
B Lernsoftware

In diesem Kapitel werden einige Besonderheiten des Lernens mit Medien, speziell mit Lernsoftware, betrachtet. Dazu werden die Vor- und Nachteile einzelner Medientypen untersucht, um eine Auswahl treffen zu können, welche für das Projekt geeignet sind. Anschließend werden einige Techniken für verschiedene Plattformen dargestellt und bewertet, mit denen Lernprogramme realisiert werden können. Die nächsten beiden Punkte beschäftigen sich mit den verschiedenen Arten und Funktionen von Lernsoftware.

Zum Schluss werden einige Untersuchungen zur Effektivität von Lernsoftware zusammengefasst und Kriterien für ein gutes Produkt dargestellt.

4 Lernen mit Medien

Medien können in vielfältiger Weise im Lehr-/Lernprozess eingesetzt werden. Kerres unterscheidet drei grundsätzliche Funktionen [vgl. Kerres, 2001, S. 94]:

- die Repräsentation (Darstellung und Organisation) von Wissen
- die Wissensvermittlung durch Steuerung des Lernprozesses
- die Konstruktion bzw. Kommunikation von Wissen als „Wissenswerkzeug“

Die Repräsentation von Wissen ist die klassische Funktion von Lehrmedien. Sie dienen hier nur als Träger der Inhalte. Zum Beispiel kann ein und derselbe Inhalt mit einem Text, einer Animation oder einem Lehrfilm vermittelt werden. Je nach Medium müssen sie unterschiedlich strukturiert, segmentiert und aufbereitet werden.

Eine Steuerung des Lernprozesses findet man zum Beispiel in Lernprogrammen, bei denen sich Inhalte und deren Darbietung an den Benutzer anpassen (z.B. Intelligente Tutorielle Systeme, ITS). Auch die Wahl des Mediums steuert schon den Lernprozess: Lehrbücher erwirken eine mühsame, aber tiefergehende Beschäftigung mit den Inhalten, Filme können einfacher verfolgt werden, aber das Lernen bleibt oberflächlicher.

Die dritte Funktion unterscheidet sich stark von den beiden anderen, hier werden Medien nur als Werkzeuge zur Wissenskommunikation angesehen. Dazu gehören Infografiken, Filme, Folien etc. aber auch einfache Texte und Sprache.

Beim Lernen mit Medien kann man einen Neuigkeitseffekt feststellen, der am Anfang zu einer erhöhten Beschäftigung mit dem Lernmedium führt. Besonders Interaktivität steigert die Motivation, da sie die Lernumgebung interessanter macht und das Gefühl der Verantwortlichkeit steigert. Auch durch eine ansprechende Gestaltung steigt der Antrieb, sich mit den Lerninhalten zu beschäftigen.

Das anfängliche Interesse schwindet allerdings bald wieder, was auch in Untersuchungen festgestellt werden konnte (z.B. Clark & Craig, 1992 [vgl. Kerres, 2001]). Außerdem bedeutet eine Beschäftigung mit dem Lernmedium nicht automatisch, dass auch mehr gelernt wird. Oft wird nur der Oberfläche o.ä. erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt.

Es gibt mehrere Gründe, die für den Einsatz von Medien angeführt werden. Medien können, zum Beispiel durch die verbesserte Darstellung bestimmter Inhalte (z.B. Abläufe in Maschinen durch 3D-Animationen), Lernprozesse unterstützen. Es kann hilfreich für den Lernenden sein, wenn beispielsweise visuell begabte Kinder mit Grafiken, Text etc. oder auditiv begabte mit Sprache unterrichtet werden.

Es werden andere Lehrmethoden ermöglicht und durch die besondere Art der Distribution über das Internet werden neue Zielgruppen erreicht (z.B. in weit abgelegenen Gegenden) und

neue (vernetzte) Lernsituationen geschaffen. Auch ökonomische und bildungsorganisatorische Gründe werden für den Einsatz von Medien angeführt, diese sollen hier aber nicht näher betrachtet werden. [vgl. Kerres, 2001]

Einige dieser Argumente werden allerdings überschätzt. So werden zum Beispiel durch Medien keine prinzipiellen didaktischen Neuerungen ermöglicht, sie unterstützen lediglich einige Arten des Lernens - speziell das eigenständige. Es gibt auch keine Inhalte, die erst durch die Verwendung von Medien vermittelt werden können. Hier wird nur die Darstellung verbessert und dadurch eventuell die Verständlichkeit erhöht. [vgl. Kerres, 2001]

Trotz der unbestreitbaren Vorteile kann man nicht prinzipiell davon ausgehen, dass mediengestütztes Lernen automatisch besser ist als klassischer Unterricht. Vergleichstudien zwischen der Verwendung von neuen Medien und klassischem Unterricht zeigen, dass die Effektivität von neuen Medien dem konventionellem Unterricht oder alten Medien nicht überlegen ist.

Deswegen müssen immer zwei Teilaspekte untersucht werden, um zu entscheiden, ob der Einsatz von Medien sinnvoll ist [vgl. Girwidz, 2002a]:

- welche Visualisierung eignet sich am besten, um einen speziellen Inhalt darzustellen?
- kann diese Visualisierung mit einem bestimmten Medium besonders gut dargestellt werden?

Es ist also wichtig, *welche Inhalte mit welchem Medium* vermittelt werden sollen. Alle Medienarten (Filme, Bilder, Texte etc.) „bieten unterschiedliche Ausdrucksmöglichkeiten, stellen aber auch spezifische Anforderungen an die Lernenden“ [Girwidz, 2002b, S. 8]. Im Folgenden werden deshalb einige dieser Medientypen untersucht.

Man darf bei der Diskussion für oder gegen den Einsatz von Medien auch nicht vergessen, dass der Prozess des Lernens sehr komplex ist und durch viele andere Variablen stärker beeinflusst wird.

4.1 Schrift & Sprache

Text ist wohl das wichtigste Mittel, um Informationen zu vermitteln. Er kann entweder visuell (als Schrift) oder auditiv (Sprecheraufnahme) präsentiert werden. Beide Formen haben ihre Vor- und Nachteile, der große Unterschied zwischen gesprochenen und geschriebenen Texten ist die zeitliche Wiedergabe:

Schriftliche Texte können überflogen werden, was schon bekannt ist kann man überspringen und schwierige Stellen wiederholen. Die Lesegeschwindigkeit kann frei gewählt werden. Der Nachteil ist, dass manche Texte nicht aufmerksam sondern nur oberflächlich rezipiert werden.

Die auditive Darstellung verhindert dies, denn hier muss der ganze Text in der vorgegebenen Geschwindigkeit verfolgt werden. Allerdings sollte auch sie die Möglichkeit bieten, schwierige Stellen zu wiederholen. [vgl. Kerres, 2001]

Gegen den Einsatz von geschriebenem Text am Bildschirm spricht, dass das Lesen unter diesen Bedingungen relativ anstrengend ist. Dafür ist er zur Vermittlung komplexer Sachverhalte besser geeignet als Sprechertext.

Gesprochener Text wirkt emotionaler und persönlicher, er kann besonders gut zur Erklärung von begleitenden Grafiken, Animationen etc. eingesetzt werden. Allerdings ist die Umsetzung aufwendiger als die bloße schriftliche Darstellung. [vgl. Bruns, 2000]

Es bietet sich wegen dieser unterschiedlichen Vorteile an, eine Kombination beider Arten zu verwenden. So können zum Beispiel die wichtigsten Schlagwörter auch als geschriebener Text auftauchen, um ein Nachlesen während des Sprechervortrags zu ermöglichen. Dieser wesentliche Pluspunkt des schriftlichen Texts bleibt also erhalten, während der große Nachteil (unaufmerksames Überfliegen) nicht mehr möglich ist. Es sollte jedoch möglich sein, schwierige Stellen zu wiederholen, also den Sprechertext erneut abzuspielen.

Regeln für Texte

Für das Verfassen von Texten gibt es diverse Regeln, die sich teils aus der (kognitiven) Lerntheorie, teils aus journalistischen Modellen (z.B. Verständlichkeitsmodell von Groeben) ergeben. Die Darstellung von Texten auf dem Bildschirm sollte sich nach gestalterischen Gesichtspunkten richten.

Das *Verständlichkeitsmodell von Groeben* [vgl. Holz, 2000] berücksichtigt besonders den „Leserfaktor“. Es unterscheidet vier Faktoren:

1. Grammatikalisch-stilistische Einfachheit

Sätze mit einfachem Satzbau (Subjekt-Prädikat-Objekt), kurzen Satzteilen und aktiven Verben werden bevorzugt. Persönliche Ansprache und der Verzicht auf Nominalisierung (z.B. „...kann so und so geordnet werden“ statt „folgt dieser Ordnung“) sollten ebenfalls angewendet werden.

2. Semantische Redundanz

Nur wichtige Satzglieder sollten wiederholt werden, ansonsten ist Redundanz (Weitschweifigkeit) zu vermeiden.

3. Kognitive Strukturierung

Ähnlich wie von Ausubel [vgl. Ausubel, 1980, 1981] gefordert, sollen Hervorhebungen, Advanced Organizer, Zusammenfassungen sowie das Hervorheben von Ähnlichkeiten und Unterschieden die Verständlichkeit fördern.

4. Konzeptioneller Konflikt

Um das Interesse des Lesers zu wecken, kann ein konzeptioneller Konflikt hervorgerufen werden. Probleme werden dabei in Frageform eingeführt, scheinbare Widersprüche werden aufgezeigt und anschließend geklärt. So werden Überraschungseffekte erzeugt und Neugierde geweckt.

Ausubel [vgl. Ausubel, 1980] unterscheidet inhaltliche und perzeptuelle Organisationshilfen. Das wichtigste inhaltliche Instrument, um das Verständnis und Behalten von Texten zu verbessern ist der Advanced Organizer, dessen Funktion und Vorteile oben (2.4.2) schon erläutert wurden. Außerdem sollten die Texte in eine sachlich logische, sequentielle Reihenfolge gebracht werden. Der Text sollte an das Vorwissen des Lernenden angepasst und die verwendeten Begriffe bereits bekannt sein.

Neben diesen inhaltlichen gibt es auch perzeptuelle Organisationshilfen. Darunter versteht man alle Maßnahmen, die die Wahrnehmung des Inhalts vereinfachen, z.B. Überschriften, das Bilden von Abschnitten, Hervorhebungen oder stimmliche Betonung. Auch diese Hilfen können das Lernen vereinfachen. Hervorhebungen können jedoch auch einen negativen Effekt haben, weil sie die Aufmerksamkeit des Lernenden beanspruchen und so Verarbeitungskapazitäten beanspruchen, die sonst für das Verstehen des Textes verwendet werden könnten. Deswegen sollten sie nur sparsam eingesetzt werden. [Holz, 2000]

Die Lesbarkeit des Textes am Bildschirm kann durch das Berücksichtigen einiger *gestalterischer Grundregeln* verbessert werden. Dieser Punkt wird im Kapitel Layout & Design (10.2) genauer betrachtet.

4.2 Bilder & Grafiken

Bilder können verschiedene Funktionen erfüllen. Sie können entweder nur dekorieren und motivieren (bebildernde Funktion) oder Inhalte darstellen und erklären (Visualisierung).

Dekorationen dienen dazu, das Lernangebot optisch attraktiver zu machen, ihr Informationsgehalt liegt nahe bei Null. Allerdings können sie den Lernenden motivieren, sich mit dem Angebot zu beschäftigen. Solche Bilder sollten eher sparsam eingesetzt werden, da sie von den eigentlichen Inhalten ablenken und so für den Benutzer störend wirken können. Beispiele für diese Art von Bildern sind Fotografien oder Cartoons.

Visualisierungen hingegen dienen in erster Linie dem Vermitteln von Inhalten. Manche Sachverhalte können durch sprachliche Beschreibungen nur ungenügend dargestellt werden, zum Beispiel das Aussehen eines Menschen oder der Aufbau eines Motors. Hier gilt der alte Satz: „Ein Bild sagt mehr als tausend Worte!“. [vgl. Petri, 2001]

Der Einsatz solcher Bilder ist pädagogisch sehr sinnvoll, weil diese helfen, die Inhalte besser zu verstehen. Dabei können und sollen sie natürlich trotzdem ansprechend gestaltet werden. Man muss dabei berücksichtigen, dass die Lernenden in den meisten Fällen nicht das konkrete Bild, sondern die dabei dargestellten Inhalte lernen und behalten sollen [vgl. Ansorg]. Der Grad der Inhaltsvermittlung kann dabei sehr unterschiedlich sein. Eine komplizierte Infografik beinhaltet mehr Informationen als eine bloße Abbildung. Visualisierungen können Grafiken oder Diagramme sein, aber auch Fotos können Informationen vermitteln.

Bei der Einbettung von Bildern in eine Lernumgebung sollte man darauf achten, erklärende Texte dazu anzubieten. Dadurch wird der Betrachter zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit dem Bild angeregt. Besonders bei komplexen Schaubildern ist eine Erklärung oft zum Verständnis notwendig. Am besten eignet sich dazu ein Sprechertext, damit der Lernende gerade erklärte Sachen sofort in der Grafik nachvollziehen kann und nicht zwischen Bild und Text hin- und herspringen muss.

Bilder müssen nicht immer realitätsnah dargestellt werden. Um z.B. einen Anfänger die menschliche Anatomie deutlich zu zeigen, werden häufig Bilder mit Falschfarben anstatt brillanter Farbfotos aus der Pathologie oder dem Operationssaal verwendet. [vgl. Ansorg]

Für die Verwendung von Bildern gilt ganz allgemein, dass ihr Einsatz nicht durch die technische Machbarkeit bestimmt werden darf, sondern sich aus didaktischen Überlegungen ergeben sollte.

4.3 Film & Animation

Das Zeigen von Filmen/Videos macht manche Erfahrungen erst möglich, beispielsweise das Beobachten einer Bombenexplosion aus der Nähe oder historische Ereignisse. Durch den Einsatz von Animation oder Trickfilm können schematische Abläufe, die nicht als Realfilm realisiert werden können (z.B. die Funktionsweise einer Solarzelle; es ist unmöglich mit einer Kamera die Übergänge der Elektronen zwischen einzelnen Atomen zu zeigen), dargestellt werden. [vgl. Ausubel, 1980]

Film und Animation eignen sich also hervorragend zur Abbildung von zeitlichen Abläufen. Dabei bieten Animationen bessere Möglichkeiten, Prozesse zu schematisieren, während Realaufnahmen eindrucksvoller wirken. Genauso wie Bilder können Animationen und Film eine dekorierende und unterhaltsame oder eine inhaltsvermittelnde Funktion haben.

Oft wird zusätzlich zu den Bildern eine Tonspur eingesetzt, die zum Beispiel Sprechertext oder Musik enthalten kann. Nach der Supplantationstheorie entlasten Animationen/Filme das Arbeitsgedächtnis und erleichtern das Begreifen schwieriger Zusammenhänge. Außerdem können Fehlvorstellungen besser vermieden werden. [vgl. Petri, 2001]

Diese leichtere Aufnahme kann allerdings auch dazu führen, dass keine ausreichende kognitive Verarbeitung mehr stattfindet. Besonders bei Filmen besteht die Neigung des Betrachters, nur passiv zu konsumieren (Berieselung) statt aufmerksam zu rezipieren. Deswegen sollte man Filme eher als Auflockerung verstehen und sie zur Wiederholung oder als Beispiel verwenden. Außerdem haben dekorierende Filme/Animationen natürlich genauso wie Bilder eine motivierende Wirkung.

Da Video und Animationen eine zeitliche Komponente beinhalten, sollte der Film vom Betrachter gesteuert werden können. Wichtig sind dabei die Möglichkeiten den Film anzuhalten, ihn wieder abzuspielen und zu wiederholen. Zusätzlich kann ein freier Zugriff auf eine Stelle im Film gegeben werden, etwa durch ein Spul-Funktion oder einen Schieberegler. [vgl. Bruns, 2000]

Für Produzenten von Lernangeboten haben diese beiden Medienformen einen großen Nachteil: Sie sind sehr aufwendig herzustellen. Besonders Filme oder Videos stellen hohe Anforderungen an Ausrüstung (Kamera, Tontechnik, Beleuchtungsanlagen), Können und auch personelle Ausstattung (mindestens ein Kameramann, evt. Schauspieler und Regisseur müssen gleichzeitig arbeiten). Animationen sind einfacher und von einer Person alleine umzusetzen, weswegen ich auf Videos verzichtet habe.

Beim Einsatz im Online-Bereich hat Video außerdem noch den Nachteil, dass es sehr viel Speicher- bzw. Übertragungskapazität benötigt. Dementsprechend steigen die Ladezeiten stark an.

Neben diesen Möglichkeiten, Filme oder Video fertig produziert einzubinden, können sie auch aktiv im Unterricht verwendet werden. In Rhetorikkursen können die Teilnehmer auf Video aufgenommen und danach analysiert werden. Im naturwissenschaftlichen Unterricht kann man zum Beispiel reale Bewegungsabläufe filmen und dann physikalisch auswerten. [vgl. Nordmeier, 2002] Bei Lernsoftware sind solche Anwendungen jedoch nicht möglich (oder nur sehr schwer).

4.4 Computer

Lernen mit dem Computer kann grundsätzlich auf zwei Arten erfolgen: Er kann als *Plattform* dienen, auf der andere Medienarten - Text, Bild, Film etc. - zu einem Lernprogramm zusammengefasst werden, oder er kann im klassischen Unterricht als *Werkzeug*, ähnlich wie z.B. ein Messgerät, eingesetzt werden.

Computer als Plattform

Da Lernsoftware später noch ausführlicher behandelt wird, möchte ich nur kurz auf die Besonderheiten des Mediums „Computer“ eingehen. Fast alle Medienarten können mit dem Computer dargestellt werden, die einzige Voraussetzung ist, dass sie in digitaler Form vorliegen. Die verschiedenen Medien lassen sich mit geeigneten Programmen *gleichzeitig nebeneinander* darstellen, zum Beispiel ein Text neben einem Film oder Ton gleichzeitig mit einem Bild. Auch *zeitliche Abläufe* sind möglich, zum Beispiel ein Text wird gefolgt von mehreren Bildern, anschließend wird ein Film abgespielt und zum Schluss folgt wieder ein Text.

Im Gegensatz zu allen anderen Plattformen (Buch, Film, Diavortrag etc.) bietet der Computer außerdem viele Möglichkeiten zur *Interaktion* an. Der Betrachter wird so zum Benutzer, der auf Aktionen des Programms reagieren, oder sogar selbst agieren und steuern kann. So werden Simulationen, Spiele und zahlreiche Steuerungsarten möglich.

Zusätzlich kann eine *Logik* programmiert werden, die den Computer auf Benutzereingaben oder andere Ereignisse reagieren lässt, Berechnungen ausführt, die Darstellung der Inhalte anpasst etc.

Natürlich ist nicht automatisch jede Computeranwendung sinnvoll, nur weil die Grundvoraussetzungen dafür durch das Medium gegeben sind. Wichtig ist immer die Umsetzung.

Ein großer Nachteil der Verwendung von Computern als Lernplattform ist die schnelle technische Entwicklung. Laut Kerres ist dadurch die „mögliche Einsatzdauer des Mediums auf wenige (typischerweise: max. drei) Jahre beschränkt.“ [Kerres, 2001, S. 24]

Computer im klassischen Unterricht

Computer können im klassischen Physikunterricht auf viele Arten eingesetzt werden. Dabei dienen sie nicht immer unmittelbar dem Vermitteln von Wissen, sondern zum Beispiel auch dem Erfassen und Auswerten von Messdaten.

Es können Experimente von kleinen Gruppen am Computer in einem „virtuellen Labor“ durchgeführt werden. Die Grundlagen dafür kann der Lehrer in einem Vortrag geben, die Ergebnisse werden in der Klasse diskutiert. Der Computer ist dabei in den normalen Unterricht eingebunden.

Man kann auch reale Experimente mit Stand- oder Bewegtbild-Aufnahmen dokumentieren und zu interaktiv bedienbaren virtuellen Versuchen zusammengestellt. So lassen sich auch gefährliche Experimente (z.B. mit Röntgenstrahlung) oder solche, die aus technischen Gründen nicht in der Schule durchführbar sind, im Unterricht zeigen. Diese Bildschirmexperimente können auch als Applet o.ä. gespeichert werden und stehen dadurch den Schülern zu Hause zur Verfügung. [Kirstein, 2002]

Diese zwei Beispiele, die tatsächlich schon an Schulen umgesetzt werden, zeigen, dass Computer gut im klassischen Unterricht ihren Einsatz finden. Bei einer Umfrage gaben 65% der Lehrer an, sie würden Computer im Unterricht verwenden, 55% wollen dies in Zukunft noch häufiger tun (und nur 8% seltener) [vgl. ISB, 2002].

4.5 Multimedialität

Der Begriff „Multimedia“ ist sehr diffus und wird oft mit unterschiedlichen Bedeutungen gebraucht. Das liegt unter anderem daran, dass schon der Begriff des „Mediums“ unklar ist: Entweder bedeutet es den (technischen, materiellen) Träger einer Information, zum Beispiel Buch, Fernsehen, etc. oder - als *Medienart* - die Darstellung eines Inhaltes in einer bestimmten Form (Text, Bild, Sprache,...).

Wenn man vom Medium als Informationsträger ausgeht, sind beinahe keine Anwendungen, die sich multimedial nennen dies auch tatsächlich. Denn dann müssten sie zum Beispiel aus einem Buch und einem Computerprogramm oder einem Diavortrag mit Radiounterma- lung bestehen. Korrekterweise müsste man bei den meisten Multimedia-Produkten dann von *Multicodalität* sprechen: die verschiedenen Inhalte sind nur unterschiedlich codiert (als Text, Bild etc.). Schon der Begriff einer multimedialen CD-ROM wäre bei diesem Gebrauch des Wortes ein Widerspruch.

Da ich den Begriff Medium aber immer in der anderen Bedeutung verwendet habe, meint multimedial hier die kombinierte Darstellung von mehreren Medien (also Text, Bild etc.) in einer Anwendung. Auch wenn dieser Begriff nicht so präzise ist, wie der der Multicodalität, ist es doch der üblicherweise gebrauchte.

Es gibt drei Theorien, die sich mit Vor- und Nachteilen multimedialer Darstellungen beschäftigen [vgl. Riempp, 2001]. Die *Summierungstheorie* geht davon aus, dass Informationen immer besser vermittelt werden, wenn sie multi- statt monomedial (also z.B. nur Text) sind. Ein Beispiel für diese Annahme ist die Theorie der doppelten Kodierung von Pavio. Demnach sind verschiedene Hirnhälften für die Verarbeitung von sprachlich-verbale Reizen (Text, Sprache) und die von Bildern, Geräuschen oder Handlungen (Animationen, Fotos, Musik,...) zuständig. Daher sorgt eine Kodierung auf beide Arten für ein besseres Lernen und Behalten. Das Wissen wird besser verankert [vgl. Petri, 2001].

Dies lässt sich beim Konguitätseffekt beobachten: Werden Bild und Sprecherton gleichzeitig dargestellt, erhöht sich die Lernleistung. Dafür müssen allerdings Bild und Ton aufeinander abgestimmt sein. Wenn dies nicht der Fall ist, spricht man von einer „Bild-Text-Schere“, die Lern- und Behaltensleistung sinkt durch die kognitive Überlastung (cognitive overload). Bei

Anfängern ist der Konguitätseffekt wesentlich stärker ausgeprägt als bei Fortgeschrittenen [vgl. Petri, 2001]. Der gleichzeitige Einsatz mehrerer Medien ist also nicht unbedingt sinnvoll, es liegt nur ein „schmaler Grat zwischen Ergänzung und Störung“ [Ansorg, 2.1.2]. Die Summierungstheorie ist also so nicht haltbar.

Die *Realismustheorie* verlangt eine möglichst originalgetreue Darstellung der Inhalte: Je realistischer die Darstellung ist, desto besser ist die Wissensaufnahme. Um zu lernen wie ein Fahrrad funktioniert, wäre demnach ein Film am besten geeignet, der einen Fahrrad in Bewegung zeigt, die Geräusche die es macht darunterlegt und nichts skizziert oder vereinfacht. Hier kann man eine Ähnlichkeit zum Konstruktivismus erkennen, der ja auch Wert darauf legt, Wissen in komplexen, authentischen Situationen zu vermitteln. Oben wurde am Beispiel der Bilder (Grafik versus Fotografie) schon gezeigt, dass eine naturgetreue Darstellung nicht unbedingt besser ist. Die Informationsdichte auf einem Foto ist, im Vergleich zu einer Grafik, sehr hoch. Es sind viele Details oder Teile der Umgebung zu sehen, die für das Verständnis irrelevant oder sogar störend sein können. Auch diese Theorie hat sich deshalb als nicht unbedingt richtig erwiesen.

Die heute am meisten anerkannte Theorie ist das *Ressourcenmodell*. Es geht davon aus, dass der Mensch nur eine bestimmte Anzahl von Informationen gleichzeitig aufnehmen kann. Wenn zu viele Informationen auf einmal angeboten werden, entsteht bei der Wahrnehmung und Aufnahme ins Gehirn ein Verlust. Es kann natürlich passieren, dass ausgerechnet die wichtigste Information nicht mehr rezipiert wird. Deswegen sollte man darauf achten, nicht zu viele Inhalte auf einmal darzubieten, um den Wahrnehmungsapparat nicht zu überfordern.

Diese Theorie legt also Wert darauf, dass mehr Information (oder auch auf viele Arten gleichzeitig präsentierte) nicht unbedingt mehr Lernen bedeutet.

Als Fazit ergibt sich, dass die Anzahl der gleichzeitig dargestellten Informationen reduziert werden sollte, es gilt hier: „Weniger ist manchmal mehr“. Außerdem sollte man darauf achten, dass keine widersprüchlichen Inhalte gleichzeitig dargeboten werden (z.B. „Bild-Text-Schere“), da dies zu einer kognitiven Überlastung und einer Minderung des Lernens führt.

5 Plattformen & Technik

Lernsoftware kann grundsätzlich *offline* oder *online* angeboten werden. Online-Versionen werden über Computernetzwerke verteilt und können zum Beispiel über das Internet abgerufen werden. Offline-Angebote laufen lokal auf Computern, das Lernprogramm wird dabei oft von einer CD-ROM geladen.

Für diese beiden Möglichkeiten gibt es unterschiedliche Technologien, mit denen die Lernsoftware produziert werden kann. Einige können auch für Offline- und Online-Anwendungen verwendet werden. Im folgenden Kapitel werden einige der Technologien beschrieben.

5.1 Online

Online-Lernprogramme werden über ein Computernetzwerk aufgerufen. Charakteristisch ist, dass die Daten (also das Lernprogramm) auf einem entfernten Computer (dem Server) liegen und über das Netzwerk zu dem Rechner des Benutzers (dem Client) transportiert werden. Die Verteilung des Lernprogrammes ist hier sehr einfach: Jeder mit einem Zugang zu diesem Netz kann darauf zugreifen. Allerdings ergeben sich dadurch auch Einschränkungen, da die gesamten Daten über das Netzwerk übertragen werden. Besonders für Benutzer mit einer langsamen Anbindung ergeben sich lange Wartezeiten, bis die Daten alle geladen sind.

Meistens werden Online-Angebote im Browser dargestellt (zum Beispiel Netscape Navigator, Microsoft Internet Explorer). Daher werden für die Umsetzung von Online-Lernangeboten auch die klassischen Technologien für die Entwicklung von Internetangeboten genutzt. Dazu gehören HTML mit diversen Skripterverweiterungen, Java-Applets und einige proprietäre Formate, die über Plug-Ins (Erweiterungen des Browsers) dargestellt werden können.

HTML & Javascript

HTML (Hypertext Markup Language) ist die „Grundsprache“ des Internets. Mit ihr lässt sich der Aufbau einer Seite beschreiben, zum Beispiel die Position von Grafiken, Texten etc. und Verknüpfungen zu anderen Seiten. So genannte Formularelemente ermöglichen einfache Benutzereingaben (Textfelder, Checkboxes etc.).

Mit HTML können viele verschiedene Medienarten integriert werden, zum Beispiel Video, Audio, Pixelgrafiken und natürlich Text. Das Problem ist hier, dass Video und Audio nicht richtig in die Seite eingebaut werden können, sondern sich oft in einem Extra-Player öffnen. Auch die zeitliche Synchronisierung einzelner Teile (z.B. Ton mit Schrift) stellt ein Problem dar.

Durch die Verknüpfung von mehreren Seiten ist schon ein - wenn auch geringer - Grad an Interaktion möglich: Durch das Klicken auf bestimmte Bereiche der Seite kann man zu anderen Seiten springen. Durch den Einsatz von clientseitigen Skriptsprachen (z.B. Javascript) werden weitere Interaktionsarten machbar.

Die Entwicklung und Verwaltung von komplexen und grafisch ansprechenden Lernangeboten auf HTML-Basis ist recht umständlich und zeitaufwendig. Deswegen bieten einige Webeditoren Ergänzungen an, die dies vereinfachen. Dazu gehört die CourseBuilder-Erweiterung für Macromedias Dreamweaver. Sie bietet einige vorgefertigte Interaktionselemente an, zum Beispiel

Multiple-Choice-Tests, Schieberegler oder Drag-and-drop Übungen. Außerdem ist ein Timer vorhanden, um z.B. Lösungszeiten des Benutzers zu ermitteln, es besteht die Möglichkeit Ergebnisse in Datenbanken einzutragen und vieles mehr. [vgl. Macromedia, 2002a]

Grundsätzlich lassen sich mit HTML und Erweiterungen durch Skriptsprachen alle notwendigen Funktionen realisieren. Besonders der Einsatz von spezialisierten Webeditoren erleichtert die Produktion. Allerdings gibt es bessere Möglichkeiten, besonders wenn viele Animationen und Interaktionsmöglichkeiten vorhanden sein sollen. Da HTML-Seiten immer in einem Browser ablaufen, gibt es außerdem das Problem der Kompatibilität mit verschiedenen Browser-Versionen. Um möglichst viele Benutzer erreichen zu können, müsste das Produkt für jeden Browser optimiert werden, was oft mit einem sehr großen Aufwand verbunden ist. Besonders ältere Versionen unterstützen noch nicht alle notwendigen Funktionen.

Applets

Mit der Programmiersprache Java lassen sich sogenannte Applets erstellen. Das sind kleine „Progämmchen“, die in einer HTML-Seite eingebettet sind und dadurch in einem Browser laufen. Applets werden oft genutzt, um Simulationen oder Bildschirm-Experimente zu realisieren.

Ihr großer Vorteil ist es, dass mit Java eine richtige Programmiersprache zur Verfügung steht, die eine größere Funktionalität als Skriptsprachen besitzt. Es kann eine große Zahl an Medienformen eingebunden werden, zum Beispiel Pixelgrafiken, Audio und Video. Texte und Vektorgrafiken können direkt programmiert werden.

Der Nachteil ist, dass die Erstellung von kompletten Lernangeboten sehr aufwendig ist, da die gesamte grafische Oberfläche und alle Animationen und Interaktionen programmiert werden müssen. Deswegen werden oft nur einzelne Elemente als Applet umgesetzt und dann in eine HTML-Seite eingebunden. Aber auch die Entwicklung von einzelnen Applets kann sehr zeitintensiv sein. Außerdem ist das Lernen von Java recht schwierig, was einen weiteren Nachteil für die meisten Entwickler darstellt.

Plugins: Flash & Shockwave

Es gibt verschiedene Hersteller, die eigene Formate entwickelt haben, um multimediale Angebote über das Internet zu verbreiten. Die Anwendungen laufen über eine Erweiterung (Plugin) im Browser ab. Dieses Plugin muss vom entweder erst vom Benutzer installiert werden oder es ist schon von vorneherein in den Browser integriert. Für alle bedeutenden Autorensysteme sind mittlerweile Plugins erhältlich. Die bekanntesten Formate sind Flash und Director/ Shockwave (beide von Macromedia). Dadurch wird es dem Entwickler möglich, sein Lern-

programm in einer komfortablen Autoren-Umgebung zu realisieren und ohne Konvertierung auch online zu verbreiten. Der Nachteil ist, dass die mögliche Zielgruppe auf Plugin-Besitzer beschränkt wird. Allerdings ist diese Einschränkung zum Beispiel bei Flash nur sehr gering, da das Plugin in mehr als 98% aller Browser vorhanden ist [vgl. Macromedia, 2002c].

Ein Problem sind die recht großen Datenmengen die entstehen können, da die meisten Autorensysteme für die Entwicklung von Offline-Angeboten gedacht waren. Eine Ausnahme ist hier Flash, das ursprünglich für Internetanwendungen entwickelt wurde, aber mit der Zeit zu einem nahezu vollwertigen Autorensystem gewachsen ist. Hier werden Grafiken im platzsparenden Vektor-Format abgespeichert und auch für Pixelgrafiken, Sound und Video stehen gute Komprimierungsalgorithmen zur Verfügung. Die entstehende Datenmenge kann so sogar kleiner als bei einer klassischen HTML-Seite sein.

Flash und Director haben beide eine Zeitleiste, in der sich die Inhalte in ihrer zeitlichen Abfolge anordnen lassen. Die üblichen Medienarten lassen sich gut integrieren oder in den Programmen selbst erstellen. Director bietet zusätzlich die Möglichkeit, 3D-Objekte zu importieren oder zu erzeugen und mit Lingo zu steuern. Dadurch werden 3D-Visualisierungen oder Animationen möglich. Mit Lingo (Director) und Actionscript (Flash) stehen Skriptsprachen zur Verfügung, die Interaktionen und die Reaktion auf Benutzereingaben ermöglichen.

Durch die leicht bedienbare grafische Oberfläche und die einfache und gute Möglichkeit Assets zu integrieren können mit beiden Programmen relativ schnell und ohne höhere Programmierkenntnisse komplexe Lernanwendungen erstellt werden. Welches der beiden Programme man letztendlich wählt, hängt mit den persönlichen Vorlieben zusammen.

5.2 Offline

Offline-Lernprogramme werden meistens als CD-ROM verbreitet, aber auch alle anderen Datenträger können natürlich verwendet werden. Sie können auch aus einem Computernetzwerk geladen und lokal abgespeichert werden. Zum Zeitpunkt der Verwendung der Lernsoftware befinden sich alle Daten auf dem Computer des Benutzers. Deswegen kann auch die Datenmenge größer sein als bei Online-Angeboten. Sie wird nur noch durch die Größe des Datenträgers bestimmt, zum Beispiel 650 Megabyte bei einer CD-ROM. Dadurch werden Lernprogramme mit einer höheren Darstellungsqualität möglich, da die einzelnen Assets nicht so stark komprimiert werden müssen. Das große Problem bei Offline-Medien ist die Verteilung. Möglich sind hier der direkte Verkauf beim Händler, Bestellung oder das Herunterladen aus dem Internet.

Offline-Angebote sind meist eigenständig funktionierende Programme, sie laufen nicht in einem Browser oder Ähnlichem. ab. So eine Anwendung kann entweder mit einem sogenann-

ten Autorensystem oder mit einer Programmiersprache komplett selbst erstellt werden. Es gibt speziell für Lernsoftware ausgelegte Autorensysteme.

Autorensysteme

Autorensysteme bieten die Möglichkeit, in einer komfortablen Umgebung Anwendungen (zum Beispiel Präsentationen, Lernsoftware) zu entwickeln. Dabei werden die verschiedenen Teilmedien (Assets) räumlich und in ihrem zeitlichen Ablauf zu einer multimedialen Anwendung verknüpft. Der Großteil der Tools unterstützt dabei die gängigen multimedialen Formate: Audio, Video, Vektor- und Pixelgrafik und Text. Einige bieten außerdem eine eigene Skriptsprache an, mit der vielfältige Aktionen und Interaktionen realisiert werden können. Dadurch wird die Flexibilität in der Entwicklung erweitert.

Ein entscheidender Vorteil der Autorensysteme ist, dass die meisten das Ergebnisprodukt in plattformunabhängigen Formaten bzw. für jede Plattform in einem eigenen Format speichern können. Es ist hier nicht nötig, für unterschiedliche Betriebssysteme (Windows, Mac OS, Linux etc.) komplett eigene Produkte zu entwickeln. Oft muss das Produkt überhaupt nicht angepasst werden, sondern läuft ohne Änderung auf verschiedenen Plattformen.

Director ist ein Autorensystem, das ursprünglich entwickelt wurde, um Offline-Anwendungen zu erstellen. Auch heute leistet es hier noch gute Dienste und wird sehr oft eingesetzt. Aber auch Flash, was ja für den Online-Gebrauch gedacht war, kann zur Erstellung von Programmen verwendet werden die eigenständig laufen.

Neben diesen allgemeinen Autorensystemen existieren noch solche, die speziell an die Bedürfnisse für die Entwicklung von Lernsoftware angepasst sind. Dazu gehört zum Beispiel Macromedias Authorware und ToolBook Instructor von Click2learn.

Authorware ist anders aufgebaut als Flash oder Director: Hier gibt es keine Zeitleiste, sondern es werden logische Verknüpfungen zwischen einzelnen Bausteinen erstellt. Interaktionen und Benutzereingaben werden von im Programm vorhandenen Funktionen ermöglicht. Programmieren ist nicht mehr nötig, aber immer noch möglich. Auf diesem Weg können schnell und intuitiv Lernprogramme erstellt werden. Zeitabhängige Medien, zum Beispiel Film und dazugehöriger Text, lassen sich synchronisieren. Das Programm erzeugt lauffähige Anwendungen, kann aber auch Online-Anwendungen erstellen. [vgl. Macromedia, 2002b]

Nach Angaben von Click2learn erzeugt ToolBook Instructor standard-basierte, hoch-interaktive E-Learning Inhalte. Besonders hervorgehoben wird die Möglichkeit, Simulationen zu erstellen. Das Autorensystem stellt fertige Funktionen wie Reaktionen auf Benutzereingaben, deren Auswertung und einen Timer zur Verfügung. Auch die üblichen Test-Arten sind schon implementiert.

Das Programm erzeugt Inhalts-Dateien, die in jedes Lernsystem eingebunden werden können, das die E-Learning-Standards unterstützt. Außerdem können eigenständige Programme erzeugt oder die Anwendung kann in HTML und Javascript konvertiert werden. Es können also Online-Versionen erstellt werden, die ohne ein Plug-In im Browser laufen. [vgl. Click2learn, 2002]

Programmiersprachen

Lernsoftware kann natürlich auch mit normalen Programmiersprachen realisiert werden, zum Beispiel Java, C++ oder VisualBasic. Diese zeichnen sich vor allem durch eine sehr hohe Flexibilität in der Entwicklung und eine schnelle Verarbeitungsgeschwindigkeit beim Verwenden der Software aus.

Allerdings ist der Aufwand zur Erstellung hier sehr hoch und eine ansprechende grafische Gestaltung sehr viel schwieriger zu erreichen als mit einem Autorensystem. Manche Sprachen, zum Beispiel VisualBasic, bieten zur Vereinfachung fertige Komponenten für die Benutzeroberfläche an. Außerdem stehen mittlerweile Sprachen und Entwicklungsumgebungen zur Verfügung, die es ermöglichen, die Benutzeroberfläche relativ schnell und unter Einbeziehung aller multimedialer Möglichkeiten zu gestalten.

Ein großer Nachteil der meisten Programmiersprachen ist die schlechte Portierbarkeit auf verschiedene Betriebssysteme. Oft müssen hier große Teile der Anwendung umgebaut und anders programmiert werden, was sehr aufwendig ist. Außerdem sind die Anforderungen an die Qualifikation der Umsetzenden höher, es ist leichter sich in ein Autorensystem mit zugehöriger Skriptsprache einzuarbeiten, als eine Programmiersprache zu lernen.

5.3 Fazit

Man konnte bereits erkennen, wo die verschiedenen Technologien ihre Vor- und Nachteile haben. Allgemein sind Programmiersprachen flexibler, aber weniger komfortabel bei der Entwicklung und der Portierung auf verschiedene Plattformen.

Bei der Entscheidung für eine Technologie für meine Lernsoftware wurden folgende Punkte berücksichtigt:

- ist die Technologie für Online- und Offline-Anwendungen geeignet?
- kann die Anwendung leicht auf verschiedene Systeme portiert werden? (Mac und Windows)
- bietet sie Möglichkeiten für Interaktion, Multimedialität, ansprechendes Design?
- wie groß ist der Aufwand bei der Implementierung?
- kenne ich mich mit der Technologie aus?
- was kostet die Entwicklungsumgebung/ das Autorensystem?

Die Umsetzung mit HTML, Applets und Programmiersprachen ist nicht möglich, da sie den ersten Punkt nicht erfüllt. Die Entscheidung reduziert sich deswegen auf eine Auswahl zwischen den Autorensystemen Flash, Director, Authorware und ToolBook. Mit den beiden ersten Systemen konnte ich schon Erfahrungen sammeln, wobei Flash mir persönlich eher liegt und ich damit schneller arbeiten kann. Da das Programm alle anderen Bedingungen erfüllt und noch dazu (als Schulversion) relativ günstig ist, entschied ich mich für Flash in der neuesten Version, Flash MX. Außerdem kann dieses Programm Player für Windows-PC und Mac erstellen, was ein weiterer Vorteil ist.

6 Arten von Lernsoftware

Es gibt verschiedene Arten von Lernsoftware, die sich teilweise stark voneinander unterscheiden. Manche dienen nur der reinen Präsentation von Informationen, andere fragen Wissen ab und wieder andere ermöglichen das Handeln in virtuellen Welten.

Wie man sich leicht denken kann, unterscheidet sich der Grad an Komplexität (und damit der Realisierungsaufwand) von einer einfachen Visualisierung und von wirklichkeitsnahen Simulationen erheblich. Auch die lernpsychologischen Konzepte, die dahinter stehen, umfassen die gesamte Bandbreite, vom Behaviourismus (Drill & Practice) bis zum Konstruktivismus (Simulationen).

Um eine geeignete Software-Art auszuwählen, muss daher untersucht werden, welche am besten dazu geeignet ist, die gesetzten Lernziele zu erreichen. Im folgenden werden die wichtigsten Arten von Lernsoftware vorgestellt und abschließend bewertet und eine Auswahl für das konkrete Projekt „Professor Heinrichs Welt der Optik“ getroffen.

6.1 Präsentations- und Visualisierungsprogramme

Visualisierungsprogramme stellen ausgewählte Inhalte in einer fest vorgegebenen Reihenfolge dar. Die Präsentation des Lehrstoffs kann durch Text, Bilder oder andere Medienformen und

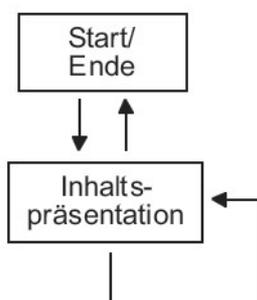


Abb. 6: Präsentations-System

deren Kombination erfolgen. Vergleichbar sind solche Systeme mit Lehrbüchern, und tatsächlich bieten sie diesen gegenüber nur wenige Vorteile. Am wichtigsten ist, dass einige Sachverhalte durch Animationen, Videos oder Ton besser dargestellt werden können als durch statischen Text mit Bildern. Außerdem kann das Medium - zumindest am Anfang - den Lernenden dazu motivie-

ren, sich mit den Inhalten zu beschäftigen, da eine Lernsoftware zunächst einmal interessanter ist als ein Buch. Wie beim Buch beschränkt sich die Interaktion auf Starten, Stoppen, Wiederholen der Präsentation und Auswählen eines Kapitels.

Präsentations- und Visualisierungssysteme können in der Regel am ehesten dem behavioristischen Lernparadigma zugeordnet werden. Auch das Instruktionsdesign kann hier Anwendung finden. Visualisierungssysteme sind relativ schnell und einfach zu realisieren, da die aufwendige Programmierung von Interaktionen entfällt. [vgl. Ansorg]

6.2 Programmierte Instruktion

Ebenfalls aus dem Behaviourismus stammen die Drill & Practice-Programme (oder Programmierte Instruktion). Wie der Name schon sagt, dienen sie dazu, Lernstoff abzufragen. Der Lernende muss die Lerninhalte also davor schon erworben haben. Typisch für solche Programme ist der ständig wiederholte Ablauf: (zufällig gewählte) Frage - Eingabe einer Antwort - Feedback. Das Feedback ist oft nur kurz, im Extremfall sogar nur ein „richtig“ oder „falsch“. Es können aber auch kurze Erklärungen vorhanden sein. Am Schluss folgt meist eine Statistik, wie viele Antworten richtig oder falsch beantwortet wurden.

Bessere Drill-Programme sind sogar in einem geringen Grad adaptiv, das heißt sie passen sich an den Kenntnisstand des Lernenden an. Dazu werten sie aus, wie oft eine bestimmte Frage falsch bzw. richtig beantwortet wurde. Wenn die Antwort meistens falsch war, dann wird diese Frage öfter gestellt, wenn sie hingegen oft richtig war, dann nur noch selten oder gar nicht mehr.

Das Prinzip der Programmierten Instruktion eignet sich besonders gut, um Faktenwissen (mechanisch) zu lernen und zu wiederholen, zum Beispiel die Antworten für die Führerscheinprüfung oder Vokabeln. Allerdings ist es nicht geeignet, irgendeine Art von Wissen sinnvoll zu lernen, da ja immer nur wörtliches Wissen abgefragt wird. Dadurch wird das mechanische Einprägen der Wortkette statt das Verständnis der Inhalte gefördert.

Die Implementierung von Drill-Programmen ist einfach, da nur einfache Interaktionsmöglichkeiten, nämlich das Auswerten der Antworten, programmiert werden müssen. Oft verwendet man dazu Datenbanken, wodurch es auch möglich wird mit einem einzigen Programm verschiedene Inhalte abzufragen. Man muss dann nur die Datenbank austauschen. [vgl. Ansorg]

Diese geringe technische Komplexität (verbunden mit geringen Entwicklungskosten) hat dazu geführt, dass ein Großteil der kommerziellen Lernsoftware dieser Kategorie angehört und das leider auch dann, wenn die Inhalte oder das Lernziel gar nicht dafür geeignet sind.

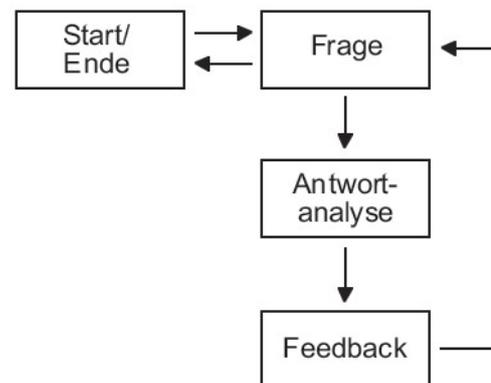


Abb. 7: Drill & Practice-Programm
[vgl. Ansorg, 4.1.1]

6.3 Tutorielle Systeme & ITS

Tutorielle Systeme präsentieren wie Visualisierungsprogramme auch den Lernstoff, passen aber die Inhalte und deren Sequenz an die Kenntnisse der Benutzers an. Dazu werden in gewissen Abständen Kontrollfragen gestellt und deren Antworten ausgewertet. Das Lernprogramm besitzt also feste *Verzweigungen*. An jeder Kreuzung steht eine Frage, die über den Weg entscheidet. Einfache tutorielle Systeme berücksichtigen hier nur die jeweils letzte Antwort.

Bessere tutorielle Systeme berücksichtigen mehrere oder alle der bisherigen Antworten und versuchen daraus den optimalen weiteren Lernweg zu bestimmen. Dabei fließen teilweise auch Faktoren wie Alter, Vorwissen oder Lernstil mit in die Entscheidung ein. [vgl. Ansorg]

Dadurch entsprechen tutorielle Systeme im Idealfall dem Einzelunterricht eines Schülers durch einen Tutor: Die Inhalte werden vom Tutor dargeboten, durch Fragen wird kontrolliert, ob und wie gut der Lernende sie verstanden hat. Ausgehend davon wird dann der weitere Unterricht geplant. [vgl. Schlotfeldt, 1997]

Einfache tutorielle Systeme entsprechen dem behavioristischen Lernparadigma. Die Verzweigungen der Software stellen hier nur ein erweitertes Feedback oder die Wiederholung des letzten Abschnitts dar. Je komplexer die Steuerung der

Software ist, desto mehr finden der Kognitivismus Anwendung, der Wert darauf legt, die Wissensvermittlung möglichst gut an den einzelnen Benutzer anzupassen. [vgl. Ansorg]

Diese Art der Lernsoftware eignet sich gut, um Inhalte in einem neuen Gebiet zu lehren. Der Lernende wird durch den Lernstoff geführt und auf seine Probleme, Schwierigkeiten und Eigenheiten wird eingegangen. Mit tutoriellen Systemen soll in erster Linie Verständnis und nicht Faktenwissen erzielt werden.

Intelligente Tutorielle Systeme (ITS)

Intelligente Tutorielle Systeme (ITS) sind eine Weiterentwicklung der tutoriellen Systeme. Sie versuchen, ein umfassendes Modell des Lernenden zu erstellen und ausgehend von diesem die Lernstrategie zu bestimmen. [vgl. Ansorg]

Das große Problem dabei ist es, die Eigenheiten des Benutzers herauszufinden. Dazu muss die Software über möglichst ausgeklügelte Algorithmen verfügen, die das gesamte Benutzerver-

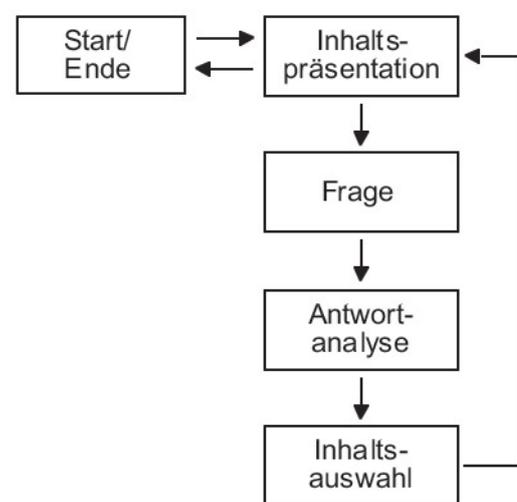


Abb. 8: Ablauf eines tutoriellen Systems

halten (Lerntempo, Reaktionsgeschwindigkeit, Anzahl der falschen Antworten, gewählte Lerneinheiten und Darstellungsformen etc.) protokolliert und ausgewertet. Natürlich können auch

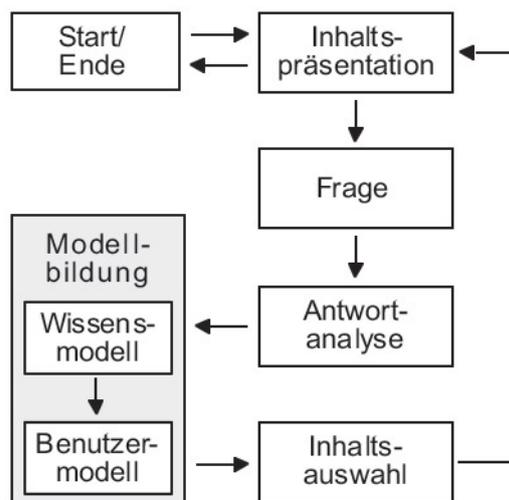


Abb. 9: Intelligentes Tutorielles System

direkte Fragen an den Benutzer gestellt werden, die dann zur Anpassung des Programms verwendet werden. Große Hoffnungen werden auch in die Forschung zur künstlichen Intelligenz gesetzt [vgl. Schlotfeldt, 1997].

Aus den Erkenntnissen über Verhalten und Vorlieben des Benutzers wird ein Modell abgeleitet, das durch Kennzahlen repräsentiert werden kann.

Der Entwicklungsaufwand für ITS ist sehr hoch, da neben den eigentlichen Inhalten auch noch die Modellbildung realisiert werden muss. Außerdem müssen die Inhalte in verschiedenen Schwierigkeitsgraden erstellt werden, damit die Software den Stoff für unterschiedliche Niveaus anbieten kann. Den ITS liegt hauptsächlich der Kognitivismus zu Grunde, aber auch Teile von Behaviourismus und Konstruktivismus können vorhanden sein.

6.4 Hypermedia-Systeme

Hypertext- oder Hypermedia-Systeme sind eine Art von Präsentations-Systemen. Der wesentliche Unterschied ist, dass die Sequenz der Inhalte nicht vorgegeben ist, sondern dass der Benutzer sich frei in einem vernetzten Informationsangebot bewegen kann. Dabei sind die einzelnen Informationseinheiten untereinander mit Querverweisen, den sogenannten Links, verknüpft. Durch einen Mausklick kann man so von einem Dokument zum anderen wechseln.

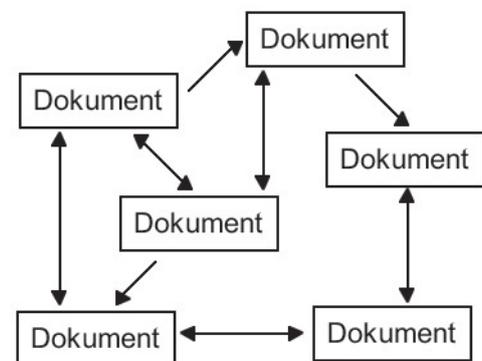


Abb. 10: Verknüpfungen in einem Hyper-System

Obwohl der Hypertext-Ansatz wichtige Merkmale von Lernangeboten (Sequenz, Tests, Antwortanalysen) vermissen lässt, wird er dennoch immer beliebter bei der Entwicklung von Lernmedien. Der Lerninhalt wird dazu in kleinere Einheiten unterteilt, zwischen denen Verknüpfungen definiert werden. Dabei wird nicht festgelegt, wieso oder auf welche Art diese Informationen zusammenhängen. So kann z.B. in einem Text über Fische ein Link auf Algen, aber auch einer auf Aquariumszubehör, Meeresverschmutzung oder Fischrezepte vorhanden sein. Diese Informationseinheiten zusammen mit den Links stellen das komplette, lauffähige System dar. [vgl. Kerres, 2001]

Diese ungeordnete Struktur führt zu einigen Problemen und Besonderheiten. Besonders Benutzer mit einem geringen Vorwissen können sich durch die vielen Entscheidungen (Was besuche ich als Nächstes? War ich da schon?) überfordert fühlen (*cognitive overload*). Außerdem können sie durch die vielen Querverweise schnell den Überblick verlieren und nicht mehr zu der ursprünglich ausgewählten Information zurückfinden (*lost in hyperspace*). Um diese negativen Aspekte der Hypermedia-Systeme zu überwinden, kann man auch in solchen Programmen einen festen Lernweg anbieten. Allerdings kann man durch das freie Herumstöbern in den Inhalten manchmal auch zufällig interessante Informationen finden, man spricht hier vom *Serendipity-Effekt*. [vgl. Petri, 2001]

Hypermedia-Systeme sind explorative Lernumgebungen. Der Benutzer hat viele Freiheiten, das Lernen wird interessanter. Die Verwendung von Hypermedia-Systemen bietet sich am ehesten an, wenn der Lernstoff keine sequentiellen Abhängigkeiten oder Hierarchien besitzt. Besonders stark vernetzte Inhalte lassen sich so besser darstellen als in einer festen Sequenz. Den Anwendern sollten die Ordnungskriterien des Stoffs schon bekannt sein, sie sind also bereits Fortgeschrittene oder Experten. [vgl. Kerres, 2001]

Wichtig ist, dass der Lernende möglichst bald einen ungefähren Überblick bekommt, wie die Inhalte zusammenhängen. Dazu kann eine hierarchisch gegliederte Navigation oder eine grafische Übersicht (Sitemap) dienen. Ohne eine solche kognitive Landkarte können die neuen Informationen nicht sinnvoll in die kognitive Struktur eingeordnet werden. [vgl. Petri, 2001]

6.5 Simulationen

Simulationen ermöglichen entdeckendes Lernen mit Medien. Der Lernende wird mit einer Situation konfrontiert, in der er Probleme lösen muss. Das Lernziel einer Simulation ist es, das Zusammenspiel einzelner Faktoren eines Systems zu erkennen. [vgl. Schlotfeldt, 1997]

Ein einfaches Beispiel wäre eine Lampe, die vom Benutzer in Helligkeit und Position verändert werden kann und so unterschiedliche Schatten erzeugt. Komplexere Beispiele sind Flugsimulationen oder die Simulation von Gesellschaften im Computerspiel (z.B. SimCity). Bei der Computersimulation wird ein *Aspekt der Wirklichkeit* herausgegriffen und modellhaft vereinfacht. Dabei kann so weit vereinfacht werden, dass nur noch die Grundzüge erkennbar sind. Es kann aber auch versucht werden, alles möglichst detailliert nachzubilden. Entscheidend ist nur, dass das *Verhalten* des Systems mit der Wirklichkeit übereinstimmt. [vgl. Kerres, 2001]

Die Realisierung von Simulationen kann sehr aufwendig sein. Technische Gegebenheiten lassen sich noch relativ einfach auf mathematische Formeln für die Simulation reduzieren,

gesellschaftliche, psychologische o.ä. Zusammenhänge können oft nur angenähert werden. Simulationen können entweder ein komplett eigenes Lernprogramm sein, man kann sie aber auch in andere Lernumgebungen einbetten.

Ein Problem von Simulationen besteht in ihrer Komplexität. Nutzer können leicht von der Vielzahl an Interaktionsmöglichkeiten überfordert sein. Deswegen ist es erstens notwendig, dass der Benutzer ein gewisses Vorwissen in dem Bereich hat, um zu wissen, was er

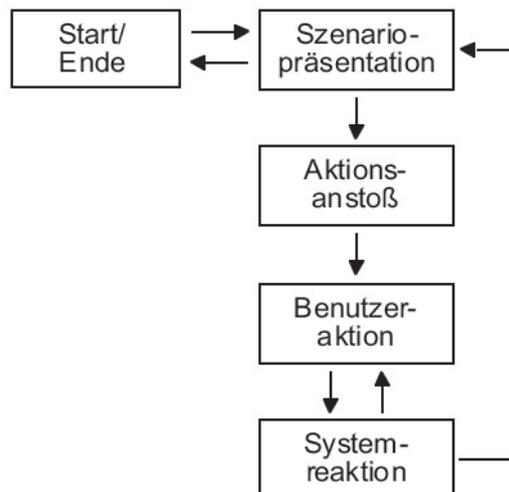


Abb. 11: Ablauf einer Simulation
[vgl. Ansorg, 4.1.6]

da (und vor allem warum) eigentlich macht. Für Anfänger sind Simulationen - besonders solche, die sehr detailliert die Wirklichkeit nachbilden - deswegen nicht geeignet.

Zweitens müssen dem Anwender in jedem Fall die Regeln der „virtuellen Welt“ bekannt sein, er muss wissen, welche Aspekte der Wirklichkeit abgebildet und welche vernachlässigt wurden. Ansonsten kann er die Auswirkungen seines Handelns nicht vorhersagen, es kommt zu einem ratenden statt dem gewünschten überlegenden Entdecken. [vgl. Schlotfeldt, 1997]

Simulationen lassen sich dem konstruktivistischen Lernparadigma zuordnen: Eine komplexe Situation soll in ihrer Gesamtheit durch entdeckendes Lernen verstanden und bewältigt werden.

6.6 Edutainment, Lernspiel

Edutainment ist ein Kunstwort, zusammengesetzt aus den englischen Begriffen Education (Ausbildung) und Entertainment (Unterhaltung). Es bedeutet damit also eine unterhaltsame Vermittlung von Wissen oder Informationen.

Eigentlich kann jede der vorgestellten Arten von Lernsoftware auch als Edutainment oder Lernspiel umgesetzt werden: Drill & Practice-Programme können kleine Spiele als Belohnung für richtige Antworten anbieten, Präsentationssoftware kann die Inhalte in eine spannende Geschichte verpacken, Simulationen sind oft in komplexe Spielszenarien eingebaut, Komponenten eines Hypermedia-Systems können Spiele sein oder die spielerische Wissensvermittlung kann sich an den Benutzer anpassen wie bei tutoriellen Systemen.

Besonders interessant ist aber die Umsetzung von Simulationen als Computerspiel. Charakteristisch ist hier im Vergleich mit normalen Simulationen das Vorhandensein eines moti-

vierenden Faktors, zum Beispiel eine Wettkampfsituation oder unterhaltende Elemente. Ein bekanntes Beispiel ist hier SimCity, wo man eine Stadt aufbauen und regieren muss.

Immer öfter werden Lernangebote in Spielszenarien eingebettet, wie z.B. bei Physik. Dabei gilt es, mehrere Experimente zu machen und Probleme zu lösen, um ein bestimmtes Spielziel zu erreichen (Schatz finden, Welt retten o.ä.). Die eigentlichen Lerneinheiten werden dabei nur auf Anfrage angezeigt. Das Interesse des Anwenders an diesen Inhalten ist also die Voraussetzung für ein Lernen. Aus meiner Erfahrung sind solche Systeme zur Vermittlung von Wissen nicht geeignet. Der Benutzer konzentriert sich mehr auf das Spiel, besonders wenn - wie bei Physik - ein Großteil der Zeit damit verbracht werden muss, durch die Spielwelt zu laufen. Außerdem lassen sich die Aufgaben meist auch durch Ausprobieren lösen, physikalische Kenntnisse sind dazu nicht unbedingt notwendig. Allerdings sind solche Angebote erst einmal interessanter, besonders für Kinder. Ähnlich wie das geankerte Lernen (vgl. 1.3) dient die mediale Umsetzung hier hauptsächlich der Motivation.

6.7 Fazit und Auswahl

Drill & Practice-Programme machen einen Großteil der Computer-Lernprogramme aus. Für manche Bereiche kann deren Anwendung durchaus sinnvoll sein, zum Beispiel beim Training von festen Handlungsabläufen. Um (physikalisches) Verständnis aufzubauen, sind sie jedoch ungeeignet. Außerdem wirken solche Angebote durch den sehr abwechslungsarmen Ablauf auf den Benutzer schnell langweilig, seine Motivation kann nicht lange aufrechterhalten werden. [vgl. Kerres, 2001]

Der Spiegel beschreibt eine Vielzahl dieser Programme recht passend als das Verpacken von „phantasielosen Datenbanken in alberne Spiele“ [Thimm, 2002, S.74].

Intelligente tutorielle Systeme sind vom Ansatz her sehr gut, da sie den Kenntnisstand und die Fähigkeiten des Benutzer berücksichtigen. Allerdings gelten sie laut [Petri, 2001] als gescheitert, da die genaue Bestimmung von Kenntnissen, Intelligenz, Fähigkeiten etc. des Lernenden durch einen Computer nicht möglich ist. Kerres (2001) sieht diese Schwierigkeit ebenfalls, meint aber, dass man sie beheben kann, indem man den Benutzer einfach selbst die Möglichkeit gibt, Zusatzinformationen anzufordern und den Schwierigkeitsgrad zu beeinflussen. Allerdings sollte der Benutzer nicht bei jedem Detail seine Präferenzen angeben müssen, auf die Dauer wäre das sehr störend.

Petri (2001) sieht außerdem fehlende Interaktionsmöglichkeiten, was aber so nicht haltbar ist. Das Konzept der ITS beschreibt lediglich, dass das Programm an den Lernenden angepasst werden soll, wie genau die einzelnen Lernbausteine aussehen, bleibt freigestellt. Daher

können durchaus kleine virtuelle Experimente und andere Möglichkeiten zur Interaktion eingebaut werden.

Meiner Meinung nach ist eine geringe und nicht 100-prozentig richtige Anpassung des Systems an den User immer noch besser als gar keine Anpassung, weswegen ich in Grundzügen dieses Konzept in meiner Software umsetze.

Entdeckende Lernprogramme wie Simulationen und Hypermedia-Systeme sind nur für Fortgeschrittene geeignet. Ohne ein entsprechendes Vorwissen kann mit Simulationen nicht sinnvoll gearbeitet werden, Hypermedia-Systeme überfordern den Benutzer. [vgl. Petri, 2001] Besonders für Kinder ist das Selbstauswählen der Ziele, wie es ja bei Hypermedia-Systemen nötig ist, nicht geeignet. Henning Scheich meint dazu im Spiegel:

„Kein vernünftiger Mensch kann annehmen, dass Unterrichtsformen, in denen Kinder sich ihre Ziele vollständig selbst setzen, zu etwas führen. Ihre sich entwickelnden Gehirne können das gar nicht leisten; es fehlt noch die Struktur, die dem Kind signalisiert: Dieses und jenes neue Wissenshäppchen ist wichtig (...)“
[Thimm, 2002, S.77].

Um das zu vermeiden, ist „Professor Heinrichs Welt der Optik“ sequentiell gegliedert.

Als Vorteil von Hypertext wird oft genannt, dass seine Struktur der menschlichen Gedächtnisorganisation ähnlich sei. Tatsächlich weißt die kognitive Struktur Knoten mit Informationen und Verknüpfungen zwischen diesen auf. Allerdings sind diese Verknüpfungen näher spezifiziert, z.B. eine Verknüpfung von „Fisch“ mit „Meeresverschmutzung“ könnte heißen „stirbt durch“ und nicht nur „hängt irgendwie zusammen mit“. Die Knoten im menschlichen Gedächtnis beinhalten außerdem Konzepte, deren Bedeutung durch ihre Verknüpfung mit über- oder untergeordneten Konzepten definiert ist. Auch das unterscheidet es von einer Hypertext-Struktur. Diese Argumentation ist also sehr zweifelhaft. [vgl. Kerres, 2001]

7 Funktionen von Lernsoftware

Lernsoftware sollte einige Funktionen bereitstellen, die das Lernen unterstützen. Die wichtigsten werden in diesem Kapitel kurz vorgestellt.

- Das Angebot kann *individualisiert* werden, um die Darbietung möglichst gut an die Bedürfnisse des Benutzers anzupassen. Dadurch kann die Effizienz des Lernens gesteigert werden.
- *Interaktive Elemente* dienen dazu, den Lernenden zu motivieren und zu aktivieren. Kein anders Medium bietet so weitreichende Möglichkeiten zur Interaktion, wie ein Computer.

- Mehrere verschiedene *Kommunikationsmöglichkeiten* erlauben dem Benutzer, mit anderen Lernenden oder einem Tutor in Kontakt zu treten. So kann er Fragen klären, die Inhalte diskutieren oder sich einfach unterhalten.
- *Lernhilfen* sollen das Lernen erleichtern. Dazu gehören zum Beispiel ein Glossar oder Lexikon, eine Anleitung zur Software allgemein und zu den einzelnen Interaktionen, oder die Möglichkeit, mit einem Tutor in Kontakt zu treten.

7.1 Individualisierung

Die Vorteile des individualisierten Lernens wurden oben schon beschrieben, ebenso wie die Parameter, die angepasst werden können (vgl. 2.7). Bei Lernsoftware ist es relativ gut möglich, einige Dinge an die Vorlieben und den Kenntnisstand des Lernenden anzupassen. Dies sollte natürlich schon *bei der Konzeption* erfolgen, indem man Informationen über das Vorwissen und kulturelle bzw. soziale Hintergründe der Zielgruppe sammelt [vgl. Ausubel, 1980]. Je enger die Zielgruppe dabei eingegrenzt ist, desto besser funktioniert eine solche Voreinschätzung.

Kleinere Unterschiede in den Fähigkeiten und dem Wissen der Benutzergruppe bestehen natürlich trotzdem. Deswegen sollte die Software sich auch *zur Laufzeit* an den Benutzer anpassen können. Dabei gibt es zwei Varianten: der Benutzer kann Ablauf und Darstellung selbst so verändern, wie es ihm gefällt (Adaptierbarkeit), oder das Programm kann an Hand seines Verhaltens automatisch bestimmen, welche Inhalte und Darstellungsformen gewählt werden (Adaptivität). [vgl. Bruns, 2000]

7.1.1 Personalisierung

Die einfachste Art der Individualisierung ist die persönliche Ansprache des Lernenden. Dazu muss dieser nur einmal seinen Namen eingeben, den das Programm dann speichert.

Allerdings hat diese Personalisierung keinen großen Einfluss auf das Lernen. Man kann aber annehmen, dass die Motivation und die Sympathie gegenüber der Software verstärkt werden. Immerhin wird es bei Lehrern als positiv angesehen, wenn sie sich für ihre Schüler interessieren. Die Kenntnis des Namens kann somit als Interesse am Benutzer interpretiert werden. Schließlich bietet die Personalisierung dem Anwender auch noch mehr Komfort, weil er an späteren Stellen (zum Beispiel bei Kommunikationsformularen) seinen Namen nicht erneut eingeben muss. Aus diesen Gründen - und auch wegen dem geringen Aufwand - habe ich mich entschlossen, diese Variante der Individualisierung in die Software einzubauen.

7.1.2 Adaptierbarkeit

Adaptierbarkeit bedeutet, dass der Benutzer das Programm an seine Bedürfnisse anpassen kann. Typische Beispiele sind hier die Geschwindigkeit, die Downloadrate bzw. Dateigröße

(bei Online-Anwendungen) und die Art der Darstellung, also ob die Information als gesprochener Text oder als Schrift erscheinen soll. Es kann aber auch die Reihenfolge der Inhalte verändert werden. So können Kapitel ausgewählt werden, man kann Zusatzinformationen oder Erklärungen anfordern oder entscheiden, ob man einen Test jetzt oder später machen möchte.

Einige dieser Möglichkeit sollte man dem Benutzer auf jeden Fall einräumen. Zum einen hat er so das Gefühl, die Software steuern zu können, er wird vom passiven Konsumenten zum aktiven Anwender. Zum anderen weiß der Benutzer am besten selbst, auf welche Art und wie schnell er die Informationen vermittelt bekommen möchte. Allerdings besteht die Gefahr, dass er sich selbst überschätzt und zu schwere Inhalte anfordert, oder solche, bei denen er die Grundlagen nicht kennt. Deswegen ist eine völlige Freiheit des Anwenders, besonders bei der Wahl der Kapitel, nicht sinnvoll.

Es besteht auch die Gefahr, dass sich der Benutzer von einer Vielzahl von Einstellungsvarianten überlastet fühlt. Dies gilt vor allem für Anfänger wie meine Zielgruppe. Daher habe ich die Möglichkeiten zum Adaptieren der Software auf ein vernünftiges Maß beschränkt. Der Benutzer kann die Geschwindigkeit einstellen und das Programm anhalten und wieder abspielen lassen. Außerdem kann er Zusatzinformationen anfordern und alte Kapitel direkt auswählen.

7.1.3 Adaptivität

Die Art der Individualisierung, die am schwierigsten umzusetzen ist, ist die Adaptivität des Programms. Hier passt sich das Programm automatisch an die Vorlieben und Kenntnisse des Benutzers an. Diese Methode wird vor allem bei intelligenten tutoriellen Systemen angewendet.

Wie schon bei der Adaptierbarkeit kann auch hier die Anpassung auf zwei Arten geschehen. Erstens kann die Darstellung verändert werden, zum Beispiel wird automatisch das Video statt der Bild- und Textkombination angezeigt, wenn der Benutzer die letzten paar Male immer „Video“ ausgewählt hat. Zweitens kann auch die Abfolge und Art der Inhalte geändert werden. So kann einem schlechten Schüler automatisch immer ein Erklärungstext gezeigt werden oder schwere Wörter im Text werden durch einfachere ersetzt.

Wie oben schon beschrieben wurde, besteht die Schwierigkeit darin, die relevanten Informationen über den Benutzer zu erhalten. Die Realisierung intelligenter Algorithmen zum Bestimmen der Infos und zum Steuern/Anpassen der Software kann je nach Grad der Adaptivität sehr kompliziert werden. Außerdem müssen auch noch Alternativinhalte für schlechte und gute Schüler erstellt werden.

Allerdings bedeutet eine gut umgesetzte adaptive Lernumgebung eine wesentlich größere Benutzerfreundlichkeit, in der Forschung geht man sogar von einem höheren Lernerfolg aus [vgl. Bruns, 2000].

7.2 Interaktivität

In der Sozialpsychologie bedeutet Interaktivität „ein wechselseitiges, aufeinander bezogenes Verhalten von zwei oder mehr Personen“ [Schlotfeldt, 1997, 2.4]. Im Bereich von multimedialen Anwendungen muss diese Definition allerdings abgewandelt werden in „...von einem Benutzer mit einem Computerprogramm“. Interaktiv bedeutet also, dass der Benutzer den Ablauf oder die Darstellung von Informationen beeinflussen kann, das Programm reagiert auf seine Aktionen.

Der Grad der Interaktion kann sehr unterschiedlich sein. Schon ein einfaches Auswählen von Kapiteln oder das Ein- und Ausschalten von Sound sind interaktiv. Schon komplexer sind Multiple-Choice-Aufgaben, die das Programm zu einem Feedback veranlassen oder das freie Formulieren von Antworten, zum Beispiel im Rahmen eines sokratischen Dialogs. Schließlich sind auch Simulationen oder kleine Experimente interaktive Elemente. Auch die Kommunikation mit anderen Lernenden oder einem Tutor zählt zur Interaktion, hier allerdings in der ursprünglichen Bedeutung des Begriffs. [vgl. Bruns, 2000]

Interaktivität ist einer der größten Vorteile von Lernsoftware gegenüber dem klassischen Unterricht. Der Computer erlaubt angstfreies Fehlermachen, da man beim Programm - anders als bei einem Lehrer - keinen schlechten Eindruck hinterlassen oder Versuchsgegenstände kaputt machen kann. [vgl. Petri, 2001]

Außerdem fördert Interaktion die Motivation, da sie die Lernumgebung persönlicher macht und ein Gefühl der Verantwortlichkeit erzeugt [vgl. Bruns, 2000]. Zusätzlich wird auch sichergestellt, dass der Lernende sich tatsächlich mit den Inhalten auseinandersetzt. Dies ist bei aktiven Anwendungen wahrscheinlicher als bei rein rezeptivem Lernen.

Einige andere Funktionen von Lernsoftware werden erst durch Interaktion möglich. Dazu gehören die Adaptivität und Adaptierbarkeit, Kommunikation und Tests.

7.3 Kommunikation

Beim klassischen Unterricht präsentiert eine Person den Lernstoff. Dabei kann sie nonverbale und verbale Reaktionen der Zuhörer berücksichtigen, Zwischenfragen stellen oder einzelne Lernende direkt ansprechen. Kommunikation und Information sind also miteinander verbunden. Bei Lernsoftware ist die Kommunikationskomponente aber nicht von vorne herein vorhanden. Deswegen sollte sie möglichst geschickt in das Angebot integriert werden.

Über das Internet kann eine Vielzahl von Kommunikationsformen eingesetzt werden. Zur synchronen, zeitgleichen Kommunikation können ein Chat oder Audio- bzw. Videokonferenzen eingesetzt werden, zeitversetzte ist durch Email, schwarze Bretter oder Diskussionsforen möglich.

Kommunikation im Internet ist allerdings mit einigen Einschränkungen versehen. Bei textbasierten Szenarien fehlt die nonverbale Komponente, insbesondere Mimik und Gestik der Teilnehmer. Dieser Mangel wird durch den Einsatz von Emoticons (Smileys aus Zeichen, z.B. :o) stellt ein Lachen dar) zu beheben versucht. Meist kennen sich die Teilnehmer nicht, es fehlt deswegen das Wissen um Kenntnisse und Erfahrungen des Gegenübers. Dadurch wird es schwierig, eine geeignete Basis für die Kommunikation zu finden.

Bei einigen Formen, wie beispielsweise Chats, ist außerdem die übliche Struktur eines Gesprächs nicht mehr vorhanden. Fragen, Antworten und andere Beiträge aller Teilnehmer stehen durcheinander, wodurch das Verfolgen einer bestimmten Kommunikation erschwert wird. Für didaktische Zielsetzungen sind deswegen insbesondere Chats eher unbedeutend. Sie können jedoch als Ergänzung des Angebots eingesetzt werden, um eher private Gespräche zu ermöglichen, die nicht unmittelbar mit dem Lernangebot zusammenhängen müssen (informeller Austausch). Das Anbieten solcher Möglichkeiten ist sinnvoll und kann sogar motivierend wirken.

Oft werden Kommunikationsangebote nicht so angenommen, wie es vom Planer gedacht war. Teilweise werden Foren nicht oder nur sehr wenig genutzt, was sie wiederum für alle Benutzer uninteressant macht. Man findet ja nichts darin. Auch ein Chat, in dem immer nur ein oder zwei Personen sind wird nicht angenommen. Auf der anderen Seite kann aber auch zu viel Information vorhanden sein, so dass eine Benutzung mühsam wird, da die gewünschten Informationen nicht gefunden werden. Es ist deswegen nicht sinnvoll, Kommunikationsangebote einfach so ins Internet zu stellen. Statt dessen muss versucht werden, eine Umgebung zu schaffen, die zur Kommunikation anregt. Dazu gehört auch, die Angebote gut in die Lernsoftware einzubinden, so dass der Benutzer schnell und einfach darauf zugreifen kann. Außerdem kann explizit auf die Möglichkeiten hingewiesen werden.

Um den Eindruck, dass es sich lohnt, zu verstärken, ist es gut, wenn ein Tutor/Moderator sich öfter mal im Forum meldet und hilfreiche Antworten gibt. So wird das Forum für den Benutzer hilfreicher und seine Benutzung für ihn sinnvoller. Ebenso sollte darauf geachtet werden, dass auf einen Beitrag immer eine angemessene Reaktion folgt, um den Schreiber zu weiteren Beiträgen zu ermutigen. Wenn er gar keine oder nur ablehnende, diffamierende Antworten erhält, wird er das Forum wahrscheinlich nicht mehr nutzen. In solchen Fällen

kann ein Moderator eingreifen, indem er auf nicht beantwortete Beiträge reagiert oder beleidigende Antworten abschwächt und im Notfall entfernt. [vgl. Kerres, 2001]

7.4 Lernhilfen

Eine Lernsoftware kann verschiedene Hilfen zur Verfügung stellen, um dem Anwender das Lernen zu erleichtern. Dazu gehört vor allem, dass die Inhalte klar und verständlich dargeboten werden. Als Hilfe kann man jedem Kapitel einen Advanced Organizer voranstellen.

Auch die Sequenz der Inhalte kann das Lernen positiv beeinflussen. Hier hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn zuerst das allgemeine Gerüst dargeboten wird und die Einzelheiten später explizit darauf bezogen werden. Besonders schwierige Abschnitte können am Schluss noch einmal kurz zusammengefasst werden. [vgl. Kerres, 2001]

Die Inhalte sollten klar und verständlich formuliert werden, ebenso Handlungsanweisungen für den Lernenden. Die Verwendung von Vergleichen, Analogien, Beispielen und Metaphern kann ebenfalls das Lernen erleichtern. Wenn einige Ideen besonders wichtig sind, ist es gut, diese im Verlauf des ganzen Lernens immer wieder zu wiederholen und in die anderen Inhalte einfließen zu lassen. [vgl. Petri, 2001]

Zusätzlich kann man dem Benutzer noch Hilfe zur Bedienung der Software anbieten. Denkbar wären hier ein Handbuch, eine in die Software eingebundene Anleitung, eine Liste mit FAQs (Frequently Asked Questions - häufig gestellte Fragen) und die Möglichkeit, technische Fragen an einen Administrator o.ä. zu stellen. Bei Hypermedia- oder Hypertext-Systemen sollte man außerdem eine Orientierungshilfe geben, wo man was finden kann und welche Abschnitte man schon gesehen hat.

Schließlich ist es auch noch wichtig, dem Anwender bei inhaltlichen Problemen zu helfen. Dazu kann man einen Glossar mit verwendeten Fachbegriffen anbieten. Auch Kommunikationselemente wie ein Forum oder Nachrichten an den Tutor können zur Klärung von Fragen beitragen.

8 Evaluation von Lernsoftware

Es gibt verschiedene Arten, um die Qualität von Lernsoftware zu bewerten. *Rezensionen* von Fachautoren untersuchen eine Lernsoftware nach ihren eigenen Bewertungskriterien und geben nur eine mehr oder weniger subjektive Meinung dazu wieder. *Kriterienkataloge* stellen mehrere Faktoren dar, die eine gute Lernsoftware ausmachen. Einige dieser Faktoren werden in diesem Kapitel vorgestellt. Die beste Methode, um eine Lernsoftware zu bewerten, ist es, den *Lernerfolg zu bewerten*. Ergebnisse dieser Forschungen zu Lernsoftware allgemein stellt

der nächste Abschnitt dieses Kapitels vor. Ziel der Evaluation ist es, Stärken und Schwächen der Software festzustellen und sie gegebenenfalls zu verbessern.

8.1 Effektivität

Die interessanteste Studie über die Effektivität von Lernsoftware liefern Kulik & Kulik (1991, 1989, 1994 [vgl. Kerres, 2001]). Sie integrierten mehrere hundert Einzelstudien zu Lernsoftware zu Kennzahlen (Effektstärken), die die Wirksamkeit von CBT angeben. Zahlen unter 0,2 geben einen geringen Effekt, solche über 0,8 einen hohen Effekt an. Das Ergebnis war, dass Lernsoftware hinsichtlich Lernerfolg und Akzeptanz herkömmlichem Unterricht im Schnitt mit einer Effektstärke von ca. 0,30 überlegen sind. Der Zeitaufwand im Vergleich zum klassischen Unterricht ist etwa 30% geringer.

Die Einheit „Effektstärke“ ist allerdings wenig aussagekräftig. Man kann sie jedoch einfach in ein verständliches Maß umrechnen: eine Effektstärke von 1 entspricht dabei etwa einer Notenstufe. Die Notenverbesserung durch die Verwendung eines Computerlernprogramms ist also 0,3. Eine 3,0 bei herkömmlichem Unterricht würde zu einer 2,7 [vgl. Jacobs, 1996].

Außerdem wurde auch der Einfluss des Schwierigkeitsgrades untersucht. Dabei konnte die Annahme, dass nur einfache Sachverhalte gut mit medialem Lernen vermittelt werden, nicht bestätigt werden. Auch der Einfluss von Persönlichkeitsmerkmalen wurde diskutiert, hier konnte ebenfalls kein Zusammenhang gefunden werden (Fricke 1989 [vgl. Kerres, 2001]).

Allerdings garantieren Computerlernprogramme nicht unbedingt einen höheren Lernerfolg, entscheidend ist immer die (didaktische) Qualität des einzelnen Produkts. Auch gibt es wahrscheinlich große Unterschiede zwischen den verschiedenen Arten von Lernsoftware. Eine eigene Studie zu diesem Thema konnte ich leider nicht finden. Aber es ist zu vermuten, dass ITS durch ihre Anpassung an den Benutzer eine recht hohe Effektivität haben. Besonders schlechtere Schüler erzielen mit individualisiertem Unterricht gute Ergebnisse. (vgl. 2.7, 2.8)

E-Learning eignet sich besonders gut um Wissen zu erwerben, zu wiederholen und zu testen sowie für die Umsetzung von Simulationen. Auch für die Kommunikation mit anderen Lernenden und für das Üben ist Lernsoftware geeignet. Weniger sinnvoll ist die Verwendung als Nachschlagewerk, vermutlich weil die Handhabung etwas umständlich ist. [vgl. Bruns, 2000]

8.2 Kriterien für gute Lernsoftware

Kriterienkataloge lassen sich in vier Bereiche aufteilen: Inhalt, Didaktik, Technik und Gestaltung. Im ersten Teil wird untersucht, ob die Inhalte sachlich richtig sind und zielgruppengerecht dargeboten werden. Der zweite befasst sich mit der didaktischen Aufbereitung des

Lernstoffs. Die technischen Kriterien betreffen die Rahmenbedingungen der Software (Installation etc.), aber auch Interaktionsmöglichkeiten des Benutzers und Ähnliches. Der letzte Bereich beschäftigt sich mit der zielgruppen- und mediengerechten Umsetzung und Gestaltung. Hier findet sich eine Checkliste, um einen Eindruck zu vermitteln, wie so etwas aussehen kann. [vgl. Bruns, 2000, Thimm, 2002 und Pestalozzianum]

Inhalt:

- Sind die Inhalte sachlich richtig?
- Sind Umfang und Tiefe angemessen?
- Sind die Informationen aktuell und entsprechen dem aktuellen Stand?
- Ist die Sprache anschaulich, präzise und zielgruppengerecht?

Didaktik:

- Passen sich Schwierigkeitsgrad, Lernweg und Geschwindigkeit an den Lernenden an?
- Kann der Lernende sie selbst einstellen?
- Gibt es Nachschlagemöglichkeiten?
- Gibt es eine Hilfe-Funktion?
- Gibt es Übungen oder Tests?
- Wird ein ausführliches Feedback gegeben?

Technik:

- Ist die Software leicht und schnell zu installieren/deinstallieren?
- Läuft sie stabil und ist fehlertolerant?
- Wie hoch sind die Ladezeiten?
- Ist die Benutzerführung intuitiv?
- Lässt sich die Software problemlos unterbrechen?
- Gibt es Möglichkeiten zur Interaktion oder Kommunikation?

Gestaltung:

- Wie ist die Qualität von Bildern, Ton etc.?
- Werden die Medienformen sinnvoll eingesetzt?
- Ist die Gestaltung ansprechend für die Zielgruppe?