und wenig Vorwissen verfügen, erhalten keine zusätzliche Information und keine motivierenden Maßnahmen. Damit sollte deutlich weniger Akzeptanz als bei der adaptiven Version zu erwarten sein.

### 6.3.3 Validität

Damit eine Experimentieranordnung den anvisierten Erkenntnisfortschritt hervorbringen kann, ist ein systematischer Aufbau unerlässlich. Weiterhin ist von großer Bedeutung die Unterscheidung zwischen den tatsächlichen, konstanten Eigenschaften der Beobachtungsgegenstände und deren scheinbaren Eigenschaften, die durch äußere Umständen hervorgerufen sein können. ERDMANN & PETERSEN (1979) beziehen sich auf E. SCHWARZ (1970), indem sie eine Reihe von Faktoren aufzählen, die die „innere und äußere Gültigkeit“ von Experimentieranordnungen gefährden.

Gemeint sind mit der „inneren Gültigkeit“ die Fragen, die die tatsächliche Erfassbarkeit der Untersuchungs- bzw. Experimentiervariablen zum Gegenstand haben. Damit soll ausgeschlossen werden, dass die experimentelle Anordnung die Einwirkung anderer Faktoren zulässt und damit einen Verzerreffekt erzeugt. Um innere Gültigkeit zu erlangen, geht man der Frage nach, ob die experimentellen Einwirkungen tatsächlich einen Unterschied in dieser besonderen experimentellen Situation verursachen.

Um eine Übertragbarkeit der Ergebnisse aus der Untersuchungsanordnung auf weitere Situationen im entsprechenden Kontext zu gewährleisten, müssen Kriterien zur äußeren Gültigkeit erfüllt sein. ERDMANN & PETERSEN (1979) zitieren SCHWARZ (1970):

„Äußere Gültigkeit wirft die Frage der Generalisierbarkeit auf: Für welche Populationen, Gegebenheiten, Behandlungs- und Messvariablen kann dieser Effekt generalisiert werden?“ (ERDMANN & PETERSEN 1979, S. 58, zit. nach SCHWARZ 1970, S. 459)

Folgende Faktoren tragen besonders maßgeblich zur inneren Gültigkeit von Untersuchungsanordnungen bei:

- Zwischenzeitliches Geschehen,
- Biologisch-psychologische Veränderungen im Untersuchungsobjekt,
- Messeffekte,
- Probandenausfall.

Diesen Faktoren müssen im Experiment Rechnung getragen werden. Vor dem Test darf außer der Maßnahme kein weiterer Faktor außer den geplanten einen Einfluss auf die Probanden nehmen. Ferner können Veränderungen der biologisch-psychologischen Disposition der Probanden das Ergebnis beeinflussen.

Die Messung selbst vermag neben dem Experiment starken Einfluss zu nehmen. Die Probanden verhalten sich unter bemerkter Beobachtung selten genauso wie wenn sie unbeobachtet sind. Zuletzt darf nicht außer Acht gelassen werden, dass nur dann gültige Ergebnisse zu erlangen sind, wenn alle Probanden am Experiment beteiligt bleiben. Scheiden durch einen bestimmten Einflussfaktor Probanden systematisch aus, ist die verbleibende Untersuchungsgruppe nicht mehr repräsentativ.

#### 6.3.3.1 Zur äußeren Gültigkeit:

Durch die zufällige Auswahl der Probanden sind keine Häufungen bestimmter Personenmerkmale gegeben. Deshalb darf davon ausgegangen werden, dass die beobachteten Effekte für vergleichbare Patientengruppen gelten.

Bei der *Arbeitsform* liegt hingegen eine Besonderheit vor: Die Probanden hatten ein vorgegebenes Ziel und waren unter Aufsicht. Diese Bedingungen herrschen nicht unbedingt in einer natürlichen Selbstlern-Situation. Eine Aufsichtsperson hindert mit großer Wahrscheinlichkeit daran, bei Desinteresse abzubrechen. Dieser Umstand wurde aber

von der Verfasserin in Kauf genommen, zumal es bezüglich der Datengewinnung Vorteile bringt, wenn eine Ansprechperson anwesend ist. Nur so können spontane Fragen aufgenommen werden und diese sind wiederum eine wichtige zusätzliche Informationsquelle. Hinzu kommt, dass die realen Arbeitsbedingungen für den Klinikalltag nicht unbedingt festgelegt sind.

Die *Gegenadaption* ist vermutlich das markanteste Element am Aufbau, das eine Einschränkung der äußeren Gültigkeit darstellen kann. Denn der Vergleich der Adaptionenmaßnahme mit einer umgekehrten Adaptionenmaßnahme ist nicht dasselbe wie ein Vergleich mit einer Programmversion ohne Adaption. Dennoch kann die Untersuchung einen Aufschluss darüber liefern, ob die Adaptionenmethode einen Vorteil bringt. Das Ergebnis der Untersuchung bietet dann einen Anhaltspunkt, ob ein Vergleich mit einer neutralen Version sichtbare Ergebnisse liefern kann.

#### 6.3.3.2 Zur inneren Gültigkeit

Der Effekt des *zwischenzeitlichen Geschehens* kann bei der Untersuchung ausgeschlossen werden, da der Test unmittelbar nach der Anwendung durchgeführt wird.

Einen Vortest gibt es nicht, stattdessen einen Vergleich mit einer Kontrollgruppe. Insofern braucht von keinem Einfluss im Sinne eines *Messeffektes* ausgegangen zu werden.

Das Problem der *Veränderungen im Untersuchungsobjekt* ist nicht auf zeitlicher Ebene zu vermuten, jedoch im Querschnitt, nämlich als Unterschiede in der Population. Die Teilnehmer haben unterschiedliche Tagespläne und befinden sich nicht alle zur selben Zeit im selben Gesundheits- und Behandlungsstadium. Anzunehmen ist, dass diese Unterschiede einen Einfluss auf die Messung haben. Wiederum wurde dieser Umstand von der Verfasserin in Kauf genommen, weil es kaum möglich ist, auf anderem Wege in einem begrenzten Zeitraum eine Gruppe von Patienten für die Evaluation zu gewinnen. Zudem hätte das Sortieren nach ähnlichen Bedingungen den Nachteil, dass sich die Studie sehr lange hinziehen und sich damit unerwartete zeitbedingte Faktoren einschleichen könnten. Ob die Problematik des *Probandenausfalls* auftritt, muss der Versuch zeigen.

#### 6.3.4. Zusatzevaluation

Eine Zusatzevaluation (Erstellungszeitpunkt ist die Implementationsphase) wird mit einer kleinen Stichprobe an Teilnehmern durchgeführt und soll unter anderem ein Adaptionmittel separat testen. Der Fragebogen soll außerdem Hinweise über Wünsche der Nutzer für eine verbesserte Programmversion erfassen.



## 6.4 Ergebnisse

Die Ergebnisse werden mit deskriptiven Verfahren aufbereitet. Zunächst werden zu den einzelnen Items die Häufigkeitsverteilungen und gegebenenfalls Mittelwerte (arithmetisches Mittel) und Korrelationskoeffizienten (Spearman) wiedergegeben und interpretiert. Schließende statistische Verfahren, wie z.B. der Chi-Quadrat Test werden, wenn es sinnvoll ist, angegeben. Auf die unterschiedlichen Lernertypen und ihre Antworten wird eingegangen. Diesem Teil schließt sich eine Berechnung eines Gesamtindikators für Akzeptanz und Lernerfolg an, mit dessen Hilfe die Experimentalgruppe und die Kontrollgruppe direkt verglichen werden können. Ergänzend werden zum Schluss Zusammenhänge zwischen einzelnen Merkmalen dargestellt.

### 6.4.1 Akzeptanzevaluation

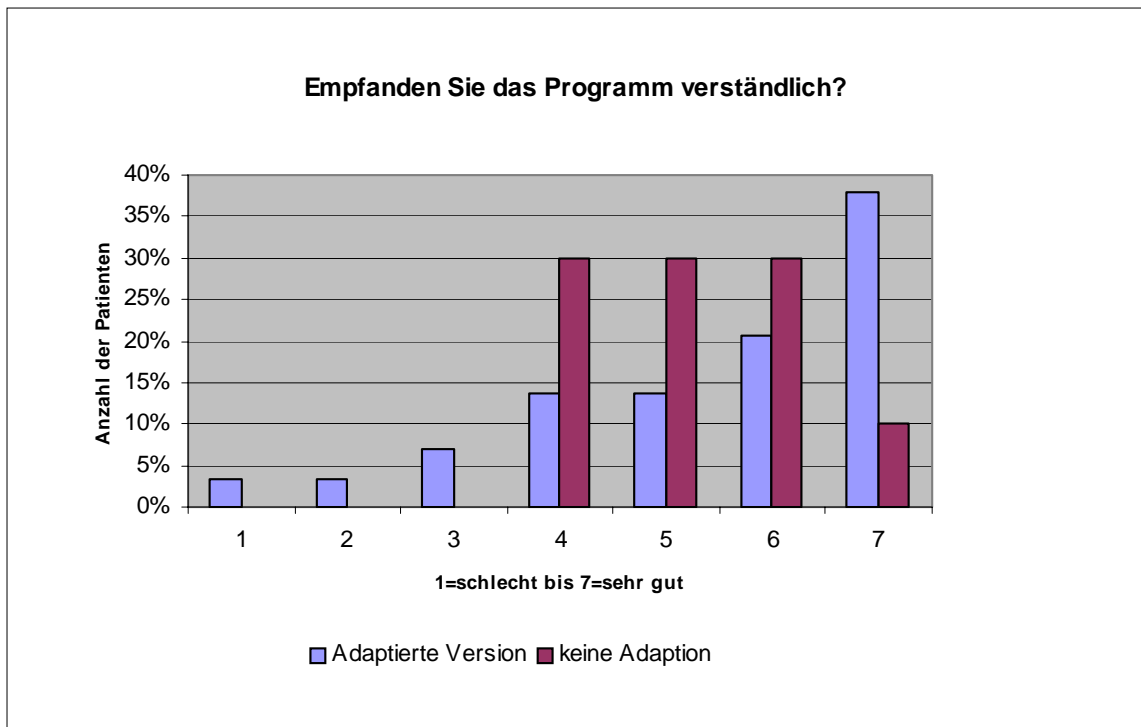
Die Darstellung der Evaluationsdaten erfolgt in Tabellen und Diagrammen. In den Tabellen sind die absoluten Häufigkeiten  $h(x_j)$  der Experimentalgruppe (EG), und der Kontrollgruppe (KG) sowie die jeweilige Mittelwerte aufgeführt.

#### 6.4.1.1 Verständlichkeit

Auf die Frage, ob sie das Programm verständlich empfanden, gaben die Probanden auf einer siebenstufigen Rangskala zwischen 1 (= schlecht) bis 7 (=gut) ihre Antworten ab.

Punktzahl $x_j$ (7 = gut)	1	2	3	4	5	6	7	Mittelwert $\bar{x}$
$h(x_j)$ EG	1	1	2	4	4	6	11	5,45
$h(x_j)$ KG	0	0	0	3	3	3	1	5,2

**Tabelle 8: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach Verständlichkeit**



**Abbildung 31: Einschätzung zur Verständlichkeit des Programms**

Die Abbildung zeigt die Verteilung der relativen Häufigkeiten. Klar ist zu erkennen, dass bei der Experimentalgruppe mehrheitlich eine hohe Verständlichkeit bekundet wird, wobei auch eine größere Streuung (Standardabweichung  $S_{EG} = 1,7$ ,  $S_{KG} = 1,0$ ) vorliegt. Demgegenüber konzentrieren sich die Aussagen bei der Kontrollgruppe eher im Bereich des Mittelwertes.

- Dieses Ergebnis ist möglicherweise dadurch zu erklären, dass die Teilnehmer der Experimentalgruppe, sofern sie geringes Vorwissen hatten, von den Zusatzerklärungen profitierten und dass Ihnen, sofern sie gutes Vorwissen hatten, das Programm ohnehin leicht verständlich erscheint. Es kann aber auch andere Gründe für das Ergebnis geben wie beispielsweise eine vorangegangene Schulung zum Thema, die von überdurchschnittlich vielen Teilnehmern der Experimentalgruppe besucht wurde.

Auf die Frage, ob Sie das Programm ihren Erklärungsbedürfnissen entsprechend empfanden, äußerte sich der überwiegende Teil der Experimentalgruppe positiv. Der Mittelwert liegt bei 5,45, also deutlich im positiven Bereich. Die Kontrollgruppe unter-

scheidet sich hiervon, indem zwar der Durchschnitt mit 5,1 recht ähnlich ist. Das Ergebnis deckt sich mit dem der ersten Frage zur Verständlichkeit.

Punktzahl $x_j$ (7 = gut)	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$
$h(x_j) EG$	1	0	1	1	12	8	6	5,45
$h(x_j) KG$	0	0	0	3	4	2	1	5,1

Tabelle 9: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach Erklärungsbedarf

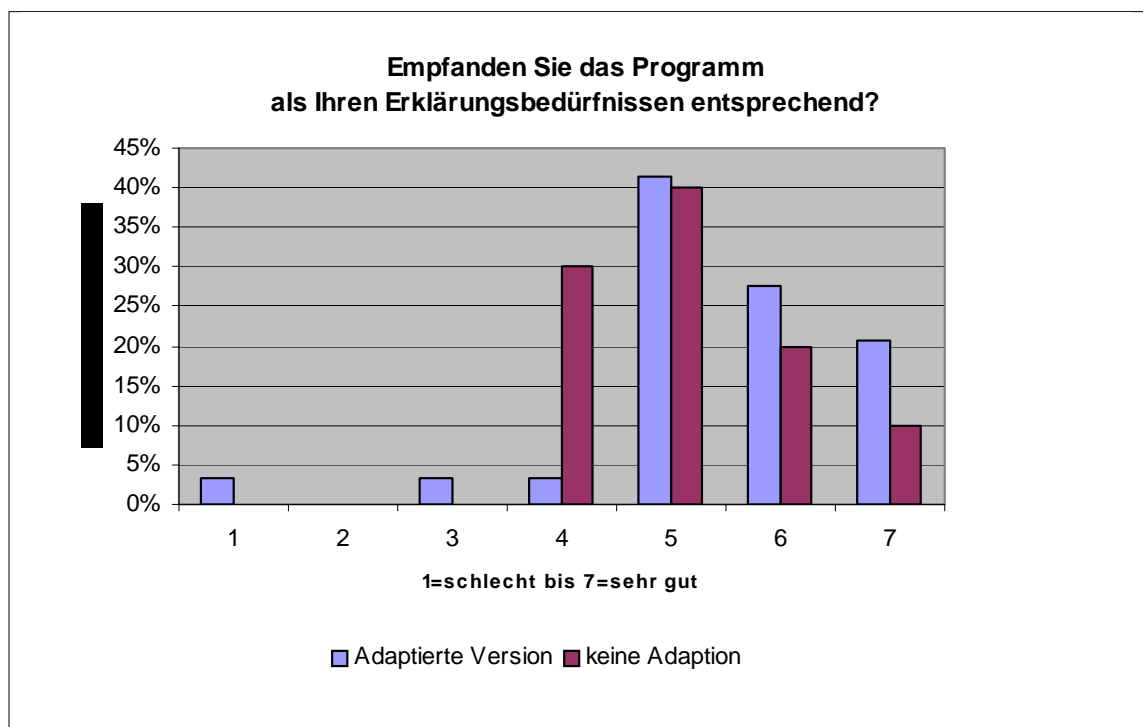


Abbildung 32: Einschätzung zum Erklärungsbedarf

- Da sich das Ergebnis mit dem der vorangegangenen Frage zur Verständlichkeit in etwa deckt, können auch hier Gründe in der erfolgreichen Methode des angepassten Erklärens gesehen werden. Ebenso kann ein besonders ausgeprägtes Vorwissen auch hier der Fall sein.

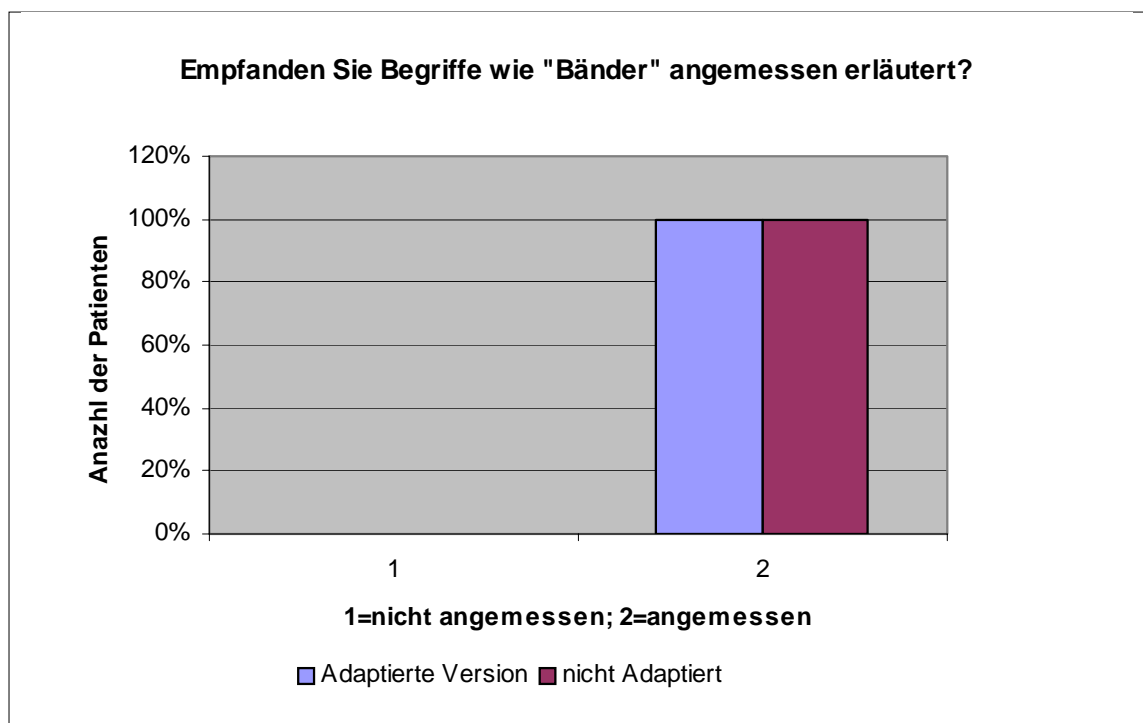
## 6.4.1.2 Sprache

Bezüglich der Sprache äußern sich die Benutzer einheitlich positiv. Auf die Frage, ob sie Begriffe wie „Bänder“ für angemessen erklärt halten, sagten alle „ja“.

<i>Punktzahl <math>x_j</math></i>	Zu speziell (1)	Angemes- sen (2)	Zu einfach (1)	Kann mich nicht erin- nern (1)
$h(x_j) EG$	0	29	0	0
$h(x_j) KG$	0	10	0	0

**Tabelle 10:** Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach Verständlichkeit der Sprache

Da die Antworten in ihrer Wertigkeit nicht alle in unterschiedliche Ränge eingereiht werden können, wurde die Einteilung in die Kategorien „2“ für *angemessen* und „1“ für *nicht angemessen* verwendet. Da unterschiedliche Merkmalsausprägungen dennoch einen qualitativen Wert haben, wurden sie in der Befragung angeboten.



**Abbildung 33:** Einschätzung zur Verständlichkeit der Sprache

- Da es überhaupt keine Abweichungen von dieser einzigen Antwort gibt, lässt sich vermuten, dass die semantischen Unterschiede zwischen den Auswahlantworten als sehr hoch angenommen wurden. Es darf daher davon ausgegangen werden, dass die Nutzer zwar die angegebene Meinung vertreten und die Erklärungen für angemessen hielten, aber es darf auch vermutet werden, dass es innerhalb dieser Einstellung weitere Differenzierungen gibt, die bei der hier gewählten Antwortauswahl nicht erfasst werden konnte. Die angebotenen Alternativen erschienen möglicherweise sozial unerwünscht oder unhöflich.

#### 6.4.1.3 Informationswert

Bei der Frage nach dem Informationswert verhielt es sich ebenso.

<i>Punktzahl <math>x_j</math></i>	Die Erklärungen waren ...			
	Zu speziell (1)	Angemes- sen (2)	Zu einfach (1)	Kann mich nicht erin- nern (1)
<i><math>h(x_j)</math> EG</i>	0	29	0	0
<i><math>h(x_j)</math> KG</i>	0	10	0	0

**Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach dem Informationswert**

- Es darf angenommen werden, dass die Nutzer die Erklärungen zur Funktionalität der Bestandteile des Rückens als angemessen empfanden. Die Tatsache, dass hier keine Streuung vorliegt, könnte darin begründet liegen, dass das Programm DigiFit insgesamt sehr stark auf die Funktionalität eingeht und dass dadurch der zusätzliche Effekt durch die adaptiven Module nicht stark genug ist.

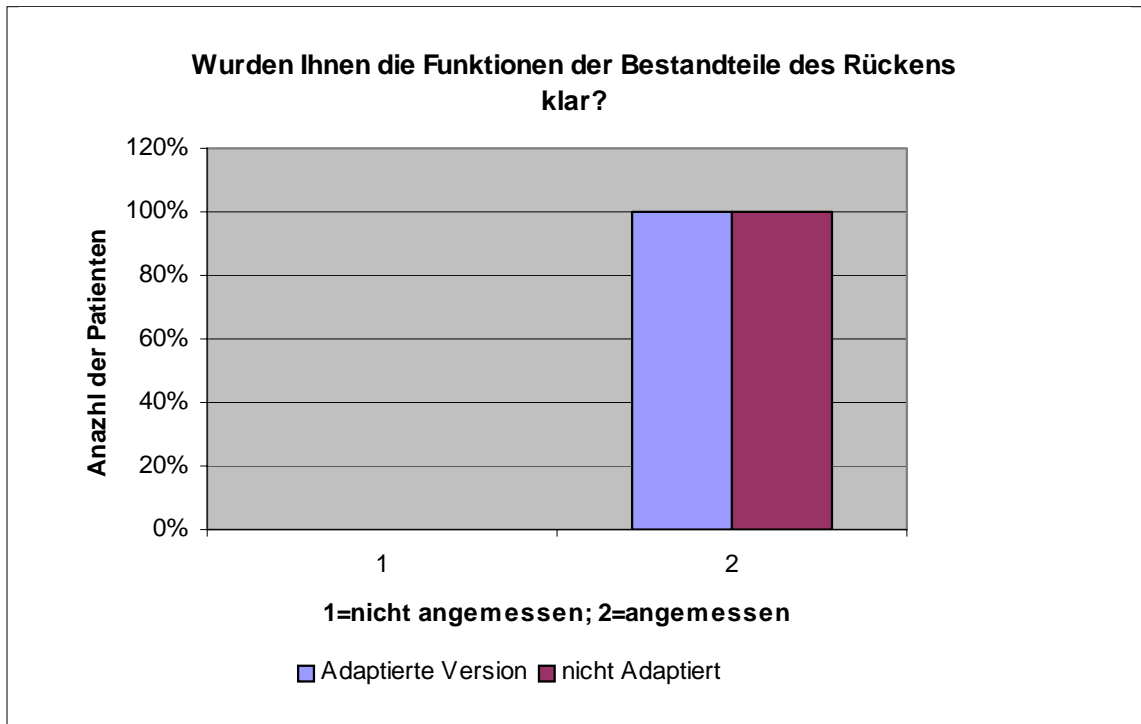


Abbildung 34: Einschätzung des Informationswertes

#### 6.4.1.4 Realitätsnähe

Auf die Frage, ob den Patienten der Zusammenhang zwischen den erklärten Inhalten und ihrer persönlichen Situation klar wurde, äußerte sich bei beiden Gruppen die überwiegende Mehrheit sehr positiv.

Punktzahl $x_j$	Gar nicht (1)	weniger (2)	Weiß nicht (3)	Gut (4)	Sehr gut (5)	Mittelwert $\bar{x}$
$h(x_j)_{EG}$	0	6	1	18	3	3,64
$h(x_j)_{KG}$	0	3	0	5	2	3,6

Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach der Realitätsnähe

Beim Vergleich der Mittelwerte fällt auf, dass kein Unterschied zwischen Kontrollgruppe und der Experimentalgruppe erkennbar ist.

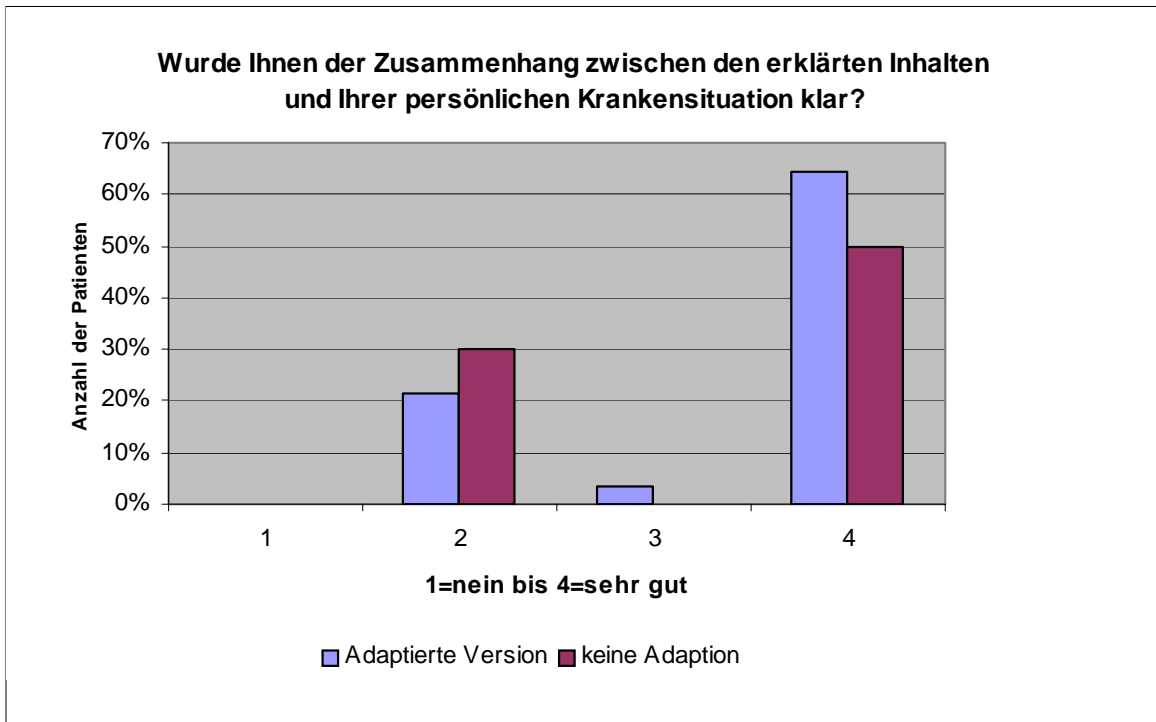


Abbildung 35: Einschätzung der Realitätsnähe

- Die positive Einschätzung der Lerner unterstreicht die Realitätsnähe des Programms.

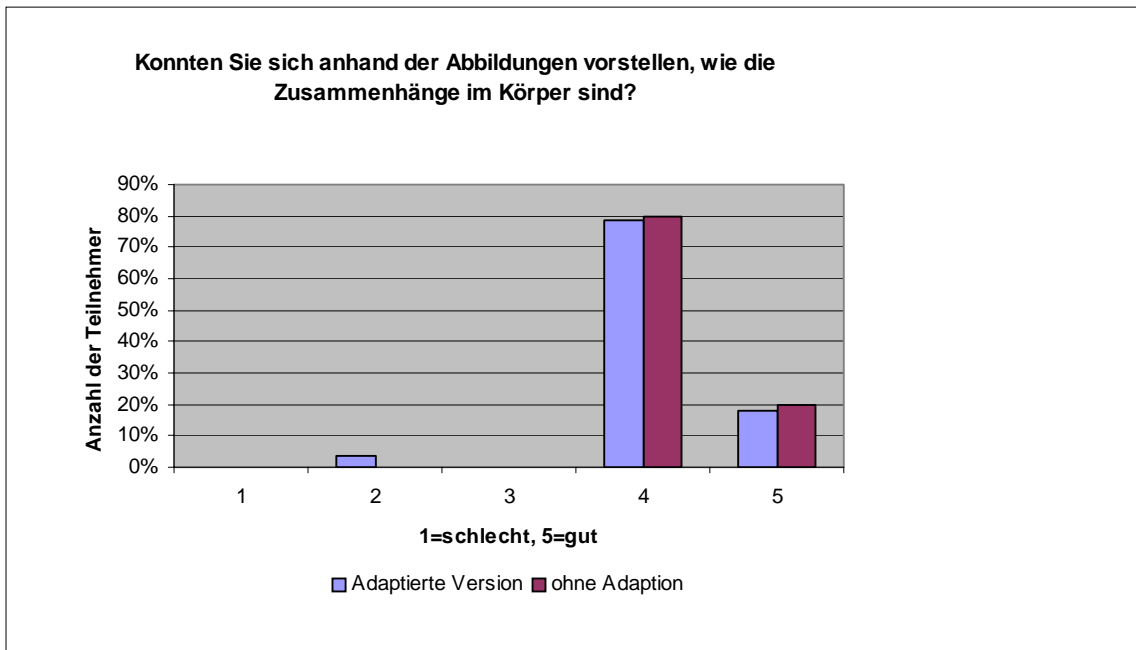
#### 6.4.1.5 Aufmachung

Um die Akzeptanz der Aufmachung, vor allem im graphischen Bereich zu testen, wurden die Teilnehmer gefragt, ob sie sich anhand der Abbildungen eine gute Vorstellung von den Zusammenhängen im Körper machen könnten.

Punktzahl $x_j$	Gar nicht 1	Weniger 2	Weiß nicht 3	Gut 4	Sehr gut 5	Mittelwert $\bar{x}$
$h(x_j) EG$	0	1	0	22	5	4,1
$h(x_j) KG$	0	0	0	8	2	4,2

Tabelle 13: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach der Aufmachung

Das Ergebnis unterscheidet sich bei beiden Gruppen kaum. Mehrheitlich entschieden die Teilnehmer, dass sie eine *gute* Vorstellung durch die Abbildungen bekommen haben.



**Abbildung 36: Einschätzung der Aufmachung**

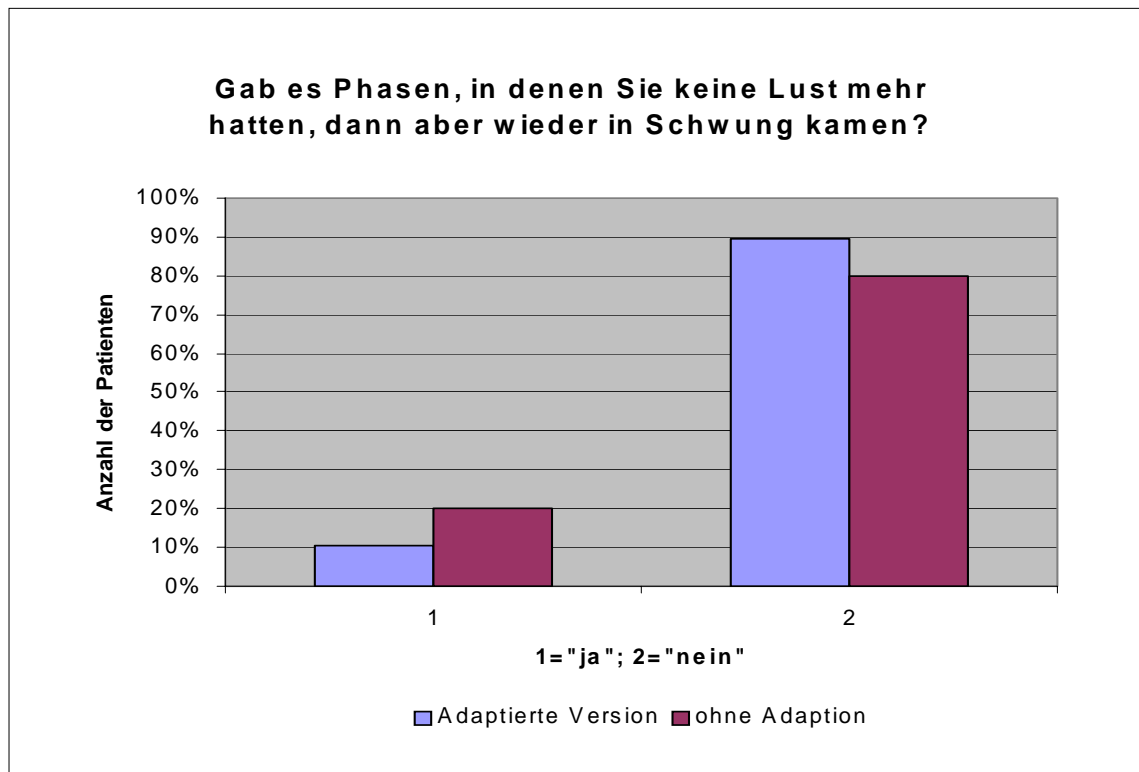
- Die nahezu gleich ausgeprägten Balken zeigen das Ergebnis noch einmal sehr deutlich. Eine Erklärung können die insgesamt deutlichen Graphiken und das akzeptierte Erscheinungsbild sein. Daher fallen die zusätzlichen Darstellungen in der adaptierten Version nicht ins Gewicht.

#### 6.4.1.6 Methode

Zum Testen der Methode wurden die Teilnehmer befragt, ob es Phasen gab, in denen sie keine Lust mehr hatten, dann aber wieder in Schwung kamen.

Punktzahl $x_j$	ja (1)	Nein (2)
$h(x_j)$ EG	3	26
$h(x_j)$ KG	2	8



**Tabelle 14: Häufigkeitsverteilung zur Frage nach der Methode****Abbildung 37: Einschätzung der Methode**

- Ob sie in bestimmten Phasen des Programms keine Lust mehr hatten, dann aber wieder in Schwung kamen, verneinte der größere Teil der VPn in beiden Gruppen. Bei der Experimentalgruppe ist der Anteil mit der Antwort *nein* höher als in der Kontrollgruppe. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass die Adaptionen im Programm generell eine höhere Motivation erzeugten, so dass die Stimmung bei den Nutzern kaum zurückging. Bei der Beantwortung der Fragen zeigten die Patienten teilweise einen unsicheren Gesichtsausdruck. Auf Nachfrage bekundeten sie Schwierigkeiten, einzelne Momente der Programmnutzung genau zu rekapitulieren. Möglicherweise können sie Prozesse schwankender Stimmung (z.B. infolge motivierender Maßnahmen durch das Programm) generell nicht erinnern. Auf diese Weise lässt sich auch erklären, dass viele sich für die Antwort *nein* entschieden.

## 6.4.1.7 Aufbau

Ein besonderes Merkmal am Programmaufbau ist der Befragungsteil zu Beginn. Bezüglich der Frage, ob sie sich dadurch gestört fühlen, gaben die Nutzer größtenteils an, dass dies nicht der Fall sei.

Punktzahl $x_j$ (1 = gut)	1	2	3	4	5	6	7	Mittelwert $\bar{x}$
$h(x_j) EG$	20	4	2	3	0	0	0	1,59
$h(x_j) KG$	8	1	0	1	0	0	0	1,4

Tabelle 15: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach dem Aufbau

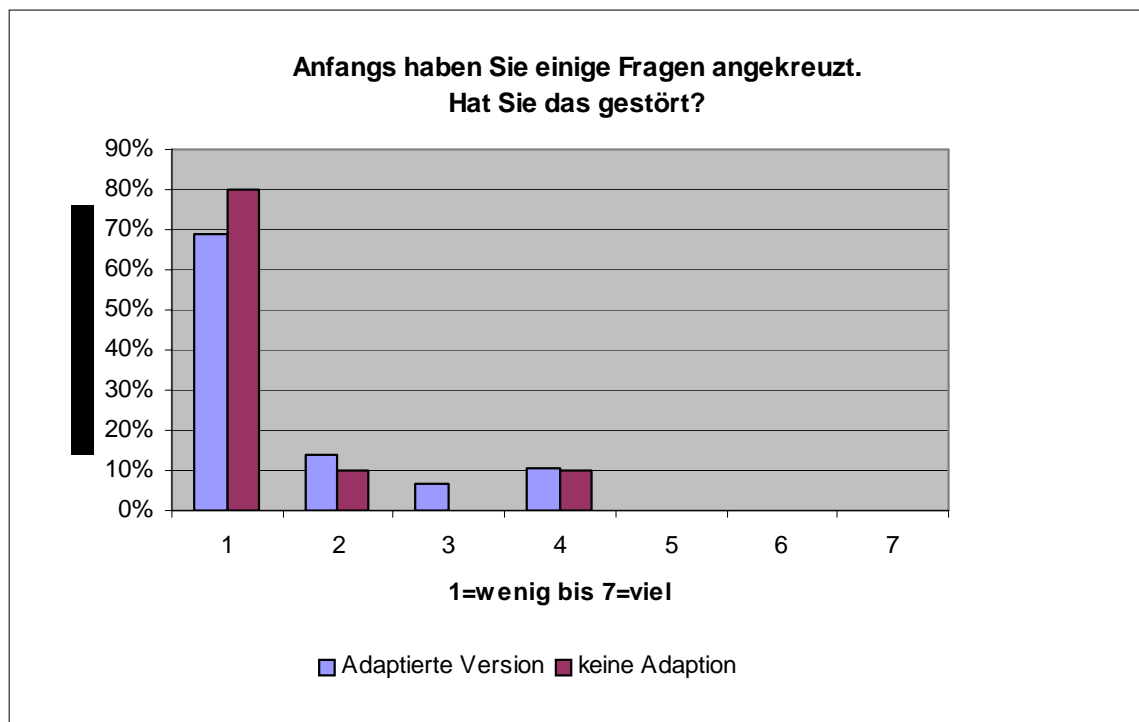


Abbildung 38: Einschätzung des Aufbaus

Der Eingangstest wird nicht als störend empfunden. Dennoch gibt es eine Abweichung bis in den Bereich „4“. Das heißt, es sehen durchaus nicht alle den Aufbau nur positiv. Die Verteilung zwischen Kontrollgruppe und Experimentalgruppe ist auch hier sehr ähnlich. Das ist in diesem Fall zu erwarten, denn der Eingangstest ist eine Maßnahme, die beide Gruppen gleichermaßen betrifft.

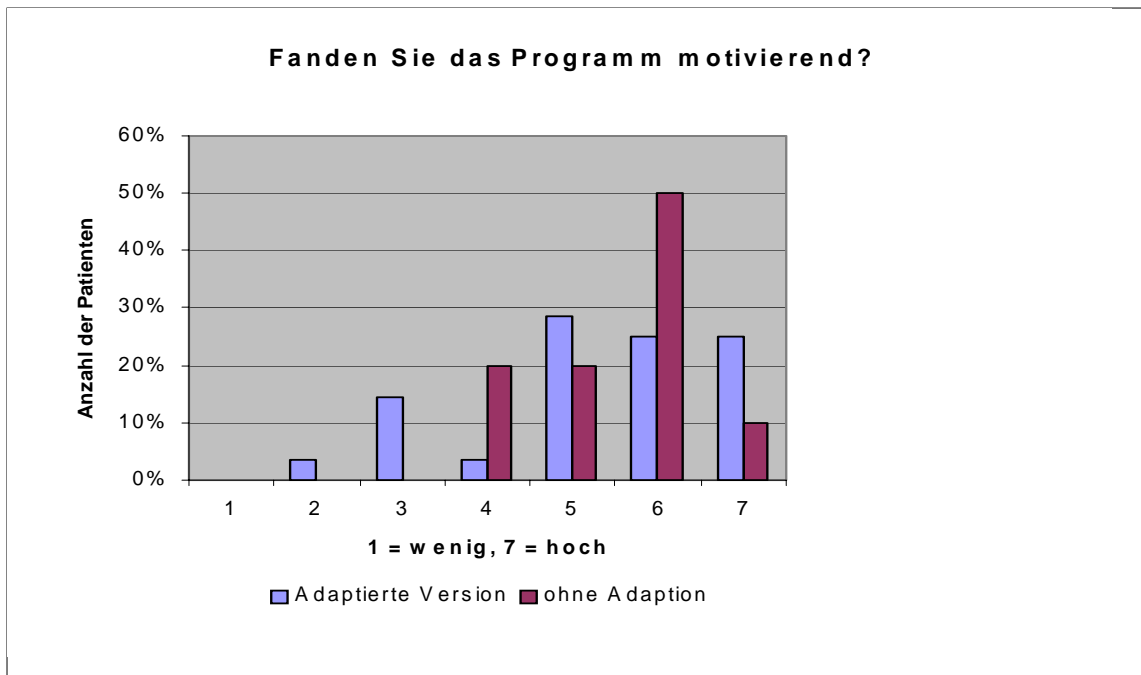
- Die vorliegende Streuung an sich ist vermutlich am ehesten auf Persönlichkeitsmerkmale wie Geduld oder momentane Stimmung zurückzuführen. Generell zeigt das Ergebnis, dass das Verfahren der Befragung deutlich im akzeptierten Rahmen liegt.

#### 6.4.1.8 Gesamteindruck

<i>Punktzahl <math>x_j</math></i> <i>(7 = gut)</i>	1 (wenig)	2	3	4	5	6	7 (hoch)	Mittelwert $\bar{x}$
<i><math>h(x_j)</math> EG</i>	0	1	4	1	8	7	7	5,32
<i><math>h(x_j)</math> KG</i>	0	0	0	2	2	5	1	5,5

**Tabelle 16: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach dem Gesamteindruck**

Die Mittelwerte liegen annähernd gleich, bei der Kontrollgruppe um 0,18 höher. Sofern nicht Zufall oder Störfaktoren verantwortlich sind, könnte eine Erklärung darin gesehen werden, dass bei der Adaption zusätzliche Bildschirmseiten gezeigt werden, die nicht für jeden motivierend wirken.



**Abbildung 39: Einschätzung des Gesamteindrucks**

Die Graphik zeigt deutlich die Verteilung im positiven Bereich, wobei sich die beiden Gruppen hier erkennbar unterscheiden (Standardabweichung  $S_{EG} = 1,46$ ,  $S_{KG} = 0,97$ ). Das Diagramm zeigt, dass die Streuung bei der Experimentalgruppe größer ist und dass mit einem Modalwert von 6 bei der Kontrollgruppe eine Konzentration vorliegt, die höher ist als bei der Experimentalgruppe.

- Das Ergebnis zeigt eine generelle Akzeptanz des Programms bei beiden Gruppen.

Auf die Frage, ob sie sich ein weiteres Mal mit Hilfe eines ähnlichen Programms informieren würden oder doch eher andere Formen bevorzugen, antworten die Nutzer unterschiedlich.

Punktzahl $x_j$ (1 = gut)	Ja	Nein, ich will mich nicht informieren.	Nein, lieber Buch	Nein, lieber pers. Vortrag	Nein, lieber Film	Ich weiß nicht
$h(x_j)_{EG}$	21	0	1	6	1	0
$h(x_j)_{KG}$	10	0	0	0	0	0

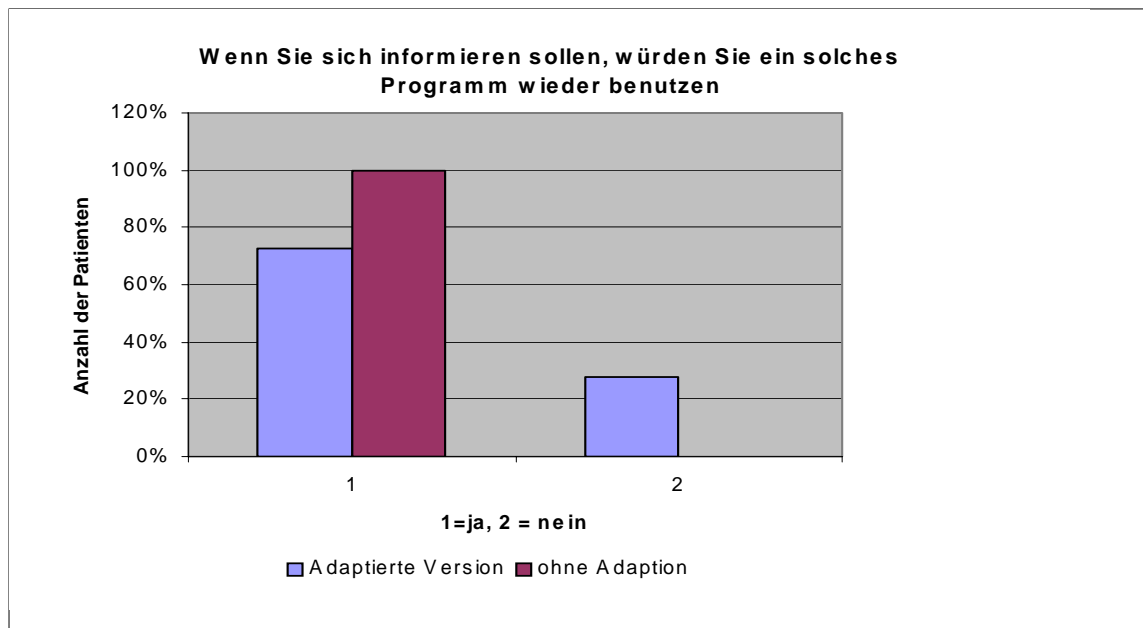
**Tabelle 17: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach präferierten Informationsmethoden**

Für die quantitative Bewertung interessiert lediglich, ob ein Programm befürwortet wird oder nicht, daher werden in der zweiten Tabelle nur zwei Merkmalsausprägungen aufgeführt.

Punktzahl $x_j$ (1 = gut)	Ja (2)	Nein (1)
$h(x_j)$ EG	21	8
$h(x_j)$ KG	10	0

**Tabelle 18: Häufigkeitsverteilung zur Frage nach der Programmbefürwortung**

Die VPn würden das Programm gern wieder verwenden, wobei deutliche Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zu erkennen sind. In der Experimentalgruppe gibt es Benutzer, die lieber eine andere Präsentationsform vorzögen. Dies ist in der Kontrollgruppe nicht gegeben.



**Abbildung 40: Einschätzung zukünftiger Programmnutzung**

- Generell zeigt das Ergebnis, dass die Experimentalgruppe überwiegend diese Programmform akzeptiert, wobei ein Teil andere Formen bevorzugt. Die Tatsache, dass bei der Kontrollgruppe keine Streuung vorliegt, kann in der geringen Testgruppengröße begründet liegen. Eine Nachfolgeuntersuchung wäre hier aufschlussreich.

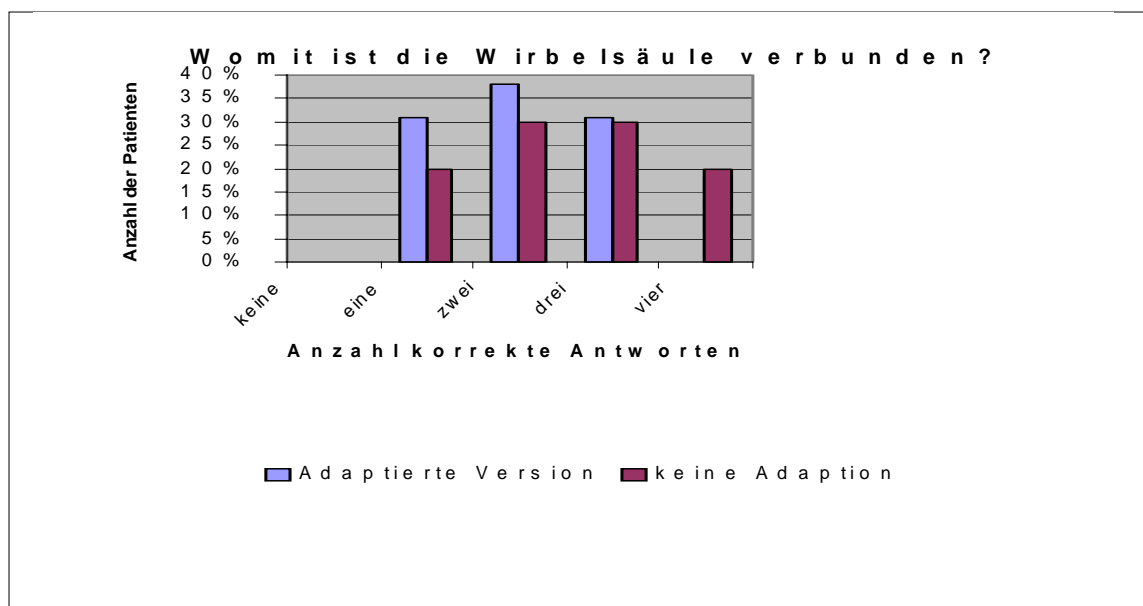
## 6.4.2 Lernerfolgskontrolle

### 6.4.2.1 Frage 1: Womit ist die Wirbelsäule verbunden?

Die sieben verschiedenen Antworten enthalten 3 korrekte Antworten, so dass maximal 3 Punkte erzielt werden können. Um zu vermeiden, dass die Nutzer beliebig Punkte erzielen, indem sie zu viel ankreuzen, wurden für falsche Antworten Punkte abgezogen.

Punktwert $x_j$	1	2	3	4	Mittelwert $\bar{x}$
$h(x_j)$ EG	9	11	9	0	2
$h(x_j)$ KG	2	3	3	2	2,5

**Tabelle 19: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage 1 nach der Wirbelsäule**



**Abbildung 41: Relative Häufigkeit der Antworten zur Frage 1 nach der Wirbelsäule**

Die Abbildung zeigt, dass bei der Kontrollgruppe mehr korrekte Antworten als bei der Experimentalgruppe vorliegen.

Möglicherweise liegt das an einer Verwirrung der Experimentalgruppe durch zuviel Information nach der betreffenden Darstellung zum Aufbau des Skeletts.

## 6.4.2.2 Frage 2: Die Wirbelsäule besteht aus festen und beweglichen Anteilen

Antworten $x_j$	Trifft n zu	Trifft zu
1=richtig	0	1
$h(x_j)$ EG	1	28
$h(x_j)$ KG	0	10

Tabelle 20: Häufigkeitsverteilung zur Frage 2 nach der Wirbelsäule

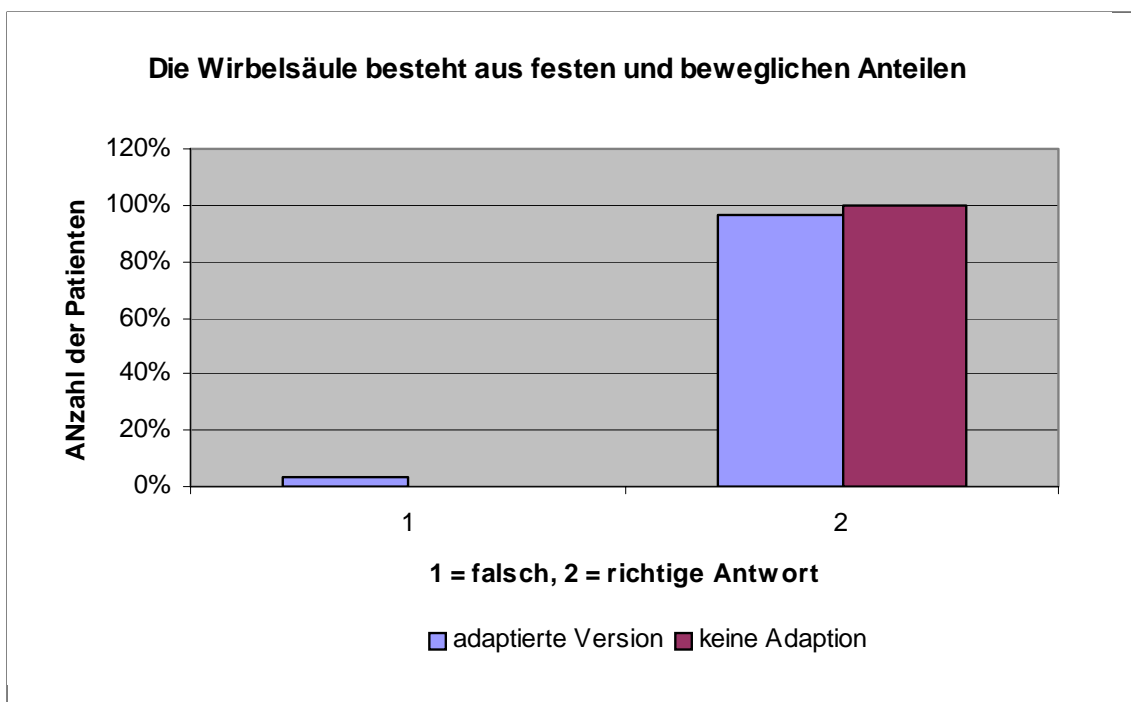


Abbildung 42: Antworten zur Frage 2 nach der Wirbelsäule

- Die Frage konnte von nahezu allen Teilnehmern korrekt beantwortet werden, vermutlich weil das Programm an sich den Inhalt zu dieser Frage hinreichend erklärte, so dass die Zusatzinformation keinen mit dieser Frage messbaren Vorteil brachte.

## 6.4.2.3 Frage 3: Die Nervenwurzeln verlaufen ...

Mehrfachauswahl mit einer richtigen Antwort

Richtige Antworten $x_j$	0	1
$h(x_j) EG$	13	16
$h(x_j) KG$	4	6

Tabelle 21: Häufigkeitsverteilung zur Frage nach den Nervenwurzeln

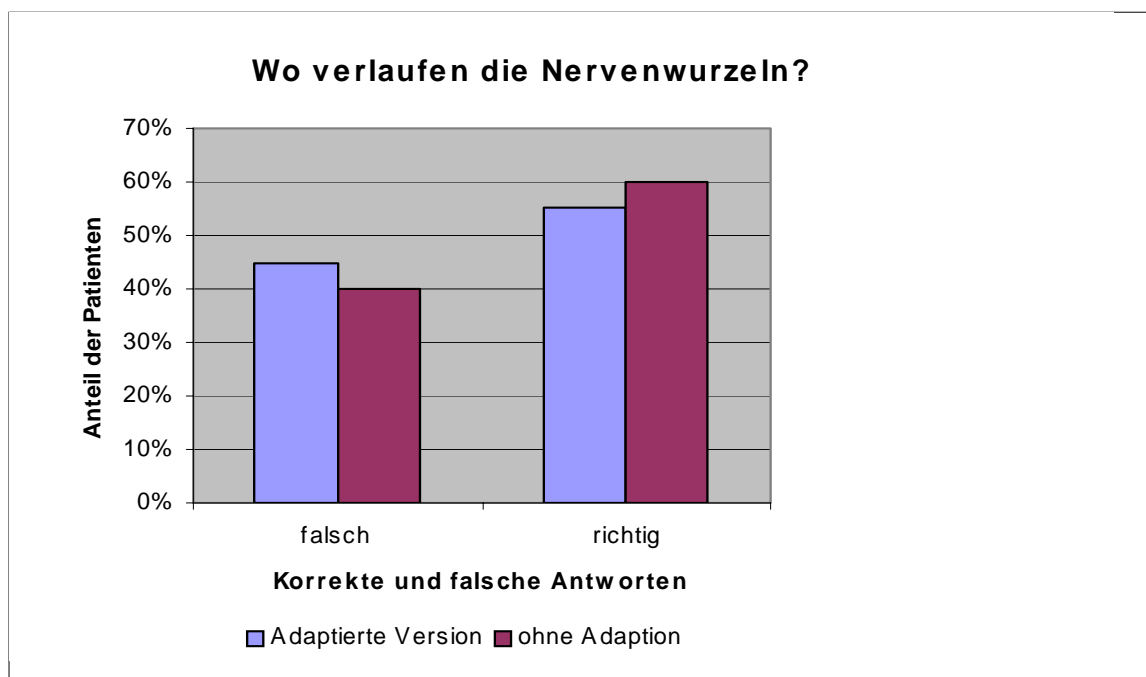


Abbildung 43: Antworten zur Frage nach den Nervenwurzeln

Bei der Frage nach dem Verlauf der Nervenwurzeln sind die korrekten und die falschen Antworten bei beiden Gruppen ähnlich verteilt.

- In diesem Fall ist zu vermuten, dass die Antworten zu Auswahl relativ ähnlich waren und die Nutzer dadurch zu einer falschen Antwort verleiteten. Zwischen der richtigen Antwort *zwischen den Wirbeln* und einer der falschen Antworten *neben den Wirbeln* gibt es keinen besonders großen Unterschied. Allerdings zeigte diese feine Unterscheidung auch, welche Lerner wirklich eine genaue Vorstellung entwickelt hatten und welche nicht.



## 6.4.2.4 Frage 4: Wenn wir den Oberkörper drehen, geschieht das hauptsächlich in der

...

Mehrfachauswahl mit einer richtigen Antwort

Richtige Antworten $x_j$	0	1 (richtig)	Mittelwert $\bar{x}$
$h(x_j)$ EG	14	15	0,52
$h(x_j)$ KG	7	3	0,3

Tabelle 22: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach der Drehung des Oberkörpers

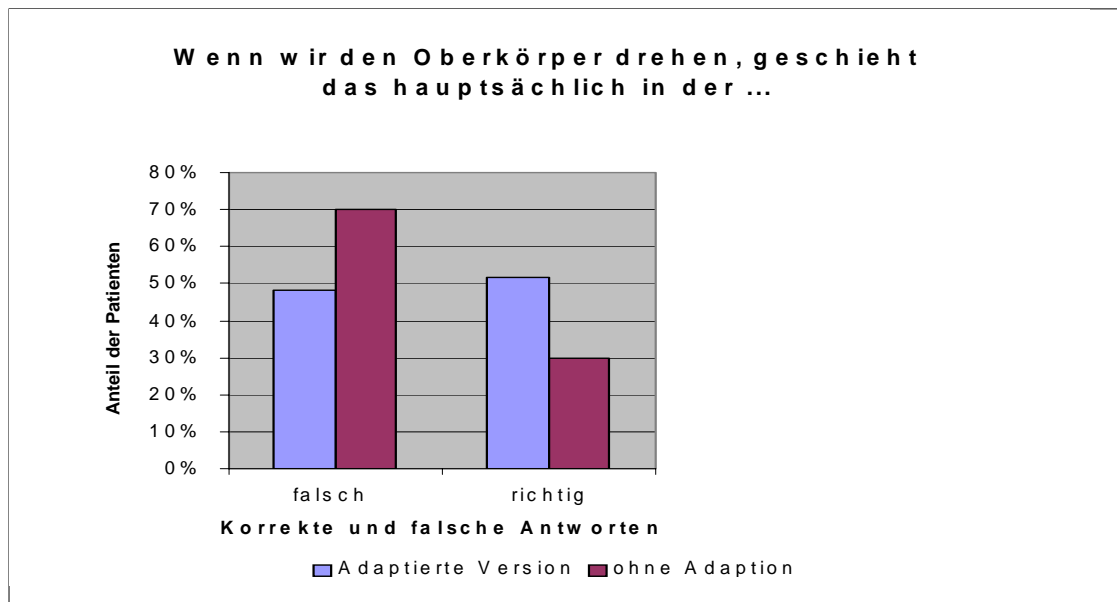


Abbildung 44: Antworten zur Frage nach der Drehung des Oberkörpers

Bei der Frage, an welcher Stelle die Drehung des Oberkörpers stattfindet, gab es mehrere Möglichkeiten, wobei nur eine korrekt war. Teilweise entstanden Einordnungen in die Kategorie *falsch* dadurch, dass die Lerner sowohl korrekte als auch falsche Antworten angekreuzt hatten.

Das Ergebnis zeigt bei der Experimentalgruppe eine annähernde Gleichverteilung korrekter und falscher Antworten. Bei der Kontrollgruppe gibt es einen größeren Anteil falscher gegenüber richtiger Antworten. Der Chi-Quadrat-Wert beträgt 1,41. Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 23% sind die Verteilungen daher unterschiedlich, womit ein Unterschied anzunehmen ist.

- Ein möglicher Grund für dieses Ergebnis kann die Adaptionmethode sein.

6.4.2.5 Frage 5: Wenn wir den Oberkörper vorbeugen, geschieht das hauptsächlich in der ...

Richtige Antworten $x_j$	0	1	Mittelwert $\bar{x}$
$h(x_j)$ EG	9	19	0,68
$h(x_j)$ KG	5	5	0,5

Tabelle 23: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage 6 nach der Wirbelsäule

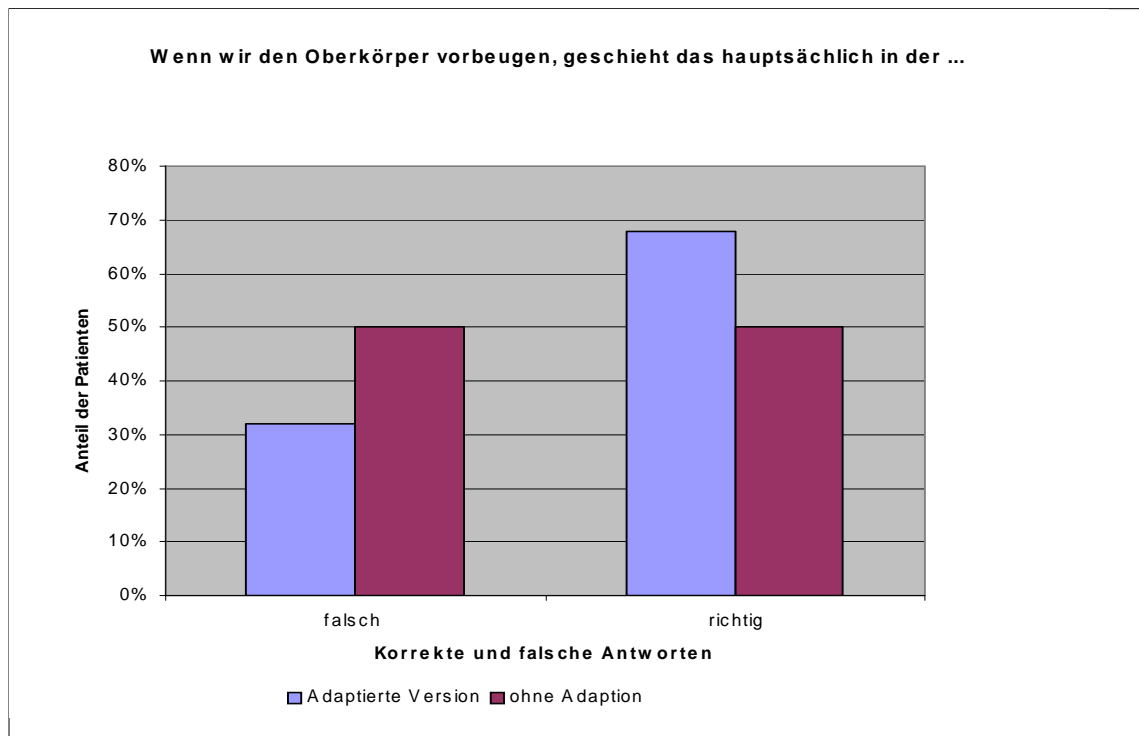


Abbildung 45: Antworten zur Frage 6 nach der Wirbelsäule

Bei dieser Frage, die der vorigen sehr ähnlich ist, lag die Experimentalgruppe noch weiter vorn.

- Eine mögliche Erklärung kann in der zusätzlichen Darstellung zur Lage der Wirbelsäule im eigenen Körper bei der Experimentalgruppe sein, die bei der Gegenadaptation in der Kontrollgruppe den Nutzern mit wenig Vorwissen nicht gezeigt wurde.

## 6.4.2.6 Frage 6: Beim Hexenschuss im unteren Rücken können wir uns nicht ...

Richtige Antworten $x_j$	0	1	Mittelwert $\bar{x}$
$h(x_j) EG$	6	23	0,79
$h(x_j) KG$	9	1	0,1

Tabelle 24: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage 7 nach der Wirbelsäule

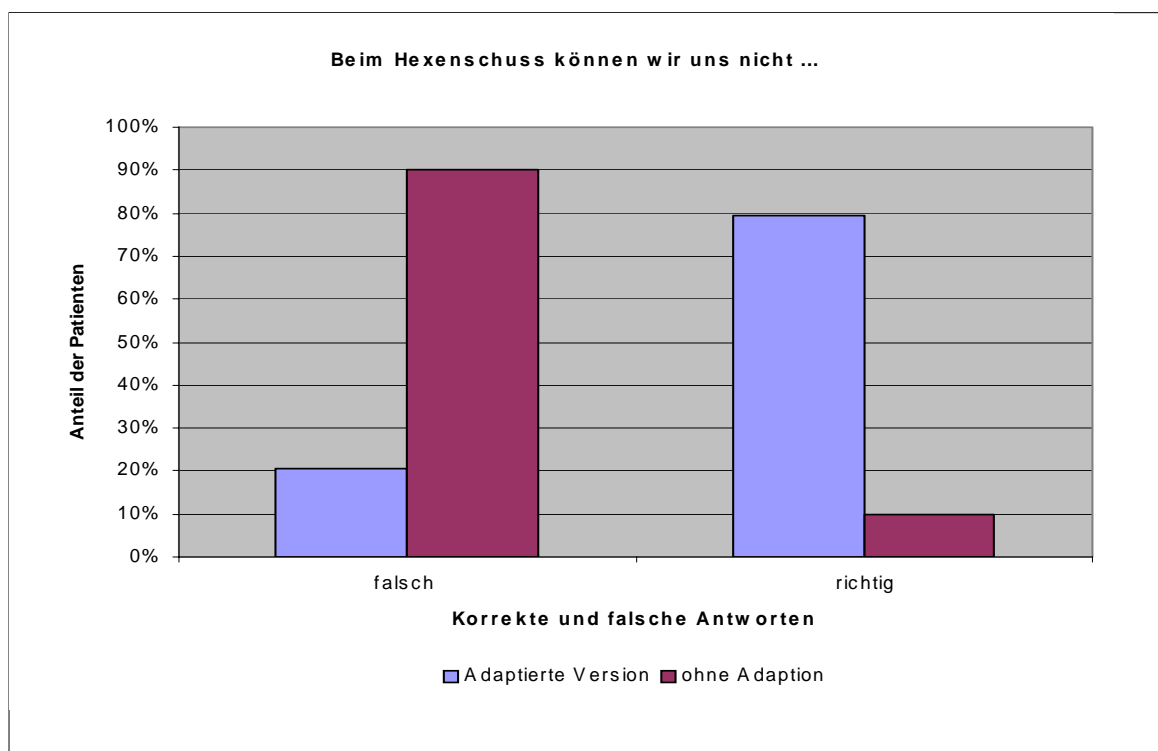


Abbildung 46: Antworten zur Frage 7 nach der Wirbelsäule

- Die zusammenfassende Darstellung in der Graphik gibt das aufsummierte Ergebnis wieder (Anzahl richtige Antworten – Anzahl falsche Antworten). Der hier zu beobachtende Effekt, dass die Gruppe ohne Adaption ein nahezu reziprokes Ergebnis zur Gruppe mit Adaption aufweist, ist im Zusammenhang mit der Verteilung der Mehrfachantworten zu untersuchen. Der Chi-Quadrat-Wert beträgt 15. Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,01% sind die Verteilungen daher unterschiedlich.

## 6.4.2.7 Frage 7: Bänder haben die Funktion ...

Es gibt zwei richtige Antworten.

Richtige Antworten $x_j$	0	1 (richtig)	2	Mittelwert $\bar{x}$
$h(x_j) EG$	4	18	6	1,07
$h(x_j) KG$	1	6	3	1,2

Tabelle 25: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage 1 nach den Bändern

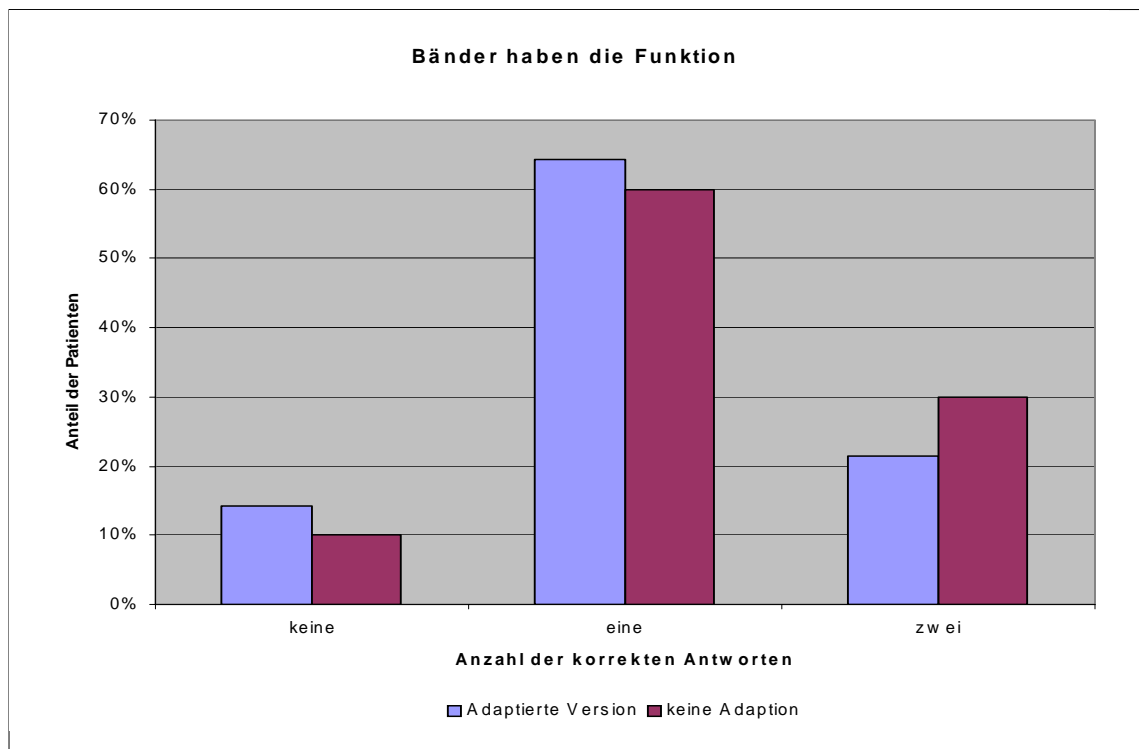


Abbildung 47: Antworten zur Frage 1 nach den Bändern

Das Ergebnis bei dieser Frage fällt bei beiden Gruppen sehr ähnlich aus. Die Frage erlaubte mehrere korrekte Antworten, wobei durch Ankreuzen falscher Antworten die Punktzahl verringert wurde. In geringem Maß liegt die Experimentalgruppe vorn.

- Es ist anzunehmen, dass die Inhalte der Adaption in dem Kapitel über Bänder nur geringfügig (wenn überhaupt) zu einem verbesserten Verständnis beitragen.

## 6.4.2.8 Frage 8: Die Nerven in den Bändern ...

Es gibt drei richtige Antworten.

Richtige Antworten $x_j$	0	1	2	3	ungültige	Mittelwert $\bar{x}$
$H(x_j)_{EG}$	2	18	7	1	0	1,25
$H(x_j)_{KG}$	2	5	2	0	1	1

Tabelle 26: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage 2 nach den Bändern

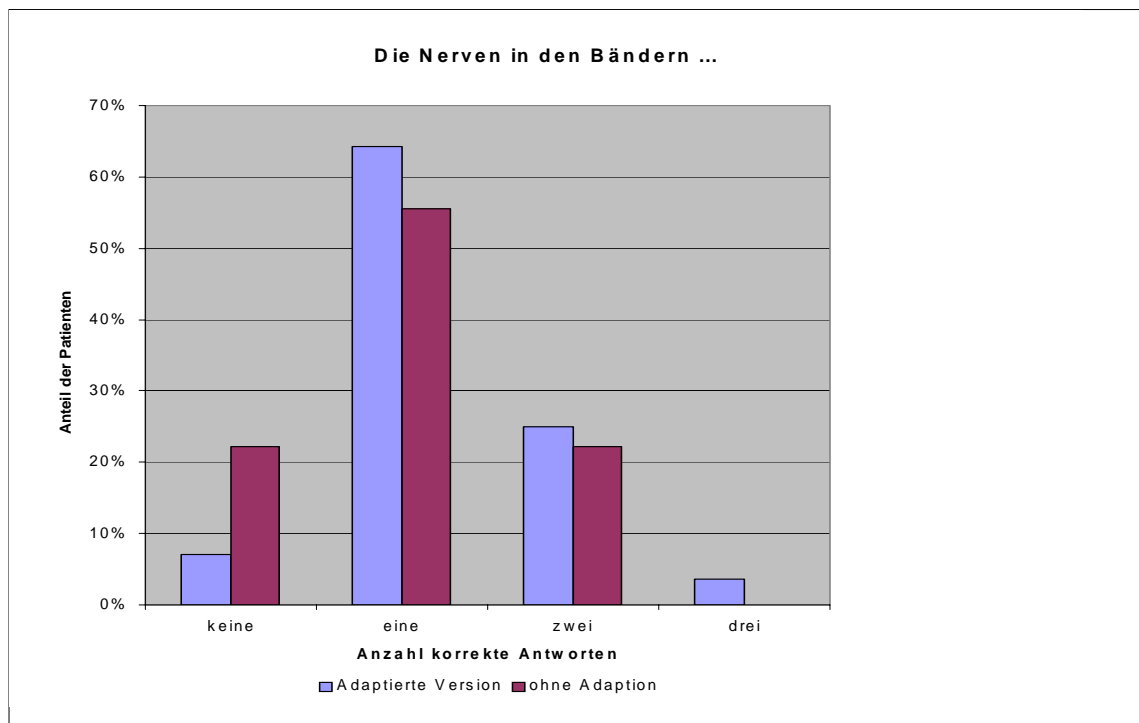


Abbildung 48: Antworten zur Frage 2 nach den Bändern

Die Frage nach den Nerven in den Bändern führte annähernd zu einer gleichen Verteilung wie in der vorherigen Frage

- Das Ergebnis ist vermutlich ähnlich zu erklären wie in der vorangegangenen Frage.

## 6.4.2.9 Frage 9: Es gibt, grob gesagt, zwei Arten von Muskeln: ...

Es gibt maximal zwei Punkte.

Punkte $x_j$	0	1	2	Mittelwert $\bar{x}$
$h(x_j)$ EG	23	3	3	0,31
$h(x_j)$ KG	8	0	2	0,4

Tabelle 27: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage 1 nach den Muskeln

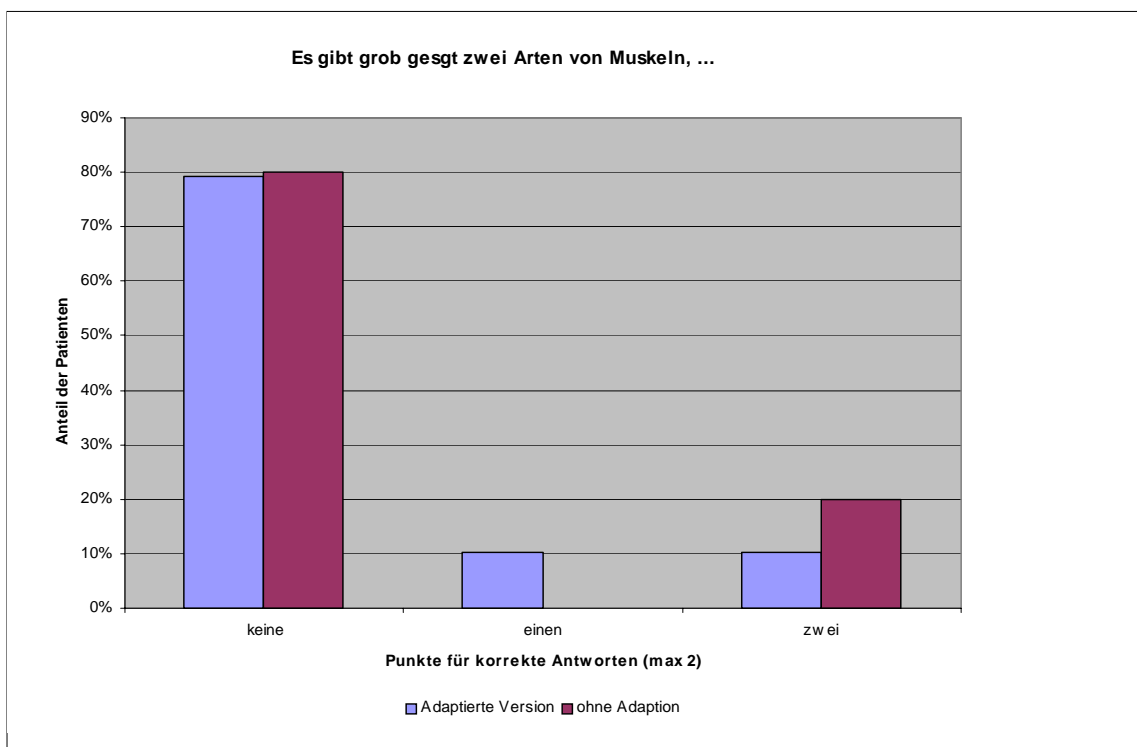


Abbildung 49: Antworten zur Frage 1 nach den Muskeln

Mit der Frage nach den posturalen und tonischen Muskeln konnten die wenigsten Patienten etwas anfangen. Wenngleich die Namen nicht das Entscheidende waren und eine Beschreibung auch gefordert war, wo die Lerner etwas hätten eintragen können, war doch der größte Teil der Teilnehmer nicht gewillt, die Frage weiter zu beantworten.

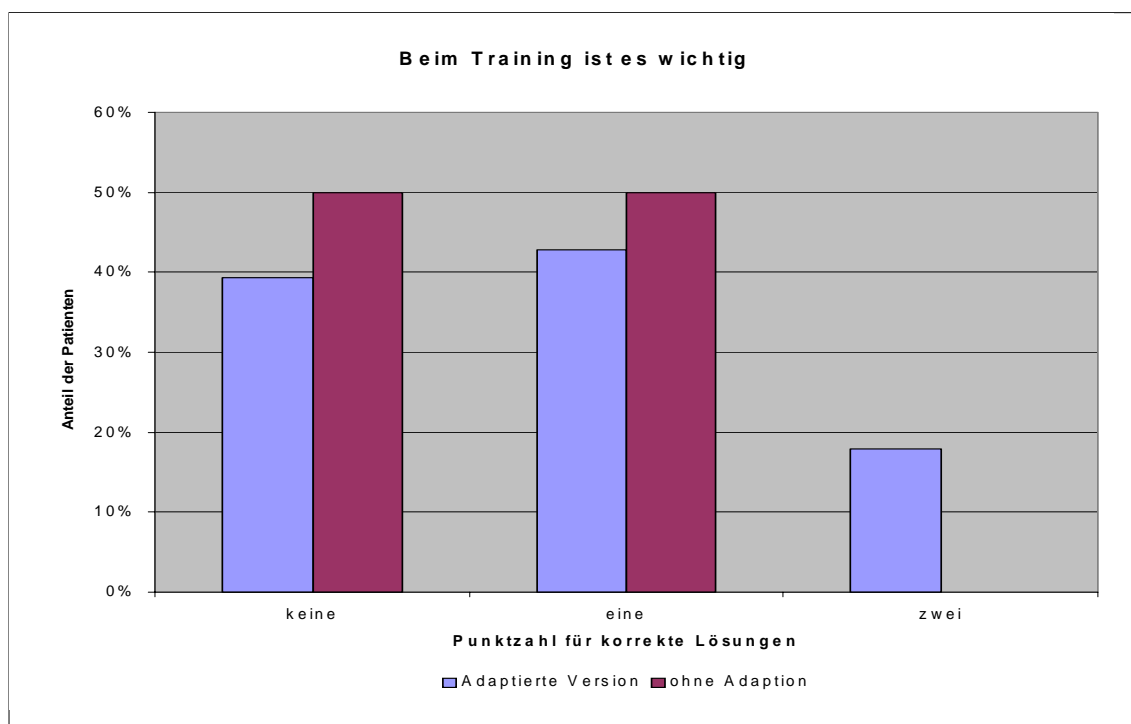
- Dies betrifft beide Gruppen gleichermaßen und könnte daran liegen, dass das Nicht-Wissen der Bezeichnung die Lerner verunsichert hatte.

## 6.4.2.10 Frage 10: Beim Training ist es wichtig ...

Es gibt zwei richtige Antworten.

Punkte $x_j$	0	1	2	Mittelwert $\bar{x}$
$h(x_j) EG$	11	12	5	0,79
$h(x_j) KG$	5	5	0	0,5

**Tabelle 28: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage über das Training**



**Abbildung 50: Korrekte Antworten bei der Frage über das Training**

- Bei der Frage über das Training der Muskeln liegt die Experimentalgruppe im Schnitt besser als die Kontrollgruppe. Gründe hierfür können vielfältig sein. Möglicherweise haben die Module der Adaptionsmaßnahme dazu beigetragen, möglicherweise hatten die betreffenden Lerner das entsprechende Vorwissen.

### 6.4.3 Differenzierung nach Typen

Ein interessanter Ansatzpunkt ist die Untersuchung, in welcher Weise Typenschemata auftreten. Bei der Experimentalgruppe ergaben sich folgende Typenkonfigurationen: Am meisten vertreten: Motivation = 1; Vorwissen = 1, (71,4 %), gefolgt von Motivation = 0; Vorwissen = 0 (17, 85 %), danach Motivation = 0; Vorwissen = 1 (7,14 %) und zuletzt Motivation = 1; und Vorwissen = 0 (3, 57%). Ein Vergleich der Nutzertypen untereinander bietet sich an. Ob zum Beispiel die Nutzer mit wenig Motivation später gute Akzeptanzwerte zeigten, was hier besonders auf die motivierenden Maßnahmen zurückzuführen wäre. Bei der Betrachtung, welche Antworten die Teilnehmer mit wenig Anfangsmotivation auf die Frage „Fanden Sie das Programm motivierend“, gaben, lässt sich feststellen, dass die Antworten von 3 bis 7 Punkten weit gestreut sind. Ein Zusammenhang lässt sich hier, auch aufgrund der Stichprobengröße, nicht interpretieren.

### 6.4.4 Gesamtmaße im Vergleich

#### Verteilung der Akzeptanzwerte

Um ein zusammengefasstes Ergebnis bezüglich der Akzeptanz zu erzielen, wurde ein Akzeptanzkoeffizient  $AkK$ , der Mittelwert aus den Punktsommen der einzelnen Aufgaben, gebildet.<sup>3</sup>

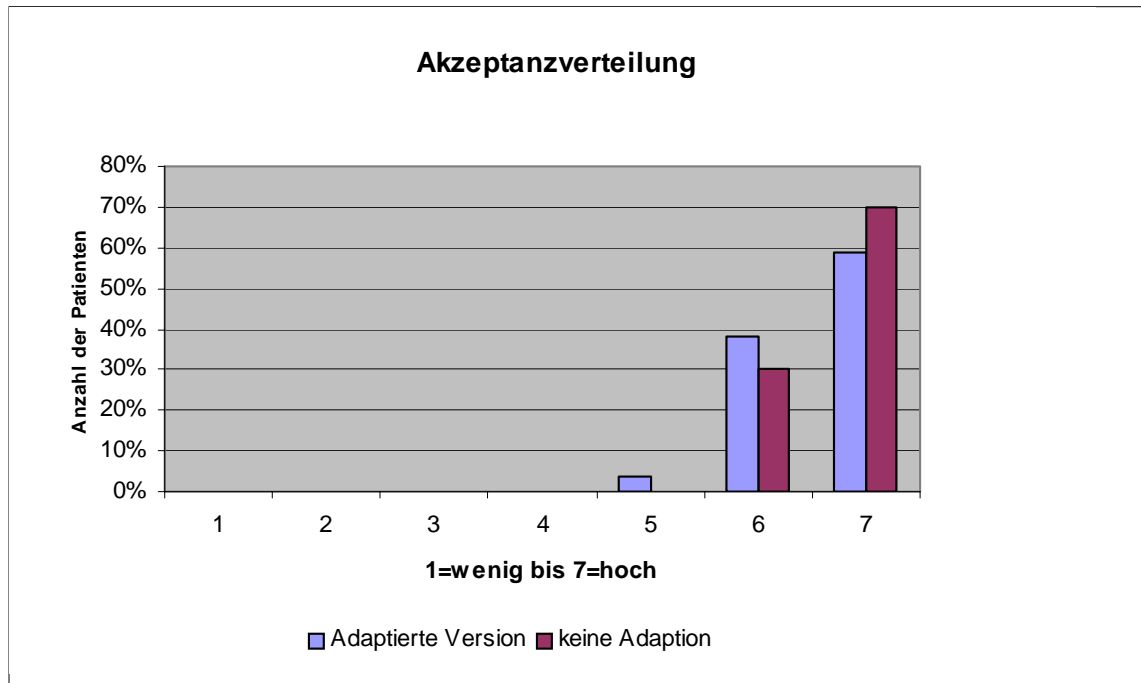
Alle Werte wurden auf eine siebenrangige Skala projiziert, wobei hohe Werte eine hohe Akzeptanz ausdrücken. Das Ergebnis zeigt bei beiden Gruppen generell eine hohe Akzeptanz, die einzelnen Werte liegen bei beiden Gruppen über der Mitte (4). Wie dem Diagramm (s.u.) zu entnehmen ist, verteilt sich die Bewertung bei der Experimentalgruppe im Bereich von 5 bis 7. Bei der Kontrollgruppe liegt sie sogar im Bereich von 6 bis 7. Dieser Umstand der geringen Streuung ist sicher unter anderem auch durch ein geringeres  $n$  der Kontrollgruppe zu erklären.

---

<sup>3</sup> Es wurde eine Umrechnung vorgenommen, da nicht bei jeder Frage das Verhältnis „hoher Zahlenwert ist gleich positives Ergebnis“ vorlag.



Vergleicht man die Mittelwerte  $\bar{x}$  der Akzeptanzkoeffizienten der beiden Gruppen, so erhält man für die Experimentalgruppe  $AkK = 6,01$  und für die Kontrollgruppe  $AkK = 6,06$ .

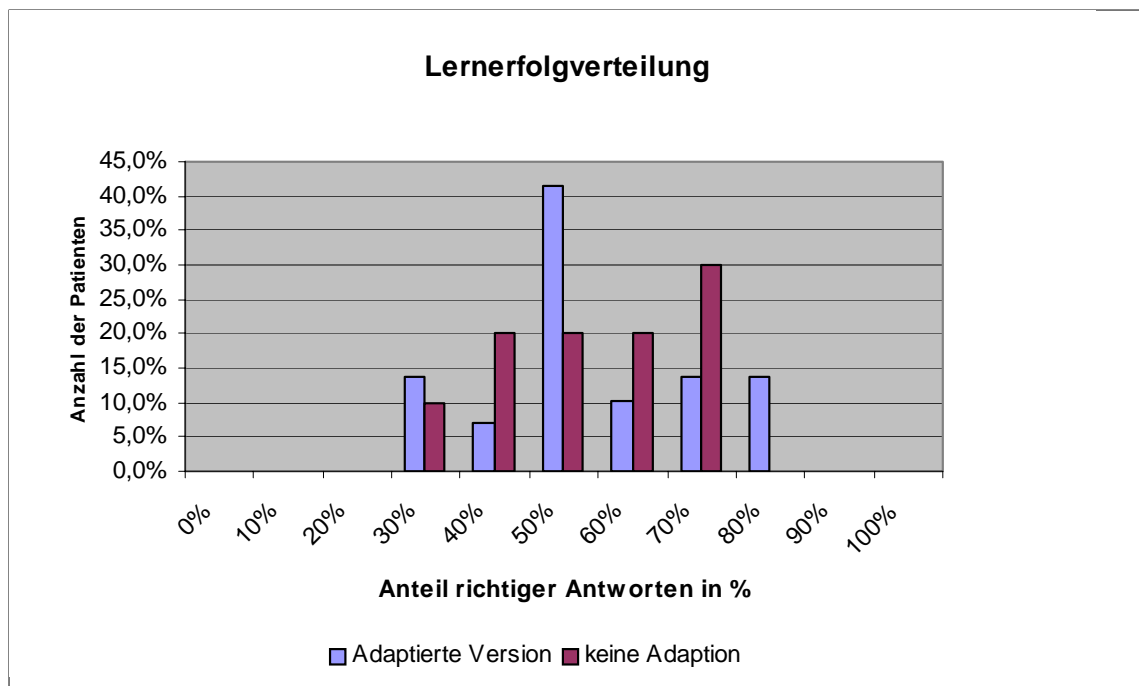


**Abbildung 51: Antworten zur Frage nach der Akzeptanz**

### Verteilung der Lernerfolgswerte

Um ein zusammengefasstes Ergebnis bezüglich des Lernerfolges zu erzielen, wurde für jeden Lerner ein Mittelwert aus allen Lernerfolgen ermittelt.

Wie das Diagramm (s.u.) zeigt, liegen die Maße für den Lernerfolg beider Gruppen im mittleren Segment, also zwischen 30 und 80 Prozent, wobei die Verteilungen dennoch unterschiedlich ausgestaltet sind. Bei der Experimentalgruppe liegt der weit überwiegende Anteil bei 50 Prozent, bei der Kontrollgruppe ist eine gleichmäßige Steigerung von 30 bis 80 Prozent zu verzeichnen.



**Abbildung 52: Lernerfolgverteilung**

Die Mittelwerte der beiden Lernerfolgskoeffizienten sehen folgendermaßen aus: Die Teilnehmer der Experimentalgruppe hatten im Durchschnitt 50,4 % korrekt gelöst, die Teilnehmer der Kontrollgruppe hatten 48,7 % korrekt gelöst.

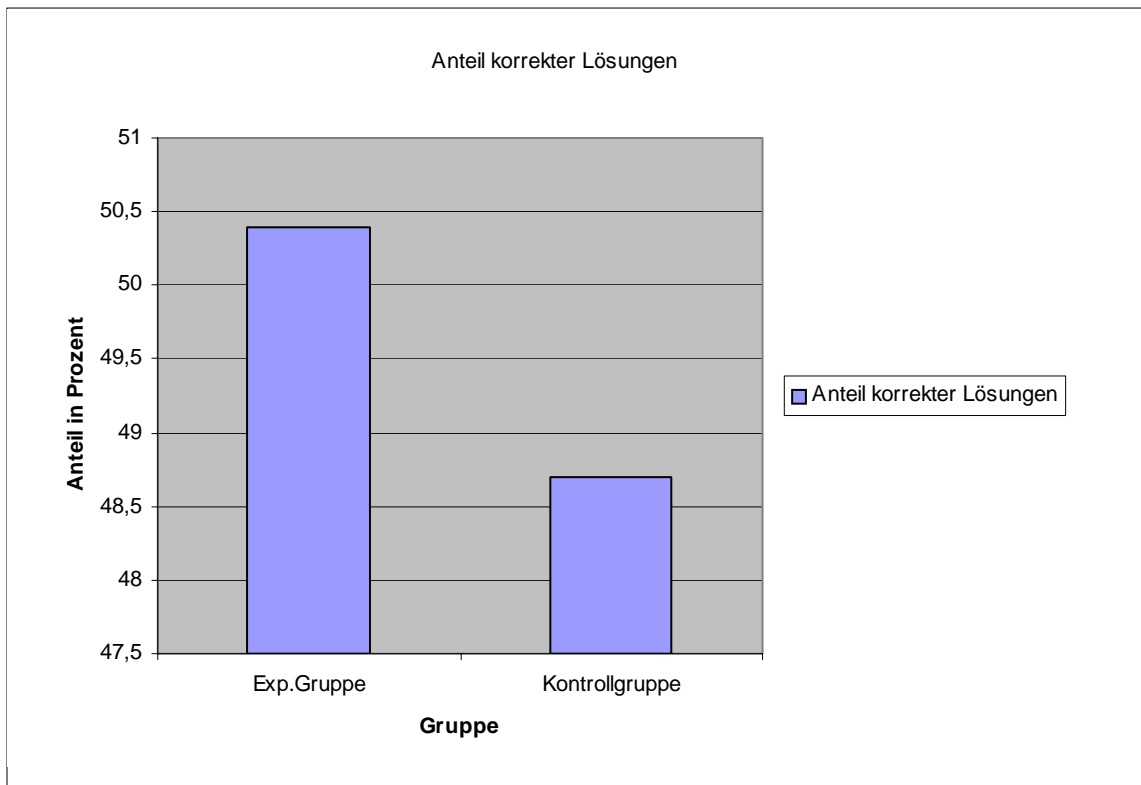


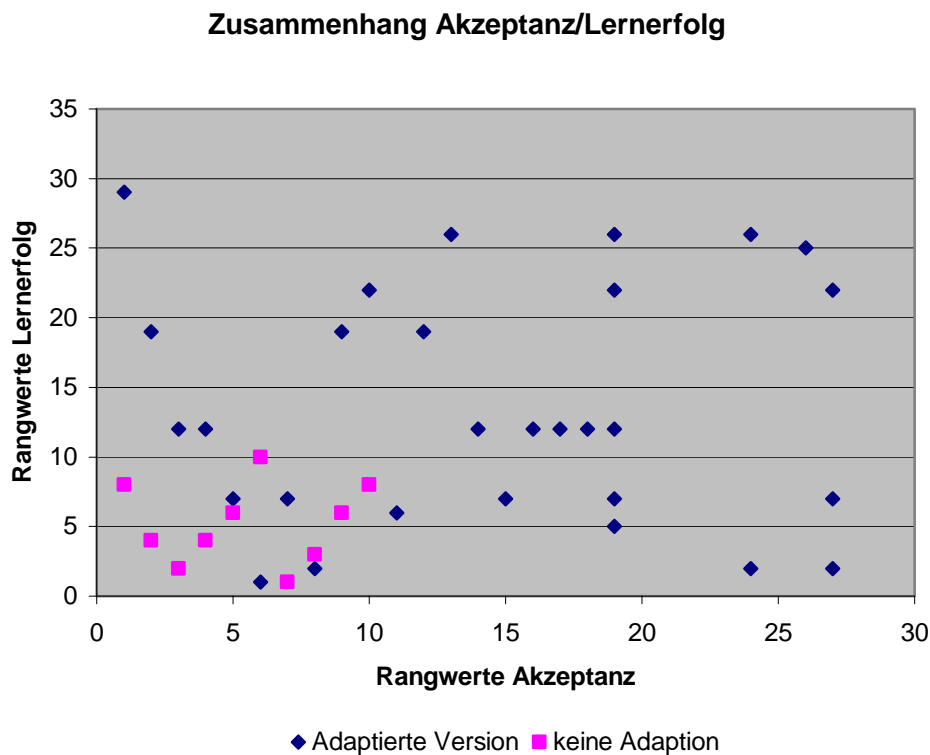
Abbildung 53: Anteil korrekter Lösungen (Mittelwerte)

### 6.4.5 Zusammenhänge

#### 6.4.5.1 Zusammenhang zwischen Akzeptanz und Lernerfolg:

In dem nachfolgenden Diagramm ist der Zusammenhang zwischen dem Akzeptanzkoeffizienten und dem Lernerfolgskoeffizienten aufbereitet. Da keine metrischen Daten vorliegen, wurde als Zusammenhangsmaß der Rangkorrelationskoeffizient nach SPEARMAN gewählt.

Es ließ sich kein Zusammenhang zwischen der Akzeptanz des Programms und dem Lernerfolg feststellen. Diese Frage ist deswegen interessant, weil bestimmte Adaptionsmaßnahmen, wie zum Beispiel die gezielte Wahl der Darstellungen, die sich besonders an die Akzeptanz richten, auch lernwirksam sein sollten, andernfalls kann ihre Implementation nur begrenzt als lohnend betrachtet werden.



**Abbildung 54: Akzeptanz und Lernerfolg**

Wie man bereits an der Graphik erkennen kann, liegt keine Korrelation zwischen den Eigenschaften vor. Der nach SPEARMAN berechnete Rangkorrelationskoeffizient ergibt lediglich 0,039, wodurch kein Zusammenhang angenommen werden kann.

#### 6.4.5.2 Diskussion

Die Tatsache, dass mit diesem Verfahren kein Zusammenhang festgestellt wurde, bedeutet allerdings nicht, dass es keinen Zusammenhang gibt. Bei dem gewählten Verfahren wurde, um eine Maß für den Lernerfolg und für die Akzeptanz zu erhalten, eine Summe aus den Werten der einzelnen Items gebildet. Die Begründung für dieses Verfahren ist rein pragmatischer Natur. Grundsätzlich lässt sich diskutieren, ob jeder dieser Items gleichwertig in das Gesamtmaß aufgenommen kann oder ob eine Gewichtung angebracht wäre. Die Frage nach der Validität der Kriterien ist eine weiterer Ansatzpunkt.

#### 6.4.6 Aussagen im Debriefing

Der Programmeinstieg kostet Überwindung, wird dann als sehr positiv erlebt. Die Ankreuzaufgaben werden als positiv und spannend erfahren. Bei der Befragung durch den modifizierten zusätzlichen Fragebogen, zeigte sich deutlich, dass ein besonderes Interesse an individuellen Beispielen besteht, was einer Adaption gemäß eines Präferenzmodelles entspricht. Präferenz ist hier besonders auf die Beispielauswahl im Hinblick auf den beruflichen Hintergrund zu verstehen. Ferner wurde deutlich, dass der Umfang, d.h. eine Nutzungsdauer von 10 bis 15 Minuten, nicht überschritten werden sollte. Viele Patienten sagten, dass sie mehr Inhalte aufgenommen hätte, wenn sie gewusst hätten, dass sie anschließend dazu „befragt“ werden (sie nahmen die Lernerfolgskontrolle sehr stark als persönlichen Leistungstest wahr). Insofern lässt sich daraus schließen, dass als Methode, die Leistungsmotivation zu steigern, ein Hinweis auf den nachfolgenden Test wirksam sein kann. Einige Teilnehmer mit geringen bis gar keinen Computerkenntnissen sagten, dass ihnen die Darstellungen zwar gefallen haben, dass aber für sie die Programmnutzung einen großen Konzentrationsfaktor dargestellt habe.

#### 6.4.7 Zusatzevaluation

Nachdem sich abzeichnete, dass die Ergebnisse auf den Befragungsbögen nicht so deutlich wie erwartet waren, führte die Verfasserin eine zusätzliche Evaluation mit einem neuen Fragebogen durch. Aufgrund der Vermutung, dass die Fragen in dem eigentlichen Test nicht gezielt genug auf die Adaptionmaßnahmen gerichtet sind, wurden in dem neuen Fragebogen einige fokussiertere Fragen gestellt. In diesem Fall war das Ziel keine reine Akzeptanzevaluation sondern eine formative Evaluation zur Gewinnung von Indizien, in welcher Hinsicht Verbesserungen vorgenommen werden sollten oder auch in welcher Richtung Bedarf an Adaption bestehen könnte.

Die Fragen lauten wie folgt:

1. Finden Sie diese Frage hilfreich? (Screen S. 18)
2. Finden Sie solch eine Frage hier notwendig? (Screen S. 18)
3. Die folgende Darstellung finde ich ... (Semantische Differenzial)
4. Was müsste geändert werden, damit Sie mehr mit dem Programm lernen können?
5. Welche weiteren Auswahlmöglichkeiten hätten Sie gern im Programm?

### **Tabelle 29 Fragen aus dem Zusatzevaluationsbogen**

Die Befragung wurde separat mit sieben Versuchspersonen durchgeführt, die an den anderen Befragungen nicht teil hatten. Die erste, zweite und dritte Frage zielen auf eine bestimmte Bildschirmseite. Die Antworten dazu fielen jedoch nicht fruchtbar aus, denn die Mehrzahl der Teilnehmer äußerte sich unspezifisch oder gab an, die Seite nicht mehr zu erinnern.

Die halb offenen Fragen Nummer vier und fünf dienten der Informationsgewinnung über weitere Verbesserungsmöglichkeiten beziehungsweise Adoptionsansätze. Dabei kam heraus, dass die Teilnehmer mehr Wissensabfragen während des Textes wünschten und dass sie gern eine Auswahl hätten, aus welchem Lebensbereich die dargestellten Beispiele stammen. Diese Aussage, sofern sie auch von einer größeren Testgruppe bestätigt würde, ist ein sachdienlicher Hinweis für eine neue Programmversion mit dem Adaptionmittel *Lebensweltbezug*.

## **6.5 Diskussion der Methode**

### **6.5.1 Probandenauswahl**

Die Probanden wurden zufällig ausgewählt, wobei die Verfasserin keinen Einfluss auf die Auswahl hatte, außer die Klinikleitung darüber zu informieren. Nach Möglichkeit sollten die Probanden in der Klinik noch keinen Vortrag über das Thema gehört haben. Diese Kriterien waren weitestgehend erfüllt.

Induktive statistische Untersuchungen konnten in der Regel aufgrund der geringen Stichprobe und der geringen Unterschiede zwischen den Gruppen nicht vorgenommen werden. Mit einer Erhöhung der Stichprobe ließen sich hier deutlichere Ergebnisse erzie-

len. Es bleibt zu sagen, dass mehr Lerner eingeplant waren, einige aber aus gesundheitlichen, sprachlichen oder Altersgründen ausschieden.

Aus organisatorischen Gründen fanden die Untersuchungen immer in einem gewissen Zeitraum am Nachmittag statt (siehe Terminplan im Anhang, Titel *Dienstplan*). Diejenigen Nutzer, die später an die Reihe kamen, hatten zum Teil schon mehr Anwendungen hinter sich, waren müder oder hungriger als diejenigen, die direkt nach der Mittagspause begannen. Andere wiederum bevorzugten die spätere Arbeitszeit. In diesem Punkt wären beim Versuchsaufbau bei einer erneuten Untersuchung gleichere Bedingungen zu wünschen.

Ein wichtiger Aspekt gerade für die Akzeptanzevaluation aber auch für die Konzentration auf den Inhalt ist der allgemeine Gesundheitszustand der Patienten. Immerhin handelt es sich bei der Lernergruppe um Patienten in einer Klinik, deshalb ist nicht bei jedem Wohlbefinden vorzusetzen. Aus diesem Grund wurden diejenigen Teilnehmer, die starke Beschwerden wie Migräne, Kreislaufprobleme oder stärkere Schmerzen hatten, nicht in die Auswertung aufgenommen, zumal sie ihre Fragebögen nicht beendet hatten. Bei den übrigen Patienten ist nicht auszuschließen, dass ihre persönliche Befindlichkeit einen Einfluss auf das Auswertungsergebnis hat. Da es sich jedoch bei der gesamten Untersuchungsgruppe um Patienten handelt, wäre ein Ausfiltern sehr mühsam und ein sehr geringer Stichprobenumfang bliebe zurück. Denn in der Rehabilitationssituation würden auf die Filterfrage nach ihrem Wohlbefinden vermutlich die wenigsten eine klare positive Antwort geben.

Die Stimmung der Patienten generell hat eine Wirkung auf ihre Beurteilung. Abgesehen vom Gesundheitszustand kann die Stimmung auch von externen Faktoren wie dem Wetter, der Gruppendynamik innerhalb der Therapiegruppen<sup>4</sup> oder wahrgenommenem Heilungserfolg abhängen.

Bei der Bewertung der korrekten Antworten wurde bereits angedeutet, dass das Vorwissen der Lerner heterogen sein kann. Sollten die Teilnehmer bereits Vorträge zum Thema Wirbelsäule in der Klinik gehört haben, verfügen sie über eine Ausgangssituation, die

---

<sup>4</sup> In der Klinik werden die Patienten für bestimmte Veranstaltungen und Behandlungen in Gruppen zusammengefasst. Zum Beispiel für Vorträge, Gymnastikprogramme etc. Auf dem Gelände ist sind diese als soziale Gruppen auch zu erkennen, daher sind übliche Dynamikprozesse nicht auszuschließen.

die Wirkung des Programms nicht mehr in derselben Weise deutlich werden lässt, als ohne dieses dem Programm gleiche Vorwissen. Das Planungsbüro war gebeten worden, nach Möglichkeit Patienten zuzuteilen, die noch keine Vorträge gehört hatten. So konnte diesem Punkt weitestgehend vorgebeugt werden.

Neben dem inhaltlichen Kenntnisstand ist als entscheidender Einflussfaktor die Medienkompetenz nicht zu unterschätzen. In der Regel gelang es allen Lernern innerhalb kürzester Zeit, das Programm zu bedienen, allerdings bekundeten die unerfahreneren Lerner zum Teil, dass die Bedienung des Programms sie Konzentration gekostet habe.

### 6.5.2 Fragebogen

Grundsätzlich wurden die Items aus Gründen der Plausibilität ausgewählt, um die Dimensionen von Akzeptanz und Effektivität zu messen, wie beispielsweise die Frage nach Verständlichkeit, aufgrund der Annahme, dass Verständlichkeit eine Voraussetzung für Akzeptanz sei. Eine Sicherheit, dass die Items valide sind, um diese Größe zu messen, gibt es aber nicht.

Die Antworten zur Einschätzung der Akzeptanz wurden in der Regel siebenstufig skaliert. Damit sollte ein möglichst großer Raum zur Differenzierung gegeben sein. Es bleibt zu fragen, ob den Nutzern die Unterschied zwischen den Stufen jeweils klar genug sind.

Bei der Erklärung der Ergebnisse im Kapitel 6.4.1 und 6.4.2 wurde bei einigen Items festgestellt, dass entweder alle Lerner dieselbe Antwort ankreuzten oder dass beispielsweise durch starke Ähnlichkeit von Antworten eine besonders starke Irrtumswahrscheinlichkeit provoziert wurde. Dadurch fallen diejenigen Lerner, die im Prinzip gute (nur nicht sehr gute) Kenntnisse haben, zu leicht in eine zu niedrige Kategorie, die Ergebnisse werden möglicherweise verzerrt. Daher sollte bei einer neuen Evaluation für eine passendere Staffelung der parametrischen Antworten gesorgt werden.

Um präzisere Ergebnisse zu erhalten, empfiehlt es sich einerseits, mehr Items abzufragen, um die Dimensionen dadurch weiter zu verdichten. Andererseits verringert ein zu langer Fragenkatalog die Motivation der Teilnehmer erheblich – was wiederum Auswirkungen auf das Ergebnis haben kann. Bei der Frage nach den unterschiedlichen Muskelarten kamen die Teilnehmer aus dem Rhythmus weil die Frage zu schwer zu beantworten war, hier wäre eine einfachere Frage zur Erhebung des Items angebrachter.



### 6.5.3 Verfahren

Das Verfahren der Untersuchung ohne Vortest nimmt die Möglichkeit, den unmittelbaren Einfluss des Programms auf die Einstellung und das Wissen der Nutzer einzuschätzen. Wie in der Methodenbeschreibung erwähnt, sollte aber aus genannten Gründen kein Vortest stattfinden, weil dadurch Akzeptanzprobleme durch die zusätzliche Belastung der Patienten aufträten. Zudem fühlten sie sich mehrheitlich durch den Einstufungstest innerhalb des Programms bereits befragt.

Die Bearbeitung in Gruppen zu zweit stellte sich als positiv heraus, denkbar wären auch größere Gruppen (technische Ausstattung vorausgesetzt), so dass alle Lerner gleichen Bedingungen in bezug auf Tageszeit ausgesetzt wären.

### 6.5.4. Auswertung der Fragen

Bei Fragen mit mehreren korrekten Antworten wurde für jede Antwort ein Punkt vergeben, bei falschen Antworten wurden Punkte wieder abgezogen. Dadurch treten gewusste Antworten nicht als Punkte auf, wenn der Lerner zusätzlich falsche angekreuzt hat.

## 6.6 Zusammenfassung

### 6.6.1 Allgemein

Bei der Evaluation fiel insgesamt auf, dass es kaum Unterschiede zwischen der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe gab. Dieses Ergebnis zeigt sich deutlich an den verglichenen Gesamtwerten für Akzeptanz und für Lernerfolg. Bei einigen Fragen zeigten sich leichte Abweichungen, aber diese Effekte traten nicht kontinuierlich auf.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass das Programm an sich gut angenommen und als positiv bewertet wurde und auch guten Lernerfolg zeigte.

Die Tatsache, dass keine wesentlichen Unterschiede zwischen den beiden Versionen gemessen wurden, kann unter Umständen damit zusammenhängen, dass das Programm zu trivial war, um für Adaptionen überhaupt Ansatzmöglichkeiten zu bieten.

Offen bleibt die Frage, ob mit den ausgewählten Items und Verfahren wirklich *Akzeptanz* und *Lernerfolg* gemessen wurden. Die Verfahren wurden gewählt, weil sie im Zusammenhang mit der Thematik begründbar sind, aber eine erneute Operationalisierung böte Stoff für eine weitere Untersuchung, die unter Umständen neue Erkenntnisse bringt.

### 6.6.2 Die Ergebnisse der Akzeptanzevaluation

Der Vergleich der Gesamtmaße für Akzeptanz brachte das Ergebnis 6,01 (EG) zu 6,06 (KG), also fast identische Werte.

- Auf die Fragen zur Verständlichkeit äußerte sich die Experimentalgruppe leicht positiver als die Kontrollgruppe. **Die Annahme bezüglich der Verständlichkeit kann somit bestätigt werden**, wobei ein deutlicheres Ergebnis wünschenswert wäre. Eine Differenzierung nach Nutzern mit viel und Wenig Vorwissen macht aus Gründen der Mengenverteilung keinen Sinn. Somit kann die Annahme bezüglich der Lerner mit Vorwissen nicht überprüft werden.
- Bei den Fragen zur Sprache waren die Ergebnisse der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe identisch. **Die Annahme zur erhöhten Akzeptanz durch angepasste Ausdrucksweise kann damit nicht bestätigt werden.**
- Bei den Fragen zum Informationswert waren die Ergebnisse der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe identisch. **Die Annahme zum erhöhten Akzeptanz durch Zusatzerklärungen kann nicht bestätigt werden.**
- Bei den Fragen zur Realitätsnähe äußerten sich beide Gruppe ähnlich positiv, wobei in der Kontrollgruppe eine etwas stärkere Streuung nach unten zu erkennen ist. Eine mögliche Begründung kann sein, dass das Adaptionismittel, Bezüge zur Alltagswelt herzustellen, wirksam gewesen ist. **Die Annahme bezüglich der Akzeptanz durch einen verbesserten Realitätsbezug kann tendenziell bestätigt werden.**

- Bei der Frage zur Aufmachung entschieden die Teilnehmer mehrheitlich, dass sie eine gute Vorstellung durch die Abbildungen erhalten hatten. Das Ergebnis brachte keinen deutlichen Vorteil in der Experimentalgruppe.
- Bei der Frage zur Methode, das heißt hier der Motivationsmaßnahmen, zeigten beide Gruppen, dass sie selten aus dem Rhythmus gekommen waren und daher die Maßnahme sich nicht deutlich ausgewirkt hatte. Nicht auszuschließen ist, dass die Lerner eben durch die Methode so motiviert waren, dass ihnen Phasen von Demotivation nicht bewusst waren. **Die Annahme zur Wirksamkeit der Methode kann somit nicht eindeutig bestätigt oder widerlegt werden.**
- Bei der Frage zum Aufbau zeigte sich, dass der Eingangstest überwiegend nicht als störend empfunden wurde. **Die Annahme, der Eingangstest würde nicht stören, wird damit bestätigt.**

### 6.6.3 Die Ergebnisse der Lernerfolgskontrolle

Die Gesamtmaße für den Lernerfolg, dargestellt in Durchschnittswerten der korrekten Antworten brachte das Ergebnis von 50% (EG) zu 48% (KG), also wiederum fast identische Werte.

- Auf die Frage „Womit ist die Wirbelsäule verbunden?“ gab die Kontrollgruppe tendenziell mehr korrekte Antworten.
- Auf die zweite Frage „Die Wirbelsäule besteht aus festen und beweglichen Anteilen – korrekt oder falsch?“ gaben beide Gruppen annähernd gleich viele korrekte Antworten.
- Bei der dritten Frage nach dem Verlauf der Nervenwurzeln sind die korrekten und falschen Antworten bei beiden Gruppen ähnlich verteilt.

- Bei der vierten und fünften Frage nach der Beweglichkeit des Oberkörpers zeigte die Experimentalgruppe geringfügig bessere Ergebnisse. Hingegen verhielt es sich umgekehrt bei der Frage nach dem Hexenschuss. Eine Begründung für dieses Ergebnis lässt sich nicht ohne weiteres in der Programmgestaltung finden.
- Bei der siebten Frage nach den Funktionen der Bänder kann bei beiden Gruppen etwa eine Normalverteilung der korrekten Punktzahlen (von 0-3) heraus, wobei die Werte bei der Experimentalgruppe leicht erhöht lag.
- Auf die achte Frage nach den Nerven in den Bändern gibt es ebenfalls eine Normalverteilung korrekter Antworten bei beiden Gruppen.
- Bei der Frage nach den Muskelarten können beide Gruppen fast keine korrekte Antwort geben. Diese Frage war in bezug auf das Programm und die Zielgruppe zu schwer gestellt.
- Bei der Frage 10 nach verschiedenen Aspekten des Muskeltrainings liegt die Experimentalgruppe im Mittelwert weiter vorn.

**Die Annahme, dass die Adaptionmaßnahmen zu mehr Lernerfolg führen, konnte hier nicht bestätigt werden.**

## 7. Schluss

Das Bedingungsfeld des hier diskutierten Ansatzes umfasst multimediale interaktive computergestützte Lernumgebungen. Deren Einsatz in der Aus- und Weiterbildung birgt die Problemstellung, dass eine heterogene Nutzergruppe mit einer Lernumgebung konfrontiert wird, die zugleich Inhalte liefert und Lernprozesse steuert, wobei ein intelligentes Korrektiv wie ein Lehrer fehlt. Daraus ergibt sich die Frage, wie die Individualisierung der Lernumgebung für einzelne Nutzer automatisch gestaltet werden kann.

Beim Vergleich der Modelle von Adaptionsleistungen in der Lehrer-Lerner-Situation wurde durch einen phänomenologischen Ansatz ein Prozessmodell erarbeitet, das die wesentlichen Anforderungen an ein adaptives System beschreibt, nämlich Diagnoseprozesse, Interpretationsleistungen, eine Planungskomponente und entsprechende Reaktionsschemata.

Ein Exkurs zum Thema Differenzierung im Unterricht liefert weitere Kategorien, die sich vor allem auf den Umgang mit der Lernergruppe beziehen. Diesen Aspekt zu berücksichtigen ist wichtig, denn in der Regel zielt eine computergestützte Lernumgebung ebenfalls auf eine bestimmte Lernergruppe. Einige Reflektionen über Lernerkontrolle, Adaption und Intelligenz sowie über ATI-Forschung verdichten das Bild.

Mit der Darstellung von konkreten Gattungen und Dimensionen der Adaption beim computergestützten Lernen wurden bisher vertretene Theorien und Modelle aufgezeigt. Dabei wurde deutlich, dass es unterschiedliche Perspektiven der Modellierung gibt. Vor allem ist zu unterscheiden, auf welche Weise und mit welchem Ziel angepasst wird. Die Frage stellt sich, an welche Lernereigenschaften die Anpassung sich richtet und welche Programmeigenschaften variiert werden. Aus diesen Dimensionen ist eine Vielzahl an Modellen generierbar.

Sequenzierungsalgorithmen zur Lernwegadaption, Veränderung der Präsentations- und Antwortzeit, modulare Wissensbasen als Form der Anpassung von Inhalten oder adaptive Hilfestellungen gehören zu den meistvertretenen Formen. Auf der Basis einer Analyse der Voraussetzungen technischer Umsetzbarkeit wurde ein eigenes Modell entwickelt.

Das Modell umfasst eine Nutzermodellierung und einen modularen Aufbau, der durch multiple Stereotypisierung für den einzelnen Nutzer zu einem Kurs generiert wird. Das Modell gehört damit zu einer Kategorie der Anpassung an den Lerninhalt (im Gegensatz zur Anpassung an Lernwege, z.B.). Darüber hinaus enthält es in einigen Modulen gezielte didaktische Maßnahmen, also Anpassung der Instruktion bzw. Lernersteuerung. Die Adaptionismittel sind ausgerichtet an den lernerfolgsrelevanten Adaptioninformationen *Motivation* und *Vorwissen*. Von dem Modell wurde angenommen, dass es gut umsetzbar und lernförderlich ist und die Akzeptanz der Nutzer erfährt.

Zunächst erfolgte die Programmkonzeption in Form einer Kernstruktur und optionalen Zusatzmodulen. Ein weiterer Bestandteil ist die Diagnoseeinheit in Form einer elektronischen Befragung zu Beginn der Programmsitzung. Der Inhalt, eine Informationseinheit für Rehabilitationspatienten mit dem Thema Rückengesundheit, stammt als Themenvorgabe aus dem Lehrplan der Klinik. Aufgaben der Autorin waren somit die Drehbucherstellung, Medienkonzeption und –gestaltung und programmtechnische Umsetzung mit integriertem Fragebogen und daraus resultierendem Adaptionprozess. Das Programm mit dem Titel *DigiFit* wurde mit Macromedia Director 8.5<sup>1</sup> und Einbeziehung von Flash 5<sup>2</sup> und Quicktime<sup>3</sup> erstellt. Dabei zeigte sich, dass die Umsetzbarkeit des theoretischen Modells gegeben ist und das modulare Adaptionsschema funktioniert. Im Klinikum Holsteinische Schweiz in Malente erfolgte die Implementation über einen Zeitraum von mehreren Wochen. Versuchspersonen waren reale Nutzer, nämlich Patienten, die die „PC- Schulungsmaßnahme“ von der Klinik zugeteilt bekamen (s. Plan im Anhang).

Die einzelnen Annahmen bezüglich der Lehreffektivität und der Akzeptanz wurden im Anschluss an die Programm Benutzung in Form einer Evaluation überprüft. Der Test wurde mit einer Experimentalgruppe mit adaptiver Programmversion und einer Kontrollgruppe mit kontra-adaptiver Version durchgeführt. Zu erwarten war eine erhöhte Akzeptanz und erhöhter Lernerfolg bei der Experimentalgruppe.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigte, dass

- die Unterschiede zwischen den Gruppen gering ausfielen

---

<sup>1</sup> Autorenwerkzeug zur Softwareerstellung.

<sup>2</sup> Software zur Erstellung von Animationen (u.a.).

<sup>3</sup> Videoformat für Multimedia-Anwendungen.

- die Diagnosemaßnahmen zur Erhebung der Typen A und B nicht als störend empfunden wurden.

Die Annahme, dass die Anwendung in der hier gegebenen Ausführung effektiv ist und zu mehr Akzeptanz führt, konnte somit nicht bestätigt werden. Allerdings führte die Maßnahme auch nicht zu weniger Akzeptanz oder zu geringerem Lernerfolg.

Die eingangs (Kap. 0) gestellte Frage nach der Umsetzbarkeit eines allgemeinen Adaptionsschemas im technisch schlichteren Rahmen konnte durch die erfolgreiche Umsetzung positiv beantwortet werden. Das Modell der multiplen Stereotypisierung ist ein Beitrag zur Entwicklung eines universell einsetzbaren Adaptionsschemas.

Auf weiteren Forschungsbedarf gibt das folgende Kapitel einen Ausblick.

## **8. Ausblick**

Die Ergebnisse der empirischen Untersuchung stehen in einem Widerspruch zu der plausiblen Argumentation für die Methode. Um diesen Gegensatz zu ergründen, aber auch um weitere Gesetzmäßigkeiten über das Adaptionsverfahren zu entdecken, ergeben sich weitere Forschungsperspektiven.

### **8.1 Evaluation mit veränderten Parametern**

Für das vorliegende Ergebnis sind mehrere Erklärungen denkbar. Zum einen ist es schwer, einen geeigneten Versuchsaufbau zu erzeugen, bei dem das Merkmal „Adaptionsmaßnahme“ diskret gemessen werden kann. Diesen Umstand mussten auch CRONBACH & SNOW (1977) bezüglich der ATI-Forschung, oder BRUSILOVSKI (2003) feststellen. Immer existieren auch eine Reihe anderer Faktoren, die Einfluss auf die Leistung der Lerner und auf ihre subjektive Einschätzung haben. Das bedeutet, dass für erneute Untersuchungen spezifische Items und ein systematischer Forschungsaufbau gefunden und genutzt werden sollten.

Die Frage nach validen Parametern zur Messung von Akzeptanz und Lernerfolg einer didaktischen Methode ist es wert, einer weiteren Analyse unterzogen zu werden, um durch Argumentation und Testverfahren zu weiterer Klärung zu gelangen. Denn eine neue Untersuchung ergibt nur dann einen Sinn, wenn die Parameter aussagekräftig bezüglich der gemessenen Merkmale sind.

Bei der Entwicklung eines neuen Fragebogens sollten die Adaptionismittel und der Adaptionsprozess näher in den Vordergrund gerückt werden.

Sofern eine neue Untersuchung mit derselben oder vergleichbaren Programmversion durchgeführt wird und auch entsprechende Items operationalisiert vorliegen, bedarf es eines methodologisch geeigneten Forschungsdesigns. Gemäß der Analyse im sechsten Kapitel lassen sich an mehreren Stellen im Forschungsdesign Veränderungen einbringen.



Entscheidend ist dafür unter anderem eine gute Vorbereitung und Auswahl der Testpersonen, die über hinreichende Medienkompetenz und guten Gesundheitszustand verfügen. Außerdem sollten die externen Bedingungen bei den Probanden übereinstimmen.

## **8.2 Umgestaltung der Adaptionenmittel**

Ein weiterer Grund für den geringen Effekt der Adaptionmethode kann in den Inhalten der adaptierten Module liegen. Es sind zwei Gegenstände, die gemessen werden: einerseits das Verfahren der Anpassung, andererseits die Wirkung der präsentierten Module. Denkbar ist, dass Module, die sich in ihrer Art vom Kern des Programms stärker abheben, auch deutlicher in der Messung zutage treten.

Die gewählten Adaptionenmittel, die auf die Adaptioneninformation Motivation und Vorwissen zielen, können eventuell durch Modifikation oder Ergänzung zu einer anderen Wirksamkeit gelangen. Eine Bedarfsanalyse anhand der Zielgruppe im Vorwege könnte ein hilfreiches Verfahren sein.

Es gibt bisher keine Messung mit einer Programmvariante, die eine höhere Frequenz an adaptiven Modulen enthält. Möglicherweise werden die Maßnahmen erst bei höherer Dichte so wahrgenommen, dass eine Messung Ergebnisse bringt. Von daher erscheint eine Untersuchung hinsichtlich dieses Faktors sinnvoll.

### **8.3 Untersuchung hinsichtlich der Skalierung und der Übertragbarkeit**

Um festzustellen, ob oder wie weit die Methode der multiplen Stereotypisierung skalierbar ist, erscheint es plausibel, die Adaptioninformation um weitere Parameter zu erhöhen und daraufhin die Akzeptanz und die Auswirkungen auf den Lernerfolg zu testen, denn eine Erweiterung des Umfangs zieht unter Umständen Veränderungen in der Arbeitszeit nach sich. Ferner kann eine Skalierung durch eine exponentielle Zunahme an Modulen eine Auswirkung auf die didaktische Gestaltung haben, so dass in der Folge neue Konzeptionsprinzipien notwendig werden.

Die Frage, ob die Adaptionmethode so universell einsetzbar ist, wie postuliert wurde, kann nur durch praktische Überprüfung angemessen geklärt werden.

Auf dem Weg der Generalisierung stellt sich dann auch die Frage nach Regeln für die Gestaltung von Zusatzmodulen. Nicht geklärt ist, ob es beispielsweise ein bestimmtes Verhältnis von Modulen zum Kernprogramm gibt, das eingehalten werden sollte. Wenn multiple Stereotypisierung inhaltsübergreifend einsetzbar sein soll, wären Maßstäbe für die konkrete Gestaltung einzelner Module wünschenswert.

## Literaturverzeichnis

- ACHTENHAGEN, F. (1988). *How can we generate stable consistent, and generalizable results in the field of research on teaching? - Theoretical considerations and practical tests.* International Journal of Educational Research, 12, 645-662.
- ALESSI, S. M./TROLLIP, S. R. (1991). *Computer-Based Instruction. Methods and Development.* Englewood Cliffs (NJ).
- ANASTASI, A.: *Differentielle Psychologie: Unterschiede im Verhalten von Individuen und Gruppen.* Weinheim, 1976.
- ANDERSON, J. R./CORBETT, A. T./KOEDINGER, K. R./PELLETIER, R. (1995). *Cognitive tutors: Lessons learned.* The Journal of the Learning Sciences, 4, 167-207.
- ANDERSON, J. R. (1993). *Rules of the mind.* Hillsdale (NJ).
- ANDERSON, J. R. (1983). *The architecture of cognition.* Cambridge (MA).
- ANDERSON, J. R. (1988). *The place of Cognitive Architectures in a Rational Analysis.* In V. Patel (ed.): Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society. Hillsdale (NJ), 1-10.
- ARNOLD, W./EYSENCK, H.J./MEILI, R. (1972). *Lexikon der Psychologie,* Freiburg.
- ATTESLANDER, P.(2000): *Methoden der empirischen Sozialforschung.* Berlin.
- AUSUBEL, D. P.( 1974) *Psychologie des Unterrichts.*Weinheim.
- AVENARIUS, R.( 1912). *Der menschliche Weltbegriff.* Leipzig.
- AYERSMAN, D. J./MINDEN, A. V. (1995). *Individual differences, computers and instruction.* Computers in Human Behavior 11, (3-4), 371-390.
- BADDELEY, A. D./HITCH, G. J. (1974). *Working Memory.* In S. Dorn (ed.). Attention and performance. Hillsdale (NJ), 647-667.
- BANDURA, A. (1976). *Lernen Am Modell, Ansätze zu einer sozial-kognitiven Lerntheorie.* Stuttgart.
- BAUMGARTNER, P./PAYR, S. (1994). *Lernen mit Software.* Wien.
- BENYON, D. R./MURRAY, D. M. (1993). *Adaptive systems: from intelligent tutoring to autonomous agents.* Knowledge-Based Systems 6 (4), 187-277.
- BENYON, D. R. (1993). *Adaptive Systems: A solution tu usability Problems.* Journal of User Modeling and User-Adapted Interaction 3, 65-87.

- BERLINER, D. C.(2004). *Toiling in Pasteur's quadrant: The contributions of N.L.Gage to educational psychology*. Teaching and teacher education 20, 329-340.
- BLOCK, J. H. (1971). *Mastery Learning: Theory and practice*. New York.
- BLOOM, B. S. (1970). *Alle Schüler schaffen es*. Betrifft: Erziehung 3, 15-27.
- BLOOM, B. S.(1974). *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich* (4. Aufl.). Weinheim, Basel.
- BODENDORF, F. (1990). *Computer in der betrieblichen Weiterbildung*. München.
- BÖHM, W. (1994): *Wörterbuch der Pädagogik*. Stuttgart.
- BÖNSCH M. (1983). *Der pädagogische Bezug-Grundprobleme schulischer Erziehung*. München.
- BÖNSCH M. (1976). *Differenzierung des Unterrichts*. München.
- BÖNSCH, M. (1997). *Differenzierung als Optimierung von Lernprozessen. Didaktische-diagnostische-dialogische Gestaltung des Unterrichts*. Die Deutsche Schule 89, 336.
- BORTZ, J./DÖRING, N.(1995). *Forschungsmethoden und Evaluation* (2. Völlig überarbeitete und aktualisierte Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York.
- BROCKHAUS ENZYKLOPÄDIE (1974). Ausgabe in 20 Bänden. Brockhaus, Wiesbaden.
- BRUNER, J. S./OLIVER, R. R./GREENFIELD, P. M. (1971). *Studien zur kognitiven Entwicklung*. Stuttgart.
- BRUNER, J. S. (1973). *Der Akt der Entdeckung*. In H. Neber (Hrsg.), Entdeckendes Lernen. Weinheim.
- BRUNER, J. S. (1973). *Relevanz der Erziehung*. Ravensburg.
- BRUNS, B./GAJEWSKI, P. (1999). *Multimediales Lernen im Netz: Leitfaden für Entscheider und Planer*. Berlin.
- BRUSILOVSKI, P./EKLUND, J./SCHWARZ, E. (1998). *Web-based education for all: A tool for developing adaptive courseware*. Computer Networks and ISDN Networks, 1 (7), 291-300.
- BRUSILOVSKI, P./PESIN, L. (1998). *Adaptive navigation support in educational hypermedia: An evaluation of the ISIS-Tutor*. Journal of Computing and Information Technology 1, 27-38.
- BRUSILOVSKI, P./RIZZO, R. (2002). *Map-based horizontal navigation in educational hypertext*. Journal of Digital Information 1.
- BRUSILOVSKI, P./SPECHT, M./WEBER, G. (1995). *Towards an Adaptive Interface for Advanced Web-based Applications*. In F. Huber-Wäsche, H. Schauer & P. Widmayer

- (Hrsg.), GISI 95- Herausforderungen eines globalen Informationsverbundes für die Informatik, 322-329.
- BRUSILOVSKI, P. (1999). *Adaptive and intelligent technologies for webbased education*. In C. Rollinger & C. Peylo (ed.), Special issue on intelligent systems and teleteaching 4, 19-25.
- BRUSILOVSKI, P. (2001). *Adaptive Hypermedia*. User Modeling and User-adapted Interaction 11, 87-110.
- BRUSILOVSKI, P. (2003). *Adaptive navigation Support in educational hypermedia: the role of student knowledge level and the case for meta-adaption*. British journal of education technology, 34 (4), 487-497.
- BRUSILOVSKI, P. (1996). *Methods and techniques of adaptive hypermedia*. User Modeling and User-adapted Interaction, 6, 87-129.
- BUTZ, A. (1997). *Ein inkrementeller Ansatz zur Generierung informativer 3D-Animationen*. (PhD Dissertation), Universität des Saarlandes.
- CAROLL, J.B. (1972). *Lernerfolg für alle*. Westermanns Pädagogische Beiträge.
- CARR, B./ GOLDSTEIN, L. (1977). *Overlays: A theory of modelling for computer aided instruction*. AI Memo 406, AI Laboratory, Cambridge (MA).
- CARVER, C./HAWARD, R./LAVELLE, E. (1996). *Enhancing student learning by incorporating learning styles into adaptive hypermedia*, Boston (MA).
- CARVER, C./HILL, M./POOCH, U. (1999). *Third generation adaptive hypermedia systems*. WebNet99, Honolulu, Hawaii.
- CLAPAREDE, E. (1911). *Kinderpsychologie und experimentelle Pädagogik*. Leipzig.
- COMENIUS, J. A. (1960). *Didacta Magna / Orbis Pictum*. Düsseldorf.
- CONKLIN, J. (1987). *Hypertext: An Introduction and Survey*. IEEE Computer, 17-41.
- COOK, L. K./MAYER, R. E. (1983). *Reading strategy training for meaningful learning from prose*. In M. Pressley & J. Levin (ed.), Cognitive strategy research: Educational applications, New York, 87-131.
- CORNO, L./SNOW, R. E. (1986). *Adapting Teaching to Individual Differences*. In M. C. Wittrock (ed.), Handbook of Research on Teaching, London, 613-618
- CORRELL, W. (1965). *Programmiertes Lernen und schöpferisches Denken*. München.
- CRONBACH, L. J./SNOW, R. E. (1977). *Aptitudes and instructional methods*. New York.
- CRONBACH, L. J./SNOW, R. E. (1969). *Individual differences in learning ability as a function of instructional variables*. Stanford University.

- CRONBACH, L. J. (1967). *How can instruction be Adapted to Individual Differences*. In R. M. Gangné (ed.), *Learning and Individual Differences*. Ohio, 42-58.
- CRONBACH, L. J. (1957). *The two disciplines of scientific psychology*. *American Psychologist*, 12, 671-684.
- CRONBACH, L. J. (1975). *Wie kann Unterricht an individuelle Unterschiede angepaßt werden?* In R. Schwarzer & K. Steinhagen (Hrsg.), *Adaptiver Unterricht*, München, 42-58.
- CROWDER, N. A. (1959). *Automatic tutoring by means of intrinsic programming*. In E. Galanter (ed.), *Automatic teaching: The state of the art*, 109-116, New York.
- CROWDER, N. A. (1962). *Intrinsic and extrinsic programming*. In J. E. Coulson (ed.), *Programmed learning and computer-based instruction*, New York, 58-66.
- DALE, E. (1969). *Audiovisual Methods in teaching* (3rd Ed.), New York.
- DANSERAU, D. F. (1985). *Learning strategy research*. In J. W. Segal, S. F. Chipman & R. Glaser (eds.), *Thinking and learning skills: Vol. 1. Relating instruction to research*. Hillsdale (NJ), 209-239.
- DE BRA, P. M. E. (1996). *Teaching Hypertext and Hypermedia through the Web*. *Journal of Universal Computer Science*, 12, 797-804.
- DESCARTES, R. (1637). *Discours de la Méthode*. In L. Gäbe (Hrsg.), *Von der Methode des richtigen Vernunftgebrauchs und der wissenschaftlichen Forschung*, Hamburg.
- DIETERICH, H./MALINOWSKI, U./KÜHME, T./SCHNEIDER-HUFSCHMIDT, T. (1993). *State of the art in adaptive user interfaces*. In M. Schneider-Hufschmidt, T. Kühme & U. Malinowski (eds.), *Adaptive user interfaces*, Amsterdam, 13-48.
- DIETERICH, R. (1994). *Simulation als Lernmethode*. In J. Petersen & B. Reinert (Hrsg.), *Lehren und Lernen im Umfeld neuer Technologien*. Frankfurt a.M., 207-224.
- DIJKSTRA, S./SEEL, N./SCHOTT, F./TENNYSON, R. (1997). *Instructional Design*. Mahwah, New Jersey, London.
- DITTLER, U./MANDL, H. (1994). *Computerspiele unter pädagogisch-psychologischer Perspektive*. In J. Petersen & B. Reinert (Hrsg.), *Lehren und Lernen im Umfeld neuer Technologien*. Frankfurt a.M., 95-122.
- DITTLER, U. (2002). *E-Learning: Erfolgsfaktoren und Einsatzkonzepte mit interaktiven Medien*, München, Wien.
- DÖRNER, D./KREUZIG, H. W. (1983). *Problemlösefähigkeit und Intelligenz*. *Psychologische Rundschau*, 34 (4), 185-192.
- DU PLESSIS, S. A./DE KOCK, H. C. (1996). *A Fuzzy Expert and Decision-Making System to individualize Computer-based Tutoring*. In P. Brna, A. Paiva, & J. Self (eds.), *Proceedings of EuropAIED (European Conference on Artificial Intelligence in*

- Education). Lissabon, 177-183.
- DUFFY, A. (1992). *Teaching Auslan: In good hands*. Workbook for Unit 4: Making it hang together, Adult Education Centre, Strathfield (NSW).
- DUFFY, T.M./WALLER, R. (Hrsg.) (1985). *Designing usable texts*. New York.
- ECKERT, A. (1999). *Die "Mannheimer Netzwerk-Elaborierungs-Technik (Ma-NET)" - Ein computerunterstützendes Instrument zur Analyse vernetzten Wissens*. In W.K. Schulz, Aspekte und Probleme der didaktischen Wissenstrukturierung. Frankfurt am Main, 93-111.
- EDELMANN, W. (1986). *Lernpsychologie. Eine Einführung*. München, Weinheim.
- EIGLER, G./STRAKA, G. (1978). *Mastery Learning-Lernerfolg für jeden?* München.
- ELZER, S./CHU-CARROLL, J/CARBERRY, S. (1994). *Recognizing and Utilizing Preferences in Collaborative Consultation Dialogues*. In B. Goodmann, A. Kobsa & D. Litman (eds.), Proceedings of 4th International Conference on User Modeling MITRE, Hyannis.
- ENDRUWEIT, G. (1989). *Stichwort Akzeptanz und Sozialverträglichkeit*. In G. Endruweit & G. Trommsdorf (Hrsg.), Wörterbuch der Soziologie, Stuttgart.
- ERDMANN, H. W./PETERSEN, J. (1979). *Strukturen empirischer Forschungsprozesse*, Bd. 1 und 2, Ratingen.
- EULER, D. (1987). *Computerunterstützter Unterricht: Möglichkeiten und Grenzen*. Braunscheig, Wiesbaden.
- EULER, D. (1992). *Didaktik des computergestützten Lernens: Praktische Gestaltung und theoretische Grundlagen* (Bd. 3). Nürnberg.
- FINK, J./KOBASA, A./NILL, A. (1997). *Adaptable and Adaptive Information Access for All Users, Including the Disabled and the Elderly*. In A. Jameson, C. Paris & C. Tasso (eds.), Proceedings of User Modeling. Chia Laguna, 171-173.
- FRANK, H./MEDER, B. S. (1971). *Einführung in die kybernetische Pädagogik*. München.
- FRANK, H. (1965). *Lehrautomaten für die Einzel- und Gruppenschulung*. In H. Frank (Hrsg.), Proceedings of Lehrmaschinen in kybernetische und pädagogischer Sicht. Nürnberg, 17-35.
- FRIEDRICH, H.F. (1997). *Multimediale Lernumgebungen in der betrieblichen Weiterbildung*. In H.F. Friedrich, H. Eigler, H. Mandl, W. Schnotz, F. Schott & N. M.Seel (Hrsg.), Gestaltung, Lernstrategien und Qualitätssicherung. Neuwied.
- GAGE, N.L./BERLINER, D.C.(1986). *Pädagogische Psychologie* (4. Völlig neu bearbeitete Ausgabe). Weinheim.

- GAGNÉ, R. M. (1973). *Die Bedingungen des menschlichen Lernens*, [1969] Hannover.
- GAPPA, H./HERMSDORF, D./MERMET, S./PIEPER, M. (1995). *Teleworking for Disabled People - GMD's TEDIS-Project*. In Österr. Computergesellschaft (ed.), *Interdisciplinary Aspects on Computers Helping People with Special Needs*. Oldenburg, Wien, 267ff.
- GAUDE, P./TESCHNER, W.P. (1971). *Objektivierte Leistungsmessung in der Schule*. Frankfurt/M.
- GERDES, H. (1997). *Lernen mit Text und Hypertext*. Dissertation, Bonn.
- GIERL, L. (1995). *Methoden zur Adaption eines KKS an seine spezifische Umwelt*. In F. Huber-Wäschle, H. Schauer & P. Widmayer (Hrsg.), *Proceedings of GISI 95*. Zürich, 687-694.
- GLASER, R. (1977). *Adaptive Education: Individual diversity and learning*. New York.
- GLEIXNER, C. (1995). *Der Regenbogen - Ein didaktisches Lehrstück der geometrischen Optik auf dem Computer*. *Physik in der Schule*, 33. 62-66.
- GOLDSTEIN, E. B. (1997). *Wahrnehmungspsychologie: eine Einführung*. Heidelberg, Berlin, Oxford.
- GOLDSTEIN, I. P./PAPERT, S. (1977). *Artificial Intelligence, Language, and the Study of Knowledge*. *Cognitive Science* 1, 84-123.
- GRÄBER, W. (1992). *Instrument zur Bewertung von pädagogischer Software*. *Computer und Unterricht*, 7.
- GRÄSL, C./MANDL, H./FISCHER, M./GÄRTNER, R. (1994). *Vergebliche Designerermühen? Interaktionsangebote in problemorientierten Computerlernprogrammen*. *Unterrichtswissenschaft*, 22 (4), 312-333.
- GREGORY, R. L. (1973). *Eye and Brain* (2. Aufl.), New York.
- GRIMES, J./POTEL, M. (1991). *What is Multimedia*. *IEEE Computer Graphics & Applications*, 1, (11), 49-52.
- GROEBEN, N. (2001). *Partizipation und Interaktion im virtuellen Seminar" - Interdisziplinäre Aspekte zum netzgestützten Lehren und Lernen in Gruppen: Ergebnisse eines Workshops*. *Medienpsychologie*, 13 (N.F. 1)(1), 53-56.
- GUTKAUF, B./THIES, S./DOMINK, G. (1997). *A User-Adaptive Chart Editing System Based on User Modeling and Critiquing*. In A. Jameson, C. Paris & C. Tasso (eds.), *Proceedings of User Modeling*. Chia Laguna, 159-170.
- HAEFNER, K./EICHMANN, E. H./HINZE, C. (1987). *Denkzeuge: was leistet der Computer? Was soll der Mensch selbst tun*. Basel u.a..



- HÄRTEL, H. (1985). *Der Computer im Physikunterricht*. *Physica Didactica*, 12 (3), Bad Salzdetfurth.
- HARTLEY, J. (1978). *Designing instructional text*. London.
- HARTLEY, J. (1992). *Technology and writing: readings in the psychology of written communication*. London.
- HASSELHORN, M. (1995). *Individuelle Differenzen im Bereich des Lernens und des Gedächtnisses*. In M. Amelang (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie* (Themenbereich C, Bd. 2: Verhaltens- und Leistungsunterschiede). Göttingen, 435-468.
- HECKHAUSEN, H. (1973). *Entwurf einer Psychologie des Spielens*. In C. F. Graumann & H. Heckhausen (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie Grundlagentexte*. 1. Funkkolleg Pädagogische Psychologie. Frankfurt a.M., 156 ff..
- HECKHAUSEN, H. (1986). *Funkkolleg pädagogische Psychologie*. Weinheim.
- HEGEL, G. W. F. (1807). *Phänomenologie des Geistes*. In E. Moldenhauer & K. M. Michel (Hrsg.), *Hegel Werke in 20 Bänden*. Frankfurt a.M.
- HEIDER, F. (1958). *The psychology of interpersonal relations*. New York.
- HILLEN, S./BERENDES, K./BREUER, K. (2000). *Systemdynamische Modellbildung als Werkzeug zur Visualisierung, Modellierung und Diagnose von Wissensstrukturen*. In H. Mandl und F. Fischer (Hrsg.), *Wissen sichtbar machen*. Göttingen.
- HIRST, G./DIMARCO, C./HOVY, E./PARSONS, K. (1997). *Authoring and Generating Health-Education Documents That are Tailored to the Needs of the Individual Patient*, In A. Jameson, C. Paris & C. Tasso (eds.), *Proceedings of User Modeling*. Chia Laguna, 107-118.
- HODGES, M. E./SANETT, R. M. (eds.) (1993). *Multimedia Computing. Case Studies from MIT Project ATHENA*, Reading (MA).
- HUSSERL, E. (1954). *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie*. In W. Biemel (Hrsg.), *Husserliana* (Bd. 6), Den Haag.
- HUSSERL, E. (1913). *Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologische Philosophie*. In W. Biemel (Hrsg.), *Husserliana*, S. 61 ff., Den Haag.
- HUSSERL, E. (1913). *Logische Untersuchungen* (Bd. 2.1), Halle.
- INGENKAMP, F. (1979). *Zielerreichendes Lernen-Mastery Learning*. Ravensburg.
- JÄGER, A. (1967). *Dimensionen der Intelligenz*. Göttingen.
- JENSEN, M./JOHNSON, D./JOHNSON, R. (2002). *Impact of positive Interdependence During Electronic Quizzes on Discourse and Achievement*. *Journal of Educational*

- Research, 95 (3), 161-166.
- JEZIORSKY, W. (1965). *Selbstbildungsmittel in der Grundschule*, Braunschweig.
- JONASSEN, D./GRABOWSKI, B. L. (1993). *Handbook of individual differences, learning and Instruction*, Hillsdale (NJ).
- JONASSEN, D./WANG, S. (1993). *Acquiring structural knowledge from semantically structured hypertext*. Journal of Computer-based Instruction, 20 (1), 1-8.
- JONASSEN, D. (1992). *Adding Intelligence to Hypertext with Expert Systems and Adding Usability to Expert Systems with Hypertext*. In A. Oliveira (ed.), *Hypermedia Courseware: Structures of Communication and Intelligent Help* (NATO ASI Series. Series F: Computer and System Sciences), Berlin, Heidelberg, 188-197.
- JONES, B. F./AMIRAN, M./KATIMS, M. (1985). *Teaching cognitive strategies and text structures within language art programs*. In J. W. Segal, S. F. Chipman & R. Glaser (eds.), *Thinking and learning skills* (Vol.1), Hillsdale (NJ), 259-295.
- KADE, F. (1956). *Schule im Werden*. Bonn.
- KANT, I. (1956). *Kritik der reinen Vernunft*. Hamburg.
- KAPLAN, C./FENWICK, J./CHEN, J. (1993). *Adaptive hypertext navigation based on user goals and context*. User Modeling and User-Adapted Interaction 3, 193-220.
- KAYAMA, M./OKAMOTO, T. (1999). *Hy-SOM - The semantic map framework applied on an example case of navigation*. In G. Cumming, T. Okamoto & L. Gomez (eds.), *Advanced Research in Computers and Communications in Education, Frontiers of Artificial Intelligence and Applications*. Amsterdam, 252-259.
- KERRES, M./GORHAN, E. (1999). *Status und Potentiale multimedialer und telemedialer Lernangebote in der betrieblichen Weiterbildung*. In Arbeitsgemeinschaft Quem (Hrsg.), *Kompetenzentwicklung Bd. 4*, München.
- KERRES, M. (2002). *Multimediale und telemediale Lernumgebungen: Konzeption und Entwicklung* [1998]. München.
- KLAUER, K. J. (1974). *Methodik der Lehrzieldefinition und Lehrstoffanalyse*. Düsseldorf.
- KLAUER, K. J. (1985). *Framework for a theory of teaching*. In *Teaching and Teacher Education*, 5-17.
- KLAUER, K. J. (1987). *Kriteriumsorientierte Tests*. Göttingen.
- KLAUER, K. J. (1988). *Teaching for learning-to-learn: A critical Appraisal with some Proposals*. *Instructional Science*, 17, 351-367.
- KLAUS, D. J. (1965). *An analysis of programming techniques*. In R. Glaser (ed.), *Teaching machines and programmed learning*. Washington D.C., 118-161.

- KLEBER, E.W. (1977). *Lernvoraussetzungen und Unterricht. Zur Begründung und Praxis adaptiven Unterrichts*. Weinheim u. Basel.
- KLEINE - BÜNING, H. (1988). *PROLOG: Grundlagen und Anwendungen*. Stuttgart.
- KLUWE, R. H. (1979). *Wissen und Denken: Modelle, empirische Befunde und Perspektiven für den Unterricht*. Stuttgart u.a.
- KONRADT, U. (2002). *Eine Längsschnittstudie: Zur Motivation und Kommunikation beim netzbasierten Lernen in einem virtuellen Seminar*. *Medienpsychologie*, 14. (N.F. 2) (3), 109-117.
- KRÄMER, N. C. (2002). *Können virtuelle Helfer uns wirklich helfen? Verfahren zur Evaluation von anthropomorphen Mensch-Technik-Schnittstellen*. *Medienpsychologie*, 14. (N.F. 2)(1), 34-37.
- KRAPP, A./ WEIDENMANN, B. (2001). *Pädagogische Psychologie*. Weinheim.
- KRAUSE, M.U./SAGEDER, J. (1975). *Vorläufiger Kurzbericht z. Vorhaben: Effizienzvergleich computergesteuerten Parallelunterrichts mit programmierten Einzelunterricht in Buchform*. FEOll GmbH, Paderborn.
- KRON, F. W. (1994). *Grundwissen Didaktik*. München, Basel.
- KUNCZIK, M. (1979). *Massenkommunikation*. Köln.
- KUNZ, G.C./SCHOTT, F. (1987). *Intelligente Tutorielle Systeme*. München.
- LA PASSADIÈRE, B./DUFRESNE, A. (1992). *Adaptive navigational tools for educational hypermedia*. In Tomek I (ed.), *Computer Assisted Learning*, Berlin, 555-567.
- LECHNER, M./TERGAN, S.-O. (2001). *Informationslokalisierung und -Selektion als Prozesse des Wissensmanagements: das Projekt HyperDisc*. *Medienpsychologie*, 13 (N.F. 1) (3), 110-124.
- LEGAT, M. (1991). *An author's guide to publishing* (Fully rev. and expanded ed.). London.
- LEMKE, D. (1981). *Lernzielorientierter Unterricht* (3.Aufl.)[1970]. Weinheim.
- LEUTNER, D. (1992). *Adaptive Lehrsysteme - Instruktionspsychologische Grundlagen und experimentelle Analysen*. Weinheim.
- LEWIN, K. (1943). *Defining the "field at a given time"*. In C. F. Graumann (Hrsg.), *Kurt-Lewin-Werkausgabe* (Bd. 4). Bern.
- LI, Y./GINTHER, D. (1999). *Cognitive styles and distance education*. *On-line Journal of Distance Learning Administration*, 2 (3).
- LINDEN, G./HANKS, S./LESH, N. (1997). *Interactive Assessment of User Preference Models: The Automated Travel Assistant*. In A. Jameson, C. Paris & C. Tasso (eds.),

- Proceedings of User Modeling. Chia Laguna, 67-78.
- LINDNER, H. G. (1995). *Ein Prototyp zur adaptiven Beratungsunterstützung des Versicherungsverkaufs*. In U. Malinowsky (Hrsg.), *Proceedings of Workshop Adaptivität und Benutzermodellierung in Interaktiven Softwaresystemen*. Siemens AG, München.
- LITCHFIELD, B. C./DRISCOL, M. P./DEMPSEY, J. V. (1990). *Presentation sequence and example difficulty: Their effect on concept and rule learning in computer-based instruction*. *Journal of Computer-Based Instruction*, 17, 35-40.
- LOCH, W.(1983). *Phänomenologische Pädagogik*. In D. Lenzen (Hrsg.), *Enzyklopädie der Erziehungswissenschaft Band 1*, Stuttgart, 155-175.
- LÖSEL, W. (1992). *Entwicklung eines komplexen Unternehmensplanspiels mit interaktiver Entscheidungsunterstützung*. Nürnberg.
- LUCKE, D. (1995). *Akzeptanz. Legitimität in der „Abstimmungsgesellschaft“*. Opladen.
- LUCKE, D. (1998). *Riskante Annahmen – Angenommene Risiken. Eine Einführung in die Akzeptanzforschung*. In D. Lucke & M. Hasse (Hrsg.), *Annahme verweigert. Beiträge zur soziologischen Akzeptanzforschung*. Opladen, 15-37.
- LÜDKE, M. (1992). *Technische Arbeitshilfen (Medienkombination): Handbuch zur ergonomischen und behinderungsgerechten Gestaltung von Arbeitsplätzen*. Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund.
- MAES, P. (1994). *Modeling Adaptive Autonomous Agents*, *Artificial Life Journal*, 1.
- MAGER, R. (1971). *Lernziele und programmierter Unterricht*. [1965] Weinheim.
- MAGER, R. (1974). *Motivation und Lernerfolg: wie Lehrer ihren Unterricht verbessern können*, Weinheim.
- MALONE, T. W./LEPPER, M. R. (1987). *Making learning fun: a taxonomy on intrinsic motivations for learning*. In R. E. Snow & M. J. Farr (eds.), *Aptitude, learning, and instruction (Bd. 3)*. Hillsdale (NJ), 223-254.
- MANDL, H./HRON, A. (1989). *Psychologische Aspekte des Lernens mit dem Computer*. *Zeitschrift für Pädagogik* 35, 657-678.
- MANDL, H. (1990). *Lernen mit dem Computer aus pädagogisch-psychologischer Sicht*. In M. P. Baur & J. Michaelis (Hrsg.), *Computer in der Ärzteausbildung*. München, 85-98.
- MANGOLD, R. (2001). *Ist die mimikbasierte Emotionsanalyse eine verkannte Methode in der Medienpsychologie?* *Medienpsychologie*, 13. (N.F. 1) (2), 96-98, Göttingen.
- MARCHIONINI, G. (1998). *Hypermedia and learning: freedom and chaos*. *Educational Technology*, 28, 8-12.

- MAYER, R. A. M. (1984). *Medienumwelt im Wandel: Aspekte sozialer und individueller Auswirkungen der alten und neuen Medien*. München.
- MAYER, R. E./GALLINI, J. K. (1990). *When is an illustration worth than thousand words?* Journal of Educational Psychology 82 (4).
- MAYER, R. E./SIMS, V. K. (1994). *For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding Theory of multimedia learning*. Journal of Educational Psychology 86 (3), 389-401.
- MAYER, R. E. (1988). *Learning Strategies. An overview*. In C. E. Weinstein, E. T. Goetz & P. A. Alexander (eds.), *Learning and study strategies*. New York, 11-24.
- MAYES, J. T. (1992). *The 'M-Word Multimedia Interfaces and Their Role in Interactive Learning Systems*. In A. D. N. Edwards & S. Holland (eds.), *Multimedia Interfaces in Education*. (NATO ASI Series, Series F: Computer and System Sciences; 76) Berlin, 1-22.
- MEADOWS, D.H. U.A. (1983). *Die Grenzen des Wachstums: Bericht der Club of Rome zur Lage der Menschheit*. Stuttgart.
- MEADOWS, D.H./MEADOWS, D. L./RANDERS, J. (1993). *Die neuen Grenzen des Wachstums: die Lage der Menschheit: Bedrohung und Zukunftschancen*. Stuttgart.
- MENG, K./PATTY, D. (1991). *Field-dependence and contextual organizers*. Journal of Educational Research 84 (3), 183-189.
- MERRIL, M. D. (1987). *Prescriptions for an Authoring System*. Journal of Computer-Based Instruction, 14 (1), 1-10.
- MERRILL, M. D. (1988). *Applying component display theory to the design of courseware..* In D. H. Jonassen (ed.), *Instructional designs for microcomputer courseware*. Hillsdale (NJ), 61-96.
- MERRILL, M. D. (1997). *Instructional transaction theory: An instructional design model based on knowledge objects*. In R. D. Tennyson, F. Schott, N. Seel & S. Dijkstra (eds.), *Instructional design*. MahWah (NJ).
- MESSNER, R. (1973). *Funktionen der Taxonomien für die Planung von Unterricht in Bloom u.a. Taxonomien von Lernzielen im kongnitiven Bereich*. Weinheim.
- MEYER (1985). *Meyers Enzyklopädisches Lexikon*.
- MILLER, G. A./GALANTER, E./PRIBAM, K.H. (1960). *Plans and the structure of behavior*. London.
- MÖLLER, C. (Hrsg.) (1974). *Praxis der Lernplanung*. Weinheim, Basel.

- MONTESSORI, M. (1976). *Schule des Kindes: Montessori-Erziehung in der Grundschule*. Freiburg, Basel, Wien.
- MÜLLER-SCHWARZ, W. (1969). *Einführung in die Regelungstechnik*. Siemens AG, München.
- MURPHY, M./MCTEAR, M. (1997). *Learner Modelling for Intelligent CALL*. In A. Jameson, C. Paris & C. Tasso (eds.), *Proceedings of User Modeling*. Chia Laguna, 301-312.
- NEBER, H. (1973). *Entdeckendes Lernen*. Weinheim, 1973.
- NEGROPONTE, N. (1995). *Total digital. Die Welt zwischen 0 und 1 oder Die Zukunft der Kommunikation*. München.
- NIEGEMANN, H. M./GRANDMONTAGNE, M./KIRSCH, B./PAAR, I. (1988). *Problemverstehen als Schema-Anwendung: Studien zur Förderung der Problemlösekompetenz*. In Universität des Saarlandes (Hrsg.), *Arbeitsbericht 44 aus der Fachrichtung Allgemeine Erziehungswissenschaften*. Saarbrücken.
- NIEGEMANN, H. M. (1982). *Computergestützte Instruktion in Schule, Aus- und Weiterbildung: theoretische Grundlagen, empirische Befunde und Probleme der Entwicklung von Lehrprogrammen*. Frankfurt am Main, New York.
- NIEGEMANN, H. M. (1995). *Computergestützte Instruktion in Schule, Aus- und Weiterbildung. Theoretische Grundlagen, empirische Befunde und Probleme der Entwicklung von Lehrprogrammen*. Frankfurt a.M..
- NIEGEMANN, H./HESEL, S./HOCHSCHEID-MAUEL, D./ASLANSKI, K./DEIMANN, M./KREUZBERGER, G. (2004). *Kompodium E-Learning*. Berlin, Heidelberg.
- NIELSEN, J. (1990). *A Meta-model for Interacting with Computers*. *Interacting with Computers* 2, 147-160.
- O`SHEA, T./SELF, J. A. (1984). *Learning and teaching with computers. Artificial intelligence in Education*. Brighton.
- O`SHEA, T./SELF, J. (1986). *Lehren und Lernen mit Computern - Künstliche Intelligenz im Unterricht*, Basel.
- OBERMAIER, A. (1994). *Benutzereinschätzung in einem adaptiven Tutorssystem mit Hilfe von Lernzielen*. In: ABIS 94 - GI Workshop: Adaptivität und Benutzermodellierung in interaktiven Softwaresystemen. Sankt Augustin, 63-68.
- OERTER, R./MONTADA, L. (1987). *Entwicklungspsychologie. Ein Lehrbuch*. (2. Aufl.), Weinheim.
- OSGOOD, T.G./SHANNON-WEAVER, L. (1974). *Pädagogische Psychologie: Lehren und Instruktionsoptimierung*. In Paschen (Hrsg.), *Kommunikation*. Bayerischer

Schulbuchverlag.

OTTO, B. (1951). *Gesamtunterricht. Der Begriff des natürlichen Unterrichts*. Oldenburg.

PAIVIO, A. (1978). *Dual Coding: Theoretical Issues and empirical evidence*. In J. M. Scandura & C. J. Brainard (eds.), *Structural/process models of complex human behavior*. Sijthoff, Nordthoff, Leyden.

PAIVIO, A. (1986). *Mental presentations. A Dual-Coding Approach*, New York, Oxford.

PAPANIKOLAOU, K./GRIGORIADOU, M./KORNILAKIS, H. (2001). *Instructional and interface design in an adaptive educational hypermedia system*. Panhellenic Conference in Human-Computer Interaction, Patra, Greece.

PAPERT, S. (1992). *The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*. New York.

PASK, G. (1964). *The adaptive teaching system*. In K. Austwick (ed.), *Teaching machines and programming*, Oxford, 79-112.

PETERSEN, J./WEISE, G. (1999). *GenMod. Ein generisches Evaluationsmodell. Ein Programm zur computerunterstützten Evaluation computerunterstützter Lernumgebungen* (Experimentalversion 1.1 Alpha). Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, FeII/6.

PETERSEN, P. (1934). *Eine freie allgemeine Volksschule nach den Grundsätzen neuer Erziehung* (Jenaplan I-III). Langensalza.

PIAGET, J. (1969). *Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde*. Stuttgart.

PITSCHKE, K. (1994). *Statistische Vorhersage von Benutzerverhalten in Domänen ohne explizite Designtheorie*. Sankt Augustin, 69-75.

PLATON (1957). *Siebenter Brief, Sämtliche Werke* ( Bd. 1), Hamburg.

PLUTCHIK, R. (1991). *The emotions*, Lanham (MD).

PREISS, P. (1992). *Komplexität im Betriebswirtschaftslehre-Anfangs-Unterricht*. In F. Achtenhagen & E. G. John (Hrsg.), *Mehrdimensionale Lehr-Lern-Arrangements - Innovation in der kaufmännischen Aus- und Weiterbildung*. Wiesbaden.

PREISS, P. (1990). *Planspiel Jeansfabrik, Seminar für Wirtschaftspädagogik der Georg-August Universität*. Göttingen.

PRESSEY, S. L. (1927). *A machine for automatic teaching of drill material.*, In: R. Glaser (ed.), *Teaching machines and programed learning*. National Education Association of the United States, Washington D.C., 42-46.

RADATZ, H. (1980). *Fehleranalysen im Mathematikunterricht*. Braunschweig u.a.

- RASER, J. (1976). *Simulation and society: an exploration of scientific gaming*. Boston.
- RHEINBERG, F. (1985). *Motivationsanalysen zur Interaktion mit Computern*. In P. Mandl & P. M. Fischer (Hrsg.), *Lernen im Dialog mit dem Computer*. München.
- RICH, E. (1989). *Stereotypes and User Modeling*. In A. Kobsa & W. Wahlster (eds.), *User Modeling in Dialog Systems*. Berlin, Heidelberg, 35-51.
- RICH, E. (1983). *Users are individuals: individualising user models*. *International Journal of Man Machine Studies*, 18, 199-214.
- RIETSCH, P. (2002). *Erfolgsfaktor Multimedia-Didaktik - Drei Beispiele*. In U. Dittler (Hrsg.), *E-Learning*. München.
- ROMBACH, H. (1977). *Wörterbuch der Pädagogik*. München, Wien.
- ROSCH, E. (1973). *Natural categories*. *Cognitive Psychology*, 4, 328-350.
- ROST, D. H. (1998). *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. Weinheim.
- ROWNTREE, D. (1992). *Exploring open and distance learning*. London.
- RUMPF, H. (1972). *Lernschnellwege? Über das Recht auf Fehler, Umwege, Einfälle, und seine Liquidation in zweckrationalen Unterrichtskonzepten*. In J. Flügge (Hrsg.), *Pädagogischer Fortschritt?* Bad Heilbronn, 102-118.
- SALISBURY, D. F. (1988). *Cognitive Psychology and Its Implications for Designing Drill and Practice Programs for Computers*. *Journal of Computer-Based Instruction*, 17 (1), 97-111.
- SALOMON, G. (1972). *Heuristic models for the generation of aptitude-treatment interaction hypotheses*. *Review of Educational Research* 42, 237-343.
- SALOMON, G. (1975). *Heuristische Modelle für die Gewinnung von Interaktionshypothesen*. In R. Schwarzer & K. Steinhagen (Hrsg.), *Adaptiver Unterricht*. München, 127-145.
- SALOMON, G. (1983). *The differential investment of mental effort in learning from different sources*. *Educational Psychologist* 18, 42-50.
- SCHAUMBURG, H. (2001). *Neues Lernen mit Laptops? Ein Überblick über Forschungsergebnisse zur Nutzung mobiler Computer in der Schule*. *Medienpsychologie* 13 (N.F. 1) (1), 11-21.
- SCHENKEL, P./HOLZ, H. (1995). *Evaluation multimedialer Lernprogramme und Lernkonzepte, Bildung und Wissenschaft*. Nürnberg.
- SCHNOTZ, W. (1993). *Aufbau von Wissensstrukturen*. Weinheim.
- SCHOTT, F. (1975). *Lehrstoffanalyse*. Düsseldorf.



- SCHULMEISTER, R.(2002). *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme* (3. Aufl.). München, Wien.
- SCHULZ VON THUN, F. (1987). *Miteinander Reden: Störungen und Klärungen. Psychologie der zwischenmenschlichen Kommunikation*. Reinbek.
- SCHULZ, W. (1980). *Unterrichtsplanung* (2.Aufl.). München.
- SCHUPP, W. (1985). *Schüler programmieren in Basic: Einführung in strukturiertes Programmieren mit 120 Programmbeispielen und 236 Aufgaben*. Paderborn.
- SCHÜTZ, A. (1974). *Der sinnhafte Aufbau der sozialen Welt, Eine Einleitung in die verstehende Soziologie*. Frankfurt/M.
- SCHWARZ, E. (1970). *Experimentelle und quasiexperimentelle Anordnung in der Unterrichtsforschung*. Handbuch der Unterrichtsforschung (Bd. 15). Weinheim, Basel.
- SCHWARZER, R./STEINHAGEN, K. (1975). *Adaptiver Unterricht. Zur Wechselwirkung von Schülermerkmalen und Unterrichtsmethoden*. München.
- SCHWIER, R. A./MISANCHUK, E. R. (1993). *Interactive multimedia instruction*. Educational technology publications. New Jersey.
- SEEBERG, C. (2003). *Life Long Learning - modulare Wissensbasen für elektronische Lernumgebungen*. Berlin.
- SEIDEL, C./LIPSMEIER, A. (1989). *Computerunterstütztes Lernen*. Stuttgart.
- SEMBILL, D. (1992). *Problemlösefähigkeit, Handlungskompetenz und Emotionale Befindlichkeit: Zielgrößen forschenden Lernens*. Göttingen.
- SHANNON, C. E./WEAVER, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana.
- SHOOK, B. (2002). *Measuring levels of interactivity in computer based training*. US Military Handbook 29612.
- SIMS, R. (1997). *Interactivity: A forgotten art?* (o.O.)
- SKINNER, B. F. (1971) *Ein Jahrzehnt Lehrmaschinen*. In R. Glaser (Hrsg.), *Programmiertes Lernen und Unterrichtstechnologie*. Berlin, 5-19.
- SKINNER, B. F. (1953). *Science and human behavior*. New York.
- SKINNER, B. F. (1958). *Teaching Machines*. Science 128, 969-977.
- SKINNER, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. New York.
- SKINNER, B. F. (1954). *The science of learning and the art of teaching*. In A. A. Lumsdaine & R. Glaser (eds.), *Teaching machines and programmed learning*. Washington D.C.,

99-113.

SNOW, R. E. (Hrsg.) (1976). *Aptitude, learning and instruction*. Hillsdale (N.J.).

SNOW, R. E. (1992). *Aptitude theory. Yesterday, today and tomorrow*. Educational Psychologist 27, 5-32.

SPECHT, M./KOBASA, A. (1999). *Interaction of domain expertise an interface design in adaptive educational hypermedia*. In P. Brusilovsky & P. D. Bra (eds.), Proceedings of Second Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web. Toronto and Banff, 89-93.

SPECHT, M. (1998). *Adaptive Methoden in computerbasierten Lehr-/Lernsystemen*. Dissertation, gmd mbH, Sankt Augustin.

SPIRO, R. J./FELTOVICH, R. J./JACOBSON, M. J./COULSON, R. L. (1991). *Cognitive flexibility, constructivism and hypertext: random access instruction for an advanced knowledge acquisition in ill structured domains*. Educational Technology 31, 24-33.

STEINMETZ, R. (1993). *Multimedia-Technologie: Einführung und Grundlagen*. Berlin.

STILLER, K. (2001). *Navigation über Bilder und bimodale Textdarbietung beim computerbasierten Lernen*. Medienpsychologie, 13. (N.F. 1) (4), 177-187.

STIPEK, D. J. (1993). *Motivation to Learn. From Theory to Practice* (2. Aufl.). Boston.

STOLUROW, L. M./DAVIS, D. (1965). *Teaching machines and computer-based systems*. In R. Glaser (ed.), Teaching machines and programmed learning II p. National Education Association of the United States, Washington D.C., 162-212.

STOLUROW, L. M. (1961). *Teaching by machine*. United States Government Printing Office.

STRITTMATTER, P./NIEGEMANN, H. (2000). *Lehren und Lernen mit Medien. Eine Einführung*. Darmstadt.

TENNYSON, R. D./CHRISTENSEN, D. L. (1988). *MAIS: An intelligent learning system*. In D. H. Jonassen (ed.), Instructional designs for microcomputer courseware. Hillsdale (NJ), 247-274.

TENNYSON, R. D./ELMORE, R. (1997). *Learning theory foundations for instructional design*. In R. D. Tennyson, F. Schott, N. Seel & S. Dijkstra (eds.), Instructional design: International perspectives, Vol I: Theory and research. MahWah (NJ), 55-78.

TENNYSON, R. D./RASCH, M. (1988). *Linking cognitive learning theory to instructional prescriptions*. Instructional science 17, 369-385.

TENNYSON, R. D. (1997). *A System dynamics approach to instructional systems development*. In R. D. Tennyson, F. Schott, N. Seel & S. Dijkstra (eds.), Instructional design: International perspectives, Vol I: Theory and research. MahWah (NJ), 413-

426.

TERGAN, S.-O. (2000). *Grundlagen der Evaluation. Ein Überblick*. In P. Schenkel, S.-O. Tergan & A. Lottman (Hrsg.), *Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme*, Nürnberg, 22-52.

THOMÉ, D. (1989). *Kriterien zur Bewertung von Lernsoftware*. Kiel.

THORNDIKE, E. L. (1913). *Educational psychology: The psychology of learning*, New York.

TOLMAN, E. C. (1932). *Purposive Behavior in animals and men*. London, New York.

TOTTERDELL, P. A./NORMAN, M. A./BROWNE, D. P. (1990). *Levels of adaptivity in interface design*. In B. Shackel & H. J. Bullinger (eds.), *Proceedings of INTERACT 87*. Amsterdam.

TRIANTAFILLOU, E./POMPORTSIS, A./DEMETRIADIS, S. (2003). *The design and the formative evaluation of an adaptive educational system based on cognitive styles*. *Computers & Education* 41, 87-103.

TULVING, E. (1972). *Episodic and semantic memory*. In E. Tulving & W. Donaldson (eds.), *Organization of memory*. New York, 381-403.

VASSILEVA, J. (1994). *Adaptive Hypermedia by user modeling*. In C. G. Christoph (ed.), *ABIS 94 - GI Workshop: Adaptivität und Benutzermodellierung in interaktiven Softwaresystemen*. Sankt Augustin, 7-21.

VASSILEVA, J. (1992). *Dynamic CAL-courseware generation within an ITS-shell architecture*. In I. Tomek (ed.), *Proceedings of 4th International Conference ICCAL '92*. Berlin, 581-591.

VATH, N./HASSELBORN, M./LÜER, G. (2001). *Multimediaprodukte für das Internet, Psychologische Gestaltungsgrundlagen*. München, Wien,

VESTER, F. (1984). *Neuland des Denkens. Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter*, Deutsche Verlags-AG.

VON CUBE, F. (1965). *Kybernetische Grundlagen des Lehrens und Lernens*, Stuttgart.

WAHRIG, G. (2003). *Deutsches Wörterbuch*, Gütersloh.

WAINER, H. (1990). *Computerized adaptive testing : a primer*. Hillsdale (NJ).

WALLER, H. (1985). *Sozialmedizin: Grundlagen und Praxis für psychosoziale und pädagogische Berufe*. Stuttgart.

WALTER, J. (1984). *Lernen mit Computern: Möglichkeiten, Grenzen, Erfahrungen*. Düsseldorf.

- WATSON, J. B. (1919) *Psychology as the Behaviorist views it*. Psychological Review 220, 158-177.
- WEBER, G./BRUSILOVSKI, P. (2001). *An adaptive versatile system for Web-based instruction*. International Journal of Artificial Intelligence in Education 4, 351-384.
- WEBER, G./SPECHT, M. (1997). *User modeling and adaptive navigation support in WWW-based tutoring systems*. In A. Jameson, C. Paris & C. Tasso (eds.), User modeling. Wien, New York, 289-300.
- WEBER, G. (1996). *Episodic learner modeling*. Cognitive Science 20, 195-236.
- WEIDENMANN, B. (1994). *Lernen mit Bildmedien*, Weinheim.
- WEINER, D. (1985). *An attributional theory of achievement motivation and emotion*. Psychological Review 92, 548-573
- WEINSTEIN, C. E./UNDERWOOD, V. L. (1985). *Learning Strategies: The how of learning*. In J. W. Segal, S. F. Chipman & R. Glaser (eds.), Thinking and learning skills (Vol.1). Hillsdale (NJ), 241-258.
- WEINSTEIN, C. E. (1978). *Teaching cognitive elaboration learning strategies*. In H. F. O'Neil, jr. (ed.), Learning strategies. New York.
- WEINSTEIN, C./MAYER, R. (1986). *The teaching of learning strategies*. In M. C. Wittrock (ed.), Handbook of research on teaching (3rd edition). New York, 315-327.
- WENDT, M. (2003). *Praxisbuch CBT und WBT. Konzipieren, entwickeln, gestalten*, München.
- WENGER, E. (1987). *Artificial intelligence and tutoring systems.-Computational and cognitive approaches to the communication of knowledge*. Los Altos (CA).
- WILSON, K. S. (1988). *Palenque: An Interactive Multimedia Digital Video Interactive Prototype for Children*, In: E. Soloway, D. Frye & S. B. Sheppard (eds.), Proceedings of the CHI '88: Human factors in Computing Systems. Washington D.C., 275-279.
- WINDELBAND, W. (1957). *Lehrbuch der Geschichte der Philosophie*. (15. Aufl.), Hg. von H. Heimsoeth, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck).
- WINTERHOFF-SPURK, P. (1999). *Medienpsychologie. Eine Einführung*. Stuttgart.
- WITKIN, H. A./MOORE, C. A./GOODENOUGH, D. R./COX, P. W. (1977). *Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications*. Review of Educational Research 47 (1), 1-64.
- WITKIN, H. A. (1962). *Psychological Differentiation. Studies of Development*. New York.
- WITKIN, H. A./ OTTMAN, P. K./RASKIN, E./KARP, S. A. (1971). *A manual for the embedded figures tests*. Consulting Psychologists. Palo Alto (CA).

WITTRICK, M. C. (1978). *The cognitive movement in instruction*. Educational Psychologist, 13, 15-29.

WITTRICK, M.C. (1974). *Handbook of research on teaching*. London.

WOODHEAD, N. (1991). *Hypertext and Hypermedia. Theory and Applications*. Reading (MA).

WOODWORTH, R.S. (1938). *Experimental psychology*. New York.

YANKELOVICH, N./HAAN, B. J. et al. (1988). *Intermedia: The Concept and the Construction of a Seamless Information Environment*. IEEE Computer, 21(1), 81-96.

YOON, G. S. (1993). *The effects of instructional control, cognitive style and prior knowledge on learning of computer-assisted instruction*. Journal of Educational Technology Systems 22 (4), 357-370.

## Abkürzungsverzeichnis

- AES-CS, Adaptive Educational System based on Cognitive Styles
- AHS, Adaptive Hypermedia Systems
- AkK, Akzeptanzkoeffizient
- ATI, Aptitude-Treatment-Interaction
- ATS, Adaptive Tutorielle Systeme
- BfA, Bundesversicherungsanstalt für Angestellte
- BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung
- CAI, Computer Assisted Instruction
- CAT, Computerisiertes Adaptives Testen
- CBT, Computer Based Training
- CMI, Computer Managed Instruction
- d.Verf., die Verfasserin
- AHS, Adaptive Hypertextsysteme
- DIN, Deutsche Industrie Norm
- ebd., Ebenda
- EG, Experimentalgruppe
- FA, feldabhängig
- FAQ, Frequently Asked Questions
- FeoLL, Forschungs- und Entwicklungszentrum für objektivierte Lehr- und Lernverfahren
- FU, feldunabhängig
- GEFT, Group Embedded Figure Test
- IBM, International Business Machine
- ITS, Intelligente Tutorielle Systeme
- KG, Kontrollgruppe
- KI, Künstliche Intelligenz
- lat., lateinisch
- LVA, Landesversicherungsanstalt für Arbeiter
- MS-DOS, Microsoft Disk Operating System
- NSF, National Science Foundation
- o.g., oben genannt
- PC, Personal Computer

- PU, programmierten Unterweisung
- s. u., siehe unten
- sog., so genannt
- u.a., und andere
- u.s.f., und so fort
- WBT, Web Based Training

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einfacher Lehralgorithmus .....	28
Abbildung 2: Interaktionsschema der Lehrf. Sprachtraining mit menschl. Lehrer.....	30
Abbildung 3: Beispielscreenshot aus einem Japanisch-Trainer: Die Begrüßung .....	33
Abbildung 4: Interaktionsschema der Lehrform <i>Sprachtraining</i> mit Lehrsoftware .....	34
Abbildung 5: Interaktionsschema der Lehrf. <i>Begriffslernen</i> mit menschl. Lehrer .....	39
Abbildung 6: Interaktionsschema der Lehrform <i>Begriffslernen</i> mit Lehrsoftware .....	43
Abbildung 7: Kommunikationsmodell, KUNCZIK (1979) .....	48
Abbildung 8: Zusammenfassendes Schema .....	53
Abbildung 9: Modell menschlicher Adaptionleistungen .....	55
Abbildung 10: Modell technischer Adaptionleistungen .....	58
Abbildung 11: Übersicht Differenzierungsarten, vgl. BÖNSCH (1997, S. 336).....	65
Abbildung 12: Graphik Steuerung und Regelung nach LEUTNER (1992 , S.18).....	72
Abbildung 13: Graphik aus BROCKHAUS (1974, S. 542) .....	73
Abbildung 14: Das Benutzerprofil .....	148
Abbildung 15: Ausschnitt aus der Kurszusammenstellung.....	149
Abbildung 16: Modulvarianten: Ergänzung und Austausch .....	150
Abbildung 17: Storyboard: Kapitel 1 mit Zusatzscreens .....	151
Abbildung 18: Modul zur Anpassung an das Vorwissen:.....	152
Abbildung 19: Modul zur Anpassung an das Vorwissen.....	153
Abbildung 20: Modul zur Anpassung an die Motivation.....	154
Abbildung 21: Modul zur Anpassung an das Vorwissen.....	155
Abbildung 22: Motivierender Hinweis .....	156
Abbildung 23: Übertragene Darstellung zur Anpassung an das Vorwissen .....	156
Abbildung 24: Übertragene Darstellung zur Motivation .....	157
Abbildung 25: Impuls zur Anpassung an die Motivation .....	158
Abbildung 26: Übertragene Darstellung zur Anpassung an das Vorwissen .....	159
Abbildung 27: Rateübung zur Anpassung an die Motivation .....	160
Abbildung 28: Übertragene Darstellung zur Anpassung an das Vorwissen .....	161
Abbildung 29: Arbeitsstation mit zwei Rechnern im Schulungsraum der Klinik.....	179
Abbildung 30: Versuchsaufbau mit Kontrollgruppenanordnung. Akzeptanzeval. ....	180
Abbildung 31: Einschätzung zur Verständlichkeit des Programms.....	187
Abbildung 32: Einschätzung zum Erklärungsbedarf .....	188



Abbildung 33: Einschätzung zur Verständlichkeit der Sprache.....	189
Abbildung 34: Einschätzung des Informationswertes.....	191
Abbildung 35: Einschätzung der Realitätsnähe .....	192
Abbildung 36: Einschätzung der Aufmachung .....	193
Abbildung 37: Einschätzung der Methode.....	194
Abbildung 38: Einschätzung des Aufbaus .....	195
Abbildung 39: Einschätzung des Gesamteindrucks .....	197
Abbildung 40: Einschätzung der zukünftigen Programmnutzung .....	198
Abbildung 41: Antworten zur Frage 1 nach der Wirbelsäule .....	199
Abbildung 42: Antworten zur Frage 2 nach der Wirbelsäule .....	200
Abbildung 43: Antworten zur Frage nach den Nervenwurzeln .....	201
Abbildung 44: Antworten zur Frage nach der Drehung des Oberkörpers .....	202
Abbildung 45: Antworten zur Frage 6 nach der Wirbelsäule .....	203
Abbildung 46: Antworten zur Frage 7 nach der Wirbelsäule .....	204
Abbildung 47: Antworten zur Frage 1 nach den Bändern .....	205
Abbildung 48: Antworten zur Frage 2 nach den Bändern .....	206
Abbildung 49: Antworten zur Frage 1 nach den Muskeln.....	207
Abbildung 50: Korrekte Antworten bei der Frage über das Training .....	209
Abbildung 51: Antworten zur Frage nach der Akzeptanz.....	210
Abbildung 52: Lernerfolgsverteilung.....	211
Abbildung 53: Anteil korrekter Lösungen .....	212
Abbildung 54: Akzeptanz und Lernerfolg .....	213

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Klassifikation von Anpassungsmaßnahmen nach CRONBACH (1975) .....	82
Tabelle 2: Klassifik. von Adaptionism. nach CRONBACH (1967) und GLASER (1977) ....	85
Tabelle 3: Heuristische Modelle von Adaptionszwecken nach SALOMON (1975 ).....	87
Tabelle 4: Arten von Adaptionsmaßnahmen, nach LEUTNER (1992).....	88
Tabelle 5: Klassen von Sequenz.-alg. sensu FRANK (1965) und LEUTNER (1992) .....	92
Tabelle 6: Lernerprofile für Merkmal <i>Motivation</i> .....	144
Tabelle 7: Lernerprofile für Merkmal <i>Vorwissen</i> .....	147
Tabelle 8: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach Verständlichkeit.....	186
Tabelle 9: Häufigkeitsvert. und Mittelwert zur Frage nach dem Erklärungsbedarf.....	188
Tabelle 10: Häufigkeitsvert und Mittelwert zur Frage nach der Verständlichk.....	189
Tabelle 11: Häufigkeitsvert. und Mittelwert zur Frage nach dem Informationswert....	190
Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach der Realitätsnähe...	191
Tabelle 13: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach der Aufmachung ...	192
Tabelle 14: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach der Methode.....	193
Tabelle 15: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage nach dem Aufbau .....	195
Tabelle 16: Häufigkeitsvert. und Mittelwert zur Frage nach dem Gesamteindruck .....	195
Tabelle 17: Häufigk. und MW zur Frage nach präferierten Informationsmethoden.....	197
Tabelle 18: Häufigkeitsvert.und Mittelwert zur Frage nach der Programmbefürw. ....	198
Tabelle 19: Häufigkeitsvert.und Mittelwert zur Frage 1 nach der Wirbelsäule.....	199
Tabelle 20: Häufigkeitsvert und Mittelwert zur Frage 2 nach der Wirbelsäule.....	200
Tabelle 21: Häufigkeitsvert. und Mittelwert zur Frage nach den Nervenwurzeln.....	201
Tabelle 22: Häufigkeitsvert. und MW zur Frage nach der Drehung des Oberkörpers .	202
Tabelle 23: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage 6 nach der Wirbelsäule..	203
Tabelle 24: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage 7 nach der Wirbelsäule..	204
Tabelle 25: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage 1 nach den Bändern .....	205
Tabelle 26: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage 2 nach den Bändern .....	206
Tabelle 27: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage 1 nach den Muskeln .....	207
Tabelle 28: Häufigkeitsverteilung und Mittelwert zur Frage über das Training.....	208
Tabelle 29: Fragen aus dem Zusatzevaluationsbogen.....	216

## Verzeichnis über Programme und Lernumgebungen

- AVANTI, Web Basierendes Informationssystem für Städte
- *Bakkalaureus*: ein Lehrautomat zur Gruppenschulung, Berlin.
- BRUSILOVSKI, P., *KBS Hyperbook*, 1999.
- BRUSILOVSKI, P./PESIN, L.: *Das ISIS Tutor System*, 1998.
- BRUSILOVSKI, P. et al: *InterBook*, 1998.
- CARVER, C., HOWWARD, R. & LAVELLE, E.: *CS383*, 1996.
- DE BRA, P. M. E.: *2L670*.
- Kaplan, C., et al: *Hyperflex*, 1993.
- *GEROMAT III* – ein Lehrautomat zur Gruppenschulung, Berlin.
- KAYAMA, M./OKAMOTO, T.: *HySom*, 1999.
- LA PASSADIERE, B./DUFRESNE, A.: *Manuel Excel*, 1992.
- LI, Y./GINTHER, D.: *AES-CS (Adaptive Educational System based on Cognitive Styles)*, 1999.
- PAPANIKOLAOU, K./GRIGORIADOU, M./KORNILAKIS, H.: *Inspire*, 2001.
- NSF (National Science Foundation): *PLATO*, Programmed Logic for Automatic Teaching Operation.
- *ROBBIMAT* – audiovisueller Lehrautomat, Paderborn.
- SEEBERG, C., *Medibook*, 2003.
- SEEBERG, C., *Multibook*, 2003.
- NSF (National Science Foundation): *TICCIT*, Time-shared Interactive Computer Controlled Information Television
- TRIANTAFILLOU, E./POMPORTSIS, A./DEMETRIADIS, S.: *AHS, Adaptive Hypermedia Systems*, 2003.
- UHING, F.: *DigiFit*, 2004.
- WEBER, G./SPECHT, M.: *ELM-ART Inhalt: LISP Programmierung*, 1997.

## **Anhang**



[Foto : Fest installiertes Programm im Wartebereich der Physiotherapie]



[Foto: Patienten beim Lernen mit DigiFit]

## Fragebogen zur Ermittlung der Akzeptanz

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient, wir möchten nun gern wissen, wie Ihnen das Programm gefallen hat. Keine Sorge, es ist nicht viel - und nun geht's los.

Benutzername: \_\_\_\_\_ ( den Sie zu Beginn des Programms eingegeben haben, z.B. „Hans“)

### 1. Empfinden Sie das Programm als verständlich? (1 = wenig; 7 = hoch)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

### 2. Empfinden Sie das Programm Ihren Erklärungsbedürfnissen entsprechend? (1 = wenig; 7 = hoch)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

### 3. Empfinden Sie Begriffe wie „Bänder“ angemessen erläutert?

- zu speziell
- angemessen
- zu einfach
- kann mich nicht erinnern

**4. Ist Ihnen deutlich geworden, welche Funktionen die Bestandteile unseres Rückens haben (Knochen, Muskeln, Bänder)?**

- zu speziell
- angemessen
- zu einfach
- kann mich nicht erinnern

**5. Wurde Ihnen der Zusammenhang zwischen den erklärten Inhalten und Ihrer persönlichen Krankensituation klar?**

- sehr gut
- gut
- weiß nicht
- weniger
- gar nicht

**6. Konnten Sie sich anhand der Abbildungen vorstellen, wie die Zusammenhänge im Körper sind?**

- sehr gut
- gut
- weiß nicht
- weniger
- gar nicht

**7. Empfinden Sie das Programm motivierend? (1 = wenig; 7 = hoch)**

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

**8. Gab es Phasen, in denen Sie keine Lust mehr hatten, dann aber wieder in Schwung kamen?**

- Ja
- Nein

Wenn ja, wo? \_\_\_\_\_

**9. Anfangs haben Sie einige Fragen angekreuzt. Hat Sie das sehr gestört? (1= wenig; 7 = sehr)**

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

**10. Wenn Sie sich informieren sollen, würden Sie sich wieder ein solches Programm nutzen?**

- Ja
- Nein, ich will mich nicht informieren
- Nein, lieber ein Buch
- Nein, lieber ein persönlicher Vortrag
- Nein, lieber ein Film
- Weiß nicht



## Lernerfolgskontrolle zum Kapitel 1

Lernziel: Wissen über den Aufbau und Funktion der Wirbelsäule.

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient, als nächstes möchten wir wissen, wie gut Sie sich an die Inhalte des Programms erinnern können bzw. was Sie daraus haben lernen können.

Ihre Antworten helfen uns, das Programm besser zu bewerten.

Benutzername: \_\_\_\_\_ (den Sie zu Beginn des Programms eingegeben haben, z.B. „Hans“)

### 1. Womit ist die Wirbelsäule verbunden?

- Kopf
- Becken
- Rippen
- Beine
- Hände
- Füße
- Ellenbogen

### 2. Die Wirbelsäule besteht aus festen und beweglichen Anteilen

- Trifft zu
- Trifft nicht zu

### 3. Die Nervenwurzeln verlaufen

- Neben den Wirbeln
- Zwischen den Wirbeln
- Auf den Wirbeln
- Hinter den Wirbeln
- Im Rückenmark
- In den Dornfortsätzen
- Durch die Bandscheiben

**4. Wenn wir den Oberkörper drehen, geschieht das hauptsächlich in der ...**

- Halswirbelsäule
- Brustwirbelsäule
- Lendenwirbelsäule
- Schulter
- Hüfte
- Nierenwirbelsäule
- Bauchwirbelsäule

**5. Wenn wir uns bücken oder vor beugen geschieht das hauptsächlich in der ...**

- Halswirbelsäule
- Brustwirbelsäule
- Lendenwirbelsäule
- Schulter
- Hüfte
- Nierenwirbelsäule
- Bauchwirbelsäule

**6. Beim Hexenschuss im unteren Rücken können wir uns nicht**

- bücken
- drehen
- erkälten
- entspannen
- auf die Zehenspitzen stellen
- hinlegen
- wenden

**7. Bänder haben die Funktion**

- den Körper zu stabilisieren
- die Knochen zu ersetzen
- die Knochen zu verlängern
- die Knochen im Körper zu verbinden
- Blut zu leiten
- Bandscheiben zu verbinden
- Muskeln zu ersetzen

### **8. Die Nerven in den Bändern**

- sagen, wann die Bänder gespannt sind
- tun weh, wenn sie überdehnt werden
- gibt es gar nicht
- vermitteln uns ein Körpergefühl im Raum
- haben ein Körpergefühl
- orientieren sich im Raum
- blitzen

### **9. Es gibt grob gesagt zwei Arten von Muskeln**

Die einen \_\_\_\_\_

Die anderen \_\_\_\_\_

### **10. Beim Training ist es wichtig**

- dass keine Dysbalance entsteht
- dass wir eine Sorte Muskeln aussuchen und trainieren
- dass die verkürzten Muskeln gedehnt werden
- dass die erschlafften Muskeln in Ruhe gelassen werden
- sehr lange zu trainieren
- viel Kraft aufzuwenden
- die verkürzten Muskeln zu stärken

Vielen Dank, Sie haben uns sehr geholfen!



## **Lebenslauf**

### **Franziska Uhing**

Geboren 26.12.1970 in Kiel

Familienstand: ledig

- 1990 Abitur am Lessing Gymnasium Norderstedt
  
- 1990 Studium der Erziehungswissenschaften, Lehramt Realschule mit den Fächern Chemie, Englisch und Kunst
- 1992-93 Lehrtätigkeit in Großbritannien
- 1995 Erstes Staatsexamen
- 1996 Prüfung Drittfach Kunst
  
- 1996 Magisterstudium Erziehungswissenschaften, Schwerpunkt Medienpädagogik, Nebenfächer Englisch und Kunst
- 1997 GmbH-Gründung: Firma Bits at Work Gesellschaft für multimediale Informations- und Ausbildungssysteme mbH.
- 2000 Magisterprüfung
  
- 1997-2002 Firmentätigkeit
- 2002 Promotionsstudium und Lehrauftrag an der Fachhochschule Kiel
- 2003 Vertretungsprofessur an der Fachhochschule Kiel
- 2004 Promotionsprüfung an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel