

Thema des Proseminars: Hypermedia-Lernsysteme
Semester: WS 2000/2001
Seminarleiter: Prof. Dr. A. Schwill, M. Thomas

Thema der Arbeit:

Grundlagen Hypermedialer Lernsysteme

Verfasser: Nina Schumer

Matrikelnr.: 702799

Semesterzahl: 3. Semester

Inhaltsübersicht

0. Einleitung

1. Hypertext & Hypermedia

1.1. Konzept & Definition

1.2. Struktur

1.3. Geschichte

1.4. Navigationsmöglichkeiten in Hypermedia-Systemen

1.5. Einsatzmöglichkeiten für Hypermedia-Systeme

2. Pädagogisch-psychologische Grundlagen

2.1. Kognitionspsychologische Aspekte

2.1.1. Gedächtnismodelle

2.1.2. Dual Coding

2.1.3. Mentale Modelle

2.2. Lerntheorien

2.2.1. Behaviourismus

2.2.2. Kognitivismus

2.2.3. Konstruktivismus

2.3. Erfolgsfaktoren der pädagogisch-didaktischen Gestaltung

2.3.1. Curriculare Einbindung

2.3.2. Lernziele

2.3.3. Individuelle Lernstile

2.3.4. Motivation

2.3.5. Interaktivität

3. Zusammenfassung und Ausblick

0. Einleitung

Das computerunterstützte Lernen (CUL) ist ein wichtiger Teilbereich der Informatik, in dem schon immer eine Vielzahl von Projekten durchgeführt wurde.

Durch verstärkten Wettbewerb und hohe Innovationsraten steigt der gesamtgesellschaftliche Aus- und Weiterbildungsbedarf ständig. Arbeitsinhalte und -werkzeuge sind einem schnellen Wandel unterlegen, so ist eine ständige Ergänzung der Fähigkeiten der Arbeitnehmer durch Weiterbildung notwendig. Gleichzeitig herrscht auf Seite der Arbeitgeber massiver Kostendruck. Deshalb wird die Erwartung, daß Computer zur Verbesserung und Flexibilisierung der Lernsituation einen großen Beitrag leisten, teilweise euphorisch unterstützt (Jedoch wird sie teilweise auch energisch abgelehnt.)

An dieser Stelle setzt nun das Hypermedia-Konzept an. Vielen Menschen ist der Unterschied zwischen Hypermedia und Multimedia nicht klar, was an der Gleichsetzung "Hypermedia = Multimedia" zu erkennen ist. Hypermedia ist aber beispielsweise als Verbindung der Konzepte Hypertext und Multimedia zu sehen. Eine genaue Differenzierung wird in dieser Arbeit vorgenommen.

Um eine bestmögliche Lernförderlichkeit zu erhalten, müssen bei der Entwicklung von Hypermedialen Lernsystemen viele Aspekte Berücksichtigung finden. Deshalb sind die Grundlagen Hypermedialer Lernsysteme sehr umfangreich. Es werden darum manche Teilgebiete nur so tiefgreifend behandelt, wie für das Gesamtverständnis notwendig ist.

1. Hypertext & Hypermedia

1.1. Konzept & Definition

Hypertext

Der Begriff Hypertext wurde von Ted Nelson in den 60er Jahren geprägt. Allgemein definiert man Hypertext als nichtlinearen Text. Kuhlen beschrieb Hypertext als „ein Medium der nicht-linearen Organisation von Informationseinheiten“. Eine strukturell orientierte Definition liefert uns Schnupp: „Hypertext ist die Verknüpfung von Textdokumenten durch hierarchische Relationen und/oder Verweisstrukturen“. Die nichtlineare Struktur wird durch Knoten (Nodes) und Verbindungen zwischen ihnen (Links) realisiert. Übrigens bezeichnet Nielsen Hypertext auch als „generalized footnote“.

Text und Hypertext

1945 entstand durch Vannevar Bush die Grundidee für ein modernes Informationssystem. Die assoziative Arbeitsweise des Gehirns steht hierbei im Vordergrund der Überlegungen. Wenn der Benutzer gewisse Informationen zu einem bestimmten Thema liest, betrachtet, hört oder sieht, entstehen Assoziationen zu anderen Informationen, die mit dem Thema verbunden sind. Dabei hat jeder Benutzer seine eigenen Assoziationen, die nur zu einem geringen Teil vorhersehbar sind. So denkt der eine an einen Wald, wenn er das Wort „Baum“ liest, der andere an Papier, der nächste sieht das Grün vor sich.

Die Aufgabe des Hypertextsystems besteht darin, sofortigen Zugriff auf assoziierte Informationen zu gewährleisten. Der prinzipielle Unterschied zwischen Hypertext- und Datenbanksystemen liegt also darin, daß in Datenbanken keinerlei Tools implementiert sind, die Sprünge ermöglichen zu Informationen, die der Benutzer mit der aufgenommenen Information verbindet.

Was gibt es nun also Neues gegenüber konventionellem Text? Schließlich können auch im traditionellen papierbasierten Text nichtlineare Zugriffsstrukturen existieren, wie z.B. Fußnoten und Querverweise, die man als Ergänzung bei speziellem Interesse befolgen kann, z.B. Vertiefung, Wiederholung etc.

Lehrbücher sind fast immer linearer Ordnung. In Zeitschriften wie z.B. in „Fokus“ ist zur Zeit der Trend zur Fragmentarisierung (Zerlegung in Bruchstücke) zu beobachten, d. h., statt einem langen Fließtext wird ein „Kerntext“ angeboten, der zur Vertiefung durch separate Tabellen, weiterführende Kommentare, Beispiele oder Interviews ergänzt wird. Dies ist in einem sehr kleinen Maßstab eine nichtlineare Vorgehensweise. Einige papierbasierte Textformen wie z.B. Lexika verwenden eine Vielzahl von Verweisen - die Linearität ist hier also nicht durch sachlogische Zusammenhänge oder die Zeitfolge gegeben, sondern durch eine formale Ordnungsrelation (beim Lexikon: das Alphabet). Traditioneller Text muß also nicht unbedingt streng linear gelesen werden, man kann den Querverweisen folgen oder aber im Text vorwärts oder rückwärts blättern oder springen.

Das physische Medium Papier hat dennoch in jedem Fall eine bestimmte dominante Reihenfolge, denn durch die Seitenfolge ist der Text immer linear strukturiert. Außer bei Lexika, Wörterbüchern oder anderen Referenzbüchern existiert in dem Text auch immer eine logische Reihenfolge.

Papierbasierte Texte enthalten also in bestimmtem Ausmaß nichtlineare Strukturen. Trotzdem sind sie prinzipiell nichtlinear, denn stark nichtlineare Strukturen sind nur noch per Computer zu realisieren.

Zusammenfassende Definition

Ursprünglich waren die Knoten in dem Hypertext auf Text beschränkt, später kamen Grafiken hinzu. Systeme, deren Knoten multimediale Inhalte enthalten, sind hier jedoch zur präziseren Abgrenzung als Hypermedia bezeichnet, d.h., daß Hypertext erst durch Kombination mit Multimedia (Text, Photo, Grafik, Audio, Animation & Video) zu Hypermedia wird.

In Anlehnung an Hofman/Simon kann man Hypertext anhand folgender vier Aspekte definieren:

1. Struktur: Hypertext besteht aus Knoten und Verknüpfungen zwischen diesen. Die Knoten beinhalten oder repräsentieren Informationen.
2. Operationen: Das Anlegen eines Hypertexts durch Autoren ist ebenso wie das Lesen durch Benutzer eine prinzipiell nichtsequentielle Tätigkeit. Der Leser bestimmt die Reihenfolge des Zugriffs auf die Knoten, indem er seinem Wissen und seiner Motivation entsprechend Links benutzt bzw. anlegt.
3. Medium: Hypertexte sind nur computerbasiert sinnvoll. Die Inhalte sind durch statische Medien textuell, bildhaft oder symbolisch repräsentiert. (Es ist selbstverständlich auch möglich, dynamische Medien wie Animationen zu verwenden, jedoch ist das derzeit aus technischen Gründen nicht erstrebenswert.)
4. Interaktion: Auf Hypertexte wird - im allgemeinen über eine direkt manipulierbare grafische Benutzeroberfläche interaktiv zugegriffen.

Hypermedia

Wie bereits angedeutet, werden die Begriffe Multimedia, Hypertext u. Hypermedia oft nicht klar voneinander abgegrenzt. Das ist allerdings kein Wunder, denn es handelt sich hierbei um ein neues und dynamisches Gebiet, deshalb ist die Bedeutung der Wörter dem Wandel unterlegen.

Definition:

Auch das haben wir schon besprochen: Hypermedia wird primär als Erweiterung des Multimedia- oder Hypertext-Ansatzes verstanden. So sehen Falk/Carlson Hypermedia als synonym für „interactive multimedia“.

Das erklärt Nielson so: Ein System, welches multimedia basiert ist, ist nicht gleich ein Hypertext, sondern erst dann, wenn der Benutzer interaktiv Kontrolle übernehmen kann über dynamische Links. Den Unterschied zwischen Multimedia und Hypermedia kann man sich auch so vorstellen:

Entweder man sieht sich einen Reisefilm an (Multimedia), oder aber man ist selbst Tourist (Hypermedia).

Genauso wie Hypermedia als spezieller Hypertext gesehen werden kann (Hypermedia enthält viel nontext Informationen), ist es auch möglich Hypertext als spezielle Form von Hypermedia zu definieren (Hypertext ist auf textuelle Informationen beschränkt). In der Umgangssprache werden „Hypertext“ und „Hypermedia“ oft synonym gebraucht, da der Begriff „Hypermedia“ noch weniger gebräuchlich ist.

Man unterscheidet zwischen Hypermediaentwicklungswerkzeugen (bzw. Hypermedia-Autorensysteme) und Hypermedia-Anwendungen bzw. Hypermedia-Lernsystemen.

Weiterhin unterscheidet man zwischen offenen und geschlossenen Hypertext-/Hypermedia-Entwicklungsumgebungen:

Offene Systeme (Linkserver) verwalten nur Hyperlinks, die Nodes werden dagegen in verschiedenen externen Anwendungen verwaltet. Beispiel für Linkserver sind Sun Linkserver und Dec Linkworks.

Geschlossene Systeme verwalten sowohl Nodes als auch Links selbst (das sind die meisten historischen und derzeit gängigen Systeme z.B. Intermedia, Hypercard, Toolbook u. HTML)

Informationszugriff in Hypermedia-Strukturen

Der „Weg“ durch die Informationen (also die Lese- oder Betrachtungsreihenfolge) wird durch eine Auswahl von Links durch den Benutzer realisiert, was man als Navigation bezeichnet. Dabei können durchaus auch Orientierungsprobleme auftauchen. Es sind verschiedene Navigationsstrategien möglich. Die unterschiedlichen Formen des Informationszugriffs in Hypertext-/Hypermediasystemen sind:

Browsing:

Darunter stellt man sich ein „Stöbern“ oder „Netsurfing“ vor, das anhand von Links und ohne konkreten Plan (ungerichtet) oder auch planvoll (gerichtet) erfolgt. Man unterscheidet folgende Navigationsstrategien:

- a) Das Wandering - dabei handelt es sich um eine ungerichtete, nichtsystematische Vorgehensweise. Es wird auch als assoziatives Browsing bezeichnet. Der Nutzer läßt sich also nur von der Attraktivität des Angebots lenken.
- b) Das Scanning - darunter versteht man das Verschaffen eines Überblicks in größeren Gebieten.
- c) Das Exploring, welches das Verfolgen weiterführender Links von einem Schwerpunkt aus darstellt, um den Umfang der Themendarstellung festzustellen.

Gezielte Suche:

In vielen Hypertext-/Hypermediasystemen werden zusätzlich Suchfunktion angeboten, d.h., spezielle Knoten, nach denen gesucht wird, sind anhand von Schlüsselbegriffen bzw. Klassifikationskriterien auffindbar. In großen Systemen ist diese erweiterte Suchstrategie unbedingt notwendig, da bei einer

großen Informationsmenge allein durch Browsing die Wahrscheinlichkeit sehr gering ist, daß man die gewünschte Information erhält.

Durch Folgen vorabdefinierter Pfade ist der Weg des Nutzers durch eine fest vorgegebene Reihenfolge bestimmt. Es handelt sich hierbei also um linearen Text.

Zusätzliche Formen des Informationszugriffs, die das Netzwerk verändern, sind:

Connecting

Das bestehende Netzwerk wird um neue Verknüpfungen durch den Benutzer ergänzt. (z.B. Internetseiten-Ringe)

Collecting

Dies ist eine Möglichkeit für den Nutzer, eine weitgehende Veränderung der Inhalte, ihres medialen Formats oder Struktur vorzunehmen. (z.B. Guestbooks)

Typisch für die Nutzung von Hypertext und Hypermedia ist das Browsing. Die genannten zusätzlichen Zugriffsmöglichkeiten werden nicht von allen Systemen realisiert.

Neben Nodes & Links gehören zu einem Hypertextsystem noch zwei weitere Bestandteile: Das Userinterface (dem Benutzer werden Informationen zugänglich gemacht) und Navigationswerkzeuge (zur Steuerung der Bewegung im System).

1.2. Struktur

Wie bereits zur Sprache kam, ist Hypermedia ein Netzwerk aus informationstragenden Knoten (Nodes), die durch Verknüpfungen (Links) verbunden sind. Dieses Netzwerk ist hier als Graph veranschaulicht:

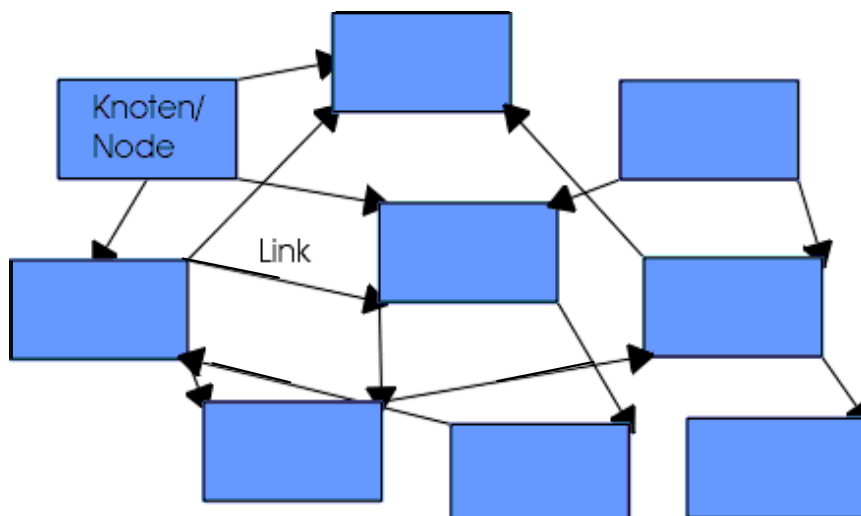


Abbildung 1: die nichtlineare Struktur von Hypertext

Es existieren folgende Grundformen der Organisationsstruktur der Hypertextbasis:

- a) Zu jedem Node gibt es einen Link, was eine lineare Struktur realisiert. Das ist kaum sinnvoll, da die Vorteile von Hypertext nicht genutzt werden.
- b) Die Matrixstruktur bietet mindestens zwei orthogonale (rechtwinklige) Sichtweisen zum Wechseln. Sie ist stark hierarchisch organisiert (Über-/Unterordnung) und kommt häufig vor.
- c) Netzartig bzw. unstrukturierte Hypertext besitzen keine spezielle Ordnung

Größere Hypermedia-Anwendungen bestehen zumeist aus Mischformen zwischen diesen Grundformen. Siehe Abbildung 3.

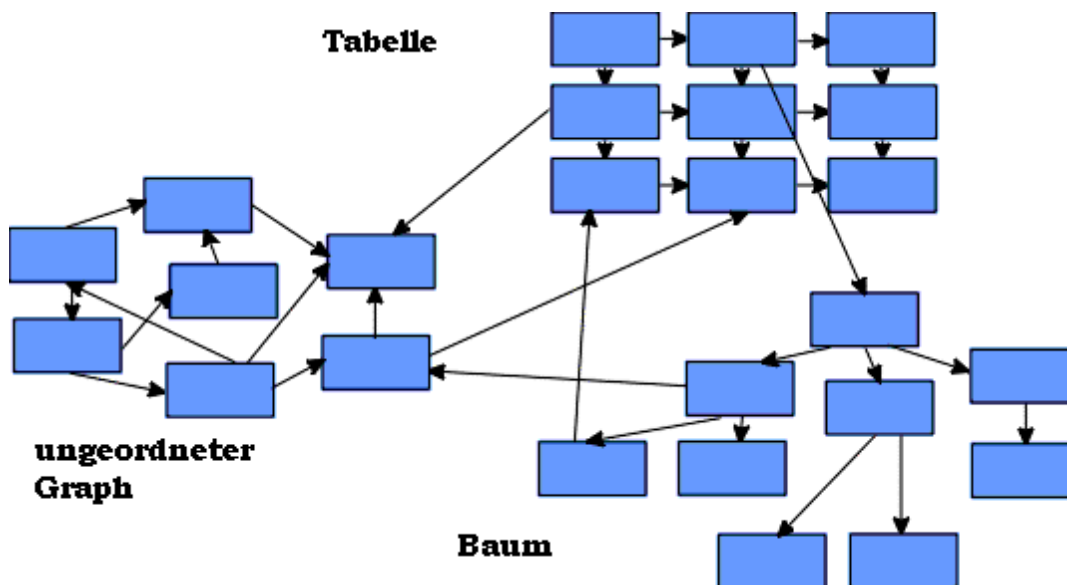


Abbildung 3: Mischform der Grundformen Tabelle (Matrixstruktur), ungeordneter Graph (unstrukturiert) und Baum (hierarchische Struktur)

Knoten (Nodes)

Die Information können in Form von Text, Grafik, Videos etc vermittelt werden. (Bei Hypertexten sind es nur Text und geringfügig Graphik).

Die geeignete Größe der Knoten (Granularität) ist eine wichtige Entscheidung bei der Erstellung von Hypertext. Im Extremfall handelt es sich um ein komplexes Dokument oder aber nur wenige Zeilen. Daß dies der Übersichtlichkeit nicht gerade förderlich ist, dürfte klar sein.

Verknüpfungen (Links)

Links sind die Verbindungen zwischen den Knoten. Durch die Auswahl von Links bestimmt der Nutzer den Weg. Man unterscheidet:

- a) Organisatorische Links: Sie realisieren eine hierarchische Struktur (Verweise auf über- und untergeordnete oder benachbarte Knoten) und referenziellen Links: Sie sind nicht hierarchisch, bilden eine assoziative Struktur.
- b) Unidirektionale Links: verweisen nur in eine Richtung und bidirektionale Links: sind beim ungerichteten Graph anzutreffen, sie verweisen hin und zurück, siehe Abbildung 2. Dieses Konzept wurde in Intermedia realisiert.

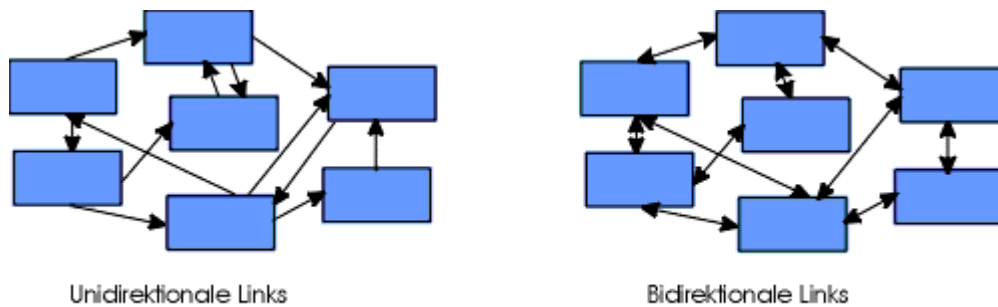


Abbildung 2

- c) statische Links: Hierbei handelt es sich um die typische Linkform in heutigen Systemen. Sie sind im System gespeichert, wurden entweder vom Autor vorgegeben oder durch den Benutzer ergänzt. Nachteile von statischen Links sind Probleme bei der Umbenennung, Änderung der Inhalte oder Löschung von Knoten. Im Gegensatz dazu sind dynamische Links erst zur Laufzeit durch den Benutzer erstellt. Es handelt sich um ein nicht beständiges Netzwerk, z.B. die „History“ (der Weg, den der Nutzer zur aktuellen Sitzung bereits zurücklegte). Der Nachteil dynamischer Links ist der erhöhte Rechenaufwand. Deshalb werden sie nur als Ergänzung zu statischen Links verwendet.

Anker

siehe Abbildung 4

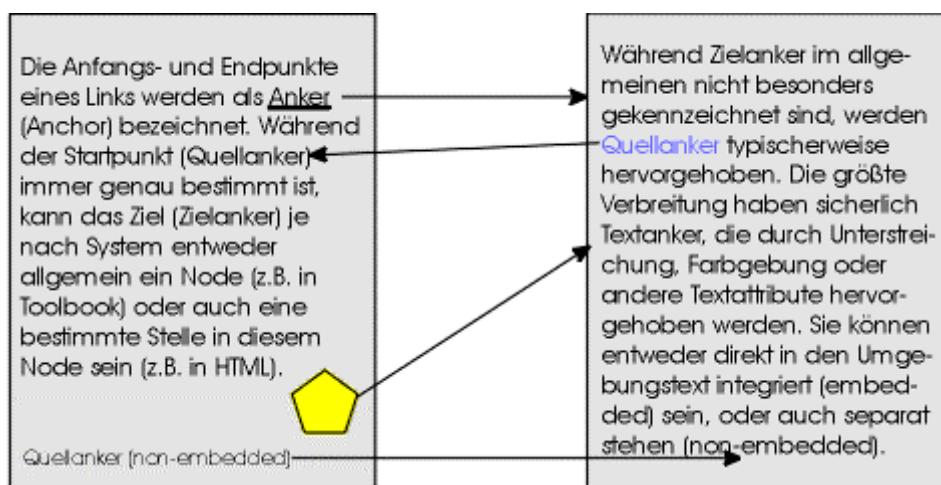


Abbildung 4: Was ist ein Anker?

1.3. Geschichte

Die Entwicklung von Hypertext möchte ich anhand ausgewählter Systeme darstellen:

Memex:

Die Ursprungsidee entstand während des 2. Weltkriegs von Vannevar Bush (1890-1974), der wissenschaftlicher Berater von Präsident Roosevelt war. Im Juli 1945 veröffentlichte Bush einen Vorschlag für die Einrichtung eines Arbeitsplatzes mit der Bezeichnung MEMEX (memory extender) in einer Zeitschrift. Der Ausgangspunkt war Bushs Besorgnis über die zunehmende Fülle an publiziertem Material, da ihm die Informationsspeicherung in alphabetischer oder numerischer Ordnung weniger geeignet schien. Er ging davon aus, daß das menschliche Gedächtnis eine netzartige assoziative Struktur besitzt, was ganz im Gegensatz zur traditionellen Informationsspeicherung stand.

Sein System sollte aus einer Sammlung von Büchern, Zeitungen, Zeitschriften, Akten und Korrespondenzen bestehen, die bereits auf einem Mikrofilm vorliegen sollten. Der Zugriff könne über einen Schreibtisch mit Tastatur und einem Lesegerät hergestellt werden. Außerdem sollte die Möglichkeit bestehen, sich handschriftliche Notizen zu machen, Bilder etc. über eine Kamera aufzunehmen und ebenfalls in die Sammlung zu integrieren. Durch die Knöpfe auf dem Arbeitsplatz könne der Benutzer eine Auswahl unter den Mikrofilmen treffen. Dabei lege der Benutzer aufgrund seiner Assoziationen Informationspfade („trails“) fest, die ggf. auch anderen zur Verfügung gestellt werden könnten.

Bushs Ideen waren jedoch in größerem Maßstab mit der damals verfügbaren Technologie nicht realisierbar, deshalb wurde Memex nie tatsächlich gebaut. Die Grundkonzeption wurde jedoch viele Jahre später aufgegriffen und auf den Computer übertragen.

Xanadu

Den Begriff „Hypertext“ für nichtlinear verknüpfte Texte prägte Theodor Holm (Ted) Nelson 1965, der damals an der Brown University in Providence arbeitete.

Xanadu sollte ein Hyperarchiv sein, welches sämtliche Literatur, die jemals geschrieben wurde, allen Bürgern der Welt verfügbar machen sollte. Die Dokumente würden nie gelöscht, und alle Versionen wären ständig verfügbar, was natürlich ein neues Copyright erfordern würde. Nelson hatte dabei die Vorstellung von einem "pay-per-view"-System.

Das System wurde tatsächlich realisiert, die Weiterentwicklung jedoch 1992 eingestellt und an zwei verschiedene Firmen in den USA und Australien übergeben.

Hypertext Editing System

Dieses System wurde ebenfalls an der Brown University 1967 von Andries van Dam, Ted Nelson und andere entwickelt. Dabei handelte es sich um ein Textverarbeitungsprogramm, das Hyperlinks erlaubt. Es war das erste funktionierende Hypertext-System in der Geschichte.

NLS/Augment

Im Jahr 1968 wurde durch Douglas Engelbart das oN-Line-System (NLS) vorgestellt, das seit 1962 im Rahmen des Augment-Projektes am Stanford Research Institute (SRI) entwickelt wurde. Es hatte die Fähigkeit, Textdateien hierarchisch oder netzartig zu verknüpfen. Nach Einstellung der Forschungsförderung für das Gesamtprojekt 1975 existierte NLS weiter unter dem Namen Augment, wurde aber nicht mehr wesentlich weiterentwickelt.

ZOG/KMS

An der Carnegie-Mellon University wurde im Jahr 1975 das Programm ZOG vorgestellt. Es war ein großrechnerbasiertes verteiltes Hypertext-Dokumentenarchiv zur Dokumentation und Projektverwaltung. Die Weiterentwicklung erfolgte unter dem Namen Knowledge Management System (KMS). Dieses ist seit 1983 kommerziell auf Unix-Basis verfügbar.

Aspen Movie Map

Dieses System wurde 1978 durch das US-Verteidigungsministerium finanziert als Reaktion auf eine Geiselnbefreiungsaktion. Das Ziel lag darin, möglichst realistisch potentielle Zielorte zum Training amerikanischer Kommandoeinheiten darzustellen. Für das Musterprojekt wurde die Stadt Aspen ausgewählt, daher der Name. Aspen Movie Map gilt als die erste "echte" Hypermedia-Anwendung überhaupt.

Intermedia

wurde ab 1985 an der Brown University entwickelt und war eines der in der wissenschaftlichen Diskussion bekanntesten Systeme. Seine hauptsächlichen Einsatzgebiete sind die universitäre Lehre und Forschung, Beispielprojekte betreffen u. a. die Musiktheorie, die englische Literatur und die Biologie. Es wurden hierzu eine Reihe wichtiger Konzepte entwickelt, welche auch einen starken Einfluß auf andere Systeme hatten. Dazu gehören unter anderem bidirektionale Links, ein "Protokoll" für das Linking mit anderen Dokumenten, automatische Generierung von Netzdiagrammen, Möglichkeit zur benutzerspezifischen Annotation. Intermedia wurde streng objektorientiert entworfen.

Die praktische Verbreitung von Intermedia war jedoch vergleichsweise gering, deshalb wurde die Weiterentwicklung von Intermedia Anfang der neunziger Jahre eingestellt.

HyperCard

1987 stellte Apple Computer das Autorensystem HyperCard von Bill Atkinson vor, welches von 1987 bis 1992 kostenlos zusammen mit Macintosh-Rechnern geliefert wurde. Es war damit das erste für größere Anwenderkreise nutzbare Hypermedia-Autorensystem, war allerdings ausschließlich auf Macintosh-Plattformen verfügbar.

HyperCard war Ende der achtziger und Anfang der neunziger Jahre die bevorzugte Entwicklungsumgebung für Hypermedia-Lernsysteme. Sie arbeitet mit Kartenstapel, beinhaltet die leichte Skriptsprache Hypertalk. Viele Produkte, Prototypen und Dokumentationen wurden mit HyperCard

entwickelt und trugen wesentlich zur Verbreitung des Hypertext-Konzepts bei.

World Wide Web (WWW, Web)

Dieses ist weltweit sicherlich bei weitem das bekannteste Beispiel für ein Hypertext-System, das zunehmend zum Hypermedia-System wird. 1989 kam der Vorschlag von Tim Berners-Lee und Robert Cailliau am Europäischen Kernforschungszentrum CERN in Genf auf, das Forschungsnetz für Spezialisten in ein weltweites Netz für Millionen von Nutzern zu transformieren, was in die Tat umgesetzt wurde. Und da im Januar 1993 der grafische Browser Mosaic verfügbar wurde, entwickelte sich das WWW explosionsartig.

Die Möglichkeit zur Realisierung eines hohen Grads an Interaktivität ist auf dem Web derzeit noch beschränkt, und für die Realisierung komplexer Anwendungen wie CUL fehlen derzeit noch ausgefeilte Tools. Jedoch entstanden neue Möglichkeiten durch neue Programmiersprachen wie das 1995 vorgestellte Java. Im Januar 1998 wurde die weltweite Zahl der Internetbenutzer bereits auf 101 Millionen geschätzt (davon 64 Millionen alleine in Nordamerika). In Europa wird von ca. 20 Millionen Nutzern ausgegangen, in der ostasiatisch-pazifischen Region von ca. 14 Millionen. In Deutschland besuchten ca. 7 bis 10 Prozent aller Deutschen 1997 das WWW, die neuen Zahlen liegen vermutlich dreimal so hoch.

Hyper-G/Hyperwave

Hyper-G ist ein weiteres Hypertext-/Hypermedia-System im Internet, wurde von der Universität Graz entwickelt und ist mittlerweile unter dem Namen Hyperwave als kommerzielles Produkt verfügbar. Hyperwave ist in mancher Hinsicht dem WWW überlegen. Es kann komplexe Zugriffsrechte verwalten, ist überhaupt ein komplexeres Datenmodell mit Clustern und enthält eine integrierte Volltextsuche.

Die separate Linkverwaltung ist gerade bei großen Datenbeständen sinnvoll, d.h., die Informationen über Start und Ziel aller Links sind nicht in die Knoten integriert, sondern sie werden in spezialisierten Strukturen verwaltet. Wird nun ein Knoten gelöscht oder verlegt, so wird der Link automatisch angepaßt. Die auf Webseiten allgegenwärtigen "dangling links" (tote Links, die auf nicht existente Knoten verweisen) werden so verhindert. Zusätzlich erlaubt Hyperwave die einfache Entwicklung und Verwaltung mehrsprachiger Dokumente - ein weiterer Vorteil gegenüber dem WWW.

Hyperwave unterstützt die Standard-Internet-Technologie, ist also auch im Zusammenhang mit dem WWW einsetzbar. Die Zukunft des Produkts ist sicherlich auch nur in Verbindung mit der bestehenden Web-Technologie denkbar.

1.4. Navigationsmöglichkeiten in Hypermedia-Systemen

Dies ist einer der wichtigsten Gesichtspunkten bei der Schaffung eines Hypermediasystems. Der Erfolg hängt selbstverständlich von der Benutzerakzeptanz ab wie bei allen anderen Computersystemen auch. Das Hauptproblem besteht in dem Gefühl des „in der Informationsmenge

Verlorenenseins“, deshalb wird ein Navigationssystem benötigt, gerade für unerfahrene Benutzer.

Ein leistungsfähiges Navigationstool sollte Rücksicht nehmen auf die Funktionsweise des menschlichen Gehirns und die Methodik der menschlichen Informationsaufnahme („Gedankensprünge“, assoziatives Denken), sollte also assoziative Bewegung ermöglichen. Solche Tools zur Navigation sind unterscheidbar in Browsing- und Überblicktools sowie Information Retrieval (IR).

Browsing- und Überblicktools in hypermedialen Systemen

Browsing-Tools sind die einfachsten Werkzeuge zur Navigation. Sie unterstützen die „Schritt-für-Schritt-Navigation“, z.B. „zum nächsten Abschnitt“, „zurück“. Der Vorteil liegt darin, daß sie leicht verständlich sind und einfach einzurichten. Allerdings gibt es auch Nachteile: in größeren Systemen ist die Bewegung einschränkend, der Überblick und inhaltliche Zusammenhänge werden leicht verloren.

Deshalb ist es möglich, den Inhalt des Hypermediasystems in tabellarischer oder graphischer Form in sogenannten Überblicksdiagrammen darzustellen. Der Vorteil liegt im besseren Verständnis über die Zusammenhänge, die Kontrolle der Bewegung ist wesentlich erleichtert und auch die Bewegungsfreiheit ist sehr viel größer. Außerdem sind Überblicksdiagramme in statischen Systemen relativ einfach zu erstellen. Daraus ergibt sich jedoch der Nachteil: in dynamischen Systemen ist mit einem hohen Erstellungsaufwand zu rechnen, und die Voraussetzung für die Erstellung eines Überblicksdiagramms liegt in einer genauen Grundkenntnis des Systeminhalts.

Information Retrieval in hypermedialen System (IR)

In großen Systemen ist eine befriedigende Informationssuche durch reines Browsing nicht mehr möglich, da sich Überblicks-Navigationstools auf Überschriften und Schlagworte beschränken. Es wird deshalb die Eingabe von Suchbegriffen nötig. Daraufhin liefern Funktionen des IR eine Vorauswahl der Knoten, die die Suchbegriffe enthalten. Der Vorteil: die größtmögliche Bewegungsfreiheit. Der Nachteil: Der Aufwand bei der Erstellung ist sehr groß. Nicht immer ist das Verständnis des Tools durch den Benutzer gegeben.

Ideale Navigationssysteme

Ideal wäre eine effiziente Informationsfindung und -auswertung, minimales Risiko des „in der Information verloren Gehens“ und maximale Bewegungsfreiheit des Benutzers. Einem „verloren gegangenen“ Benutzer sollte es möglich sein, zu einem vertrauten Punkt zurückzukommen (z.B. „zurück zum Hauptmenü“). Nach einer Sitzungspause sollte dem Benutzer der Wiedereinstieg in das System bei schon besuchten Informationseinheiten ermöglicht werden. Natürlich muß ein ideales Navigationssystem gewährleisten, daß ein Benutzer auf alle relevanten Informationseinheiten zurückgreifen kann, d.h., es sollte über Informations-Retrieval-Tools verfügen. Außerdem sollte es so gestaltet sein, daß (im Umgang mit Computern) unerfahrene Benutzer keine Probleme haben. Ein Hypermedia-

Navigationssystem sollte allgemein aus zwei Komponenten bestehen: einer Browsing-Komponente und einer IR-Komponente.

1.5. Einsatzmöglichkeiten für Hypermedia-Systeme

Hypermediasysteme können als reine Informationssysteme wie z.B. Online-Hilfen, technische Manuals, Lexika, branchenspezifische Nachschlagewerke, Museumsführer, Tourismusführer etc verwendet werden oder aber als prozeßunterstützende Systeme wie z.B. Systeme zur Verwaltung von Ideen, Systeme zur Unterstützung von Applikationsentwicklungen im Computerbereich usw oder als System zur Werbung, Unterstützung von Marketing- und Verkaufsaktivitäten usw.

Ein Einsatzgebiet von sehr großer Bedeutung sind jedoch die Lernsysteme. Hypermediasysteme sind in fast allen schulischen und universitären Themenbereichen einsetzbar (z.B. Musik, Sprache, Biologie, Medizin etc), aber auch im wirtschaftlichen Bereich (Verkaufsschulung, Ausbildung von technischen Personal oder Verhaltenstraining, was mit enormen Kostenersparnissen verbunden ist).

Anforderung an Computerunterstützten Unterricht

Bei CUL wird vom Benutzer mehr „eigenverantwortliches Denken“ erfordert. Natürlich sollte ein großer Unterschied zwischen hypermedialen Lernsystemen, die in Universitäten oder die in Schulen eingesetzt werden, bestehen, da das Alter und die damit verbundene Fähigkeiten berücksichtigt werden müssen. Und gerade im Universitätsbereich ist ja Training der Eigenverantwortlichkeit gefragt.

Eine weitere Anforderung an computerunterstützten Unterricht ist die Möglichkeit, sich Notizen zu machen.

Entwicklung hypermedialer Lernsysteme

Die Entwicklung von hypermedialen Lernsystemen erfordert eine genaue Kenntnis über Faktoren, die die Lernförderlichkeit erhöhen. Diese werden im nächsten Kapitel ausführlich behandelt.

2. Pädagogisch-psychologische Grundlagen

Die pädagogisch-psychologischen Grundlagen lassen sich in viele Untergebiete unterteilen, die eine wesentliche Rolle spielen. Es seien hier einige aufgelistet:

- Pädagogik: die „Theorie und Praxis der Erziehung und Bildung, Erziehungswissenschaft“
- Didaktik: die Theorie und Praxis des zielgerichteten Lehrens
- Teilbereich Mediendidaktik: hier dienen Medien als Hilfsmittel für einen erfolgreichen Unterricht
- Psychologie: sie beschäftigt sich mit Erscheinung und Zuständen des bewußten und unbewußten Seelenlebens, kann deshalb Hinweise geben zur Gestaltung von Lernumgebungen
- ein wichtiger Teilbereich ist die kognitive Psychologie speziell für den Wissenserwerb. Edelmann definiert sie so: „Unter Kognition versteht man Vorgänge, durch die ein Organismus Kenntnis von seiner Umwelt erlangt. Im menschlichen Bereich sind dies besonders: Wahrnehmung, Vorstellung, Denken, Urteilen, Sprache. Durch Kognition wird Wissen erworben. Kognitive Prozesse lassen sich von emotionalen (gefühlsmäßigen) und motivationalen (aktivierenden) unterscheiden.“
- die Pädagogische Psychologie wird benötigt für Situationen, in denen ein Erzieher eine zentrale Rolle spielt; Hypermediale Lernsysteme fallen also in einen Randbereich, da man selbst lernen muß bzw in Gruppen, es ist kein Erzieher notwendig
- Teilbereich Lernpsychologie
- Epistemologie: die Erkenntnistheorie bzw die Wissenschaftslehre
- weitere beteiligte Fachdisziplinen: Informatik für die Systementwicklung, Mathematik & Biologie

2.1. Kognitionspsychologische Aspekte

Über die physiologische Struktur des Gehirns existieren bereits sehr viele Erkenntnisse, z.B. daß es aus über 20 Mia Neuronen aufgebaut ist, die sich gegenseitig über elektrische Signale aktivieren und deaktivieren. Die Trennung des Gehirns in die linke und die rechte Hemisphäre wurde nachgewiesen. Die beiden Seiten ergänzen sich gegenseitig, denn die linke ist stärker analytisch abstrakt ausgerichtet, die rechte dagegen ganzheitlich/konkret.

Aber über die Art und Weise, wie das Gehirn auf psychologischer Ebene arbeitet, ist vergleichsweise wenig bekannt. Was bekannt ist und für die Gestaltung von Hypertext wichtig, soll hier dargestellt werden:

2.1.1. Gedächtnismodelle

1968 entstand von Atkinson und Shiffrin folgendes allgemein bekanntes Modell: Unser Gedächtnis besteht aus drei Systemen:

1. Das sensorische Gedächtnis kann kurzfristig, aber relativ vollständig Umgebungsinformationen aufnehmen, der Zeithorizont beträgt weniger als eine Sekunde.

2. Das Kurzzeitgedächtnis nimmt durch selektive Aufmerksamkeit nur relevante Informationen auf, die etwa 15 Sekunden lang bleiben. Die Kapazität beträgt sieben sogenannte „Chunks“ (Informationseinheiten). Man stellt sich vor, daß drei verschiedene zusammenhanglose Buchstaben gleich drei Chunks sind, dagegen ein bekanntes Wort aus drei Buchstaben nur ein Chunk.

3. Das Langzeitgedächtnis hat eine hohe Kapazität und speichert die Informationen langfristig. Durch Störung können Informationen auch verloren gehen. Allerdings ist „vergessen“ manchmal auch einfach ein Problem des Findens, denn ein beträchtlicher Teil des Wissens ist nur passiv vorhanden, z.B. die Vokabeln einer Fremdsprache: hört oder liest man sie, versteht man die Bedeutung, doch will man aus der Muttersprache in die Fremdsprache übersetzen, fallen sie einem oft nicht ein.

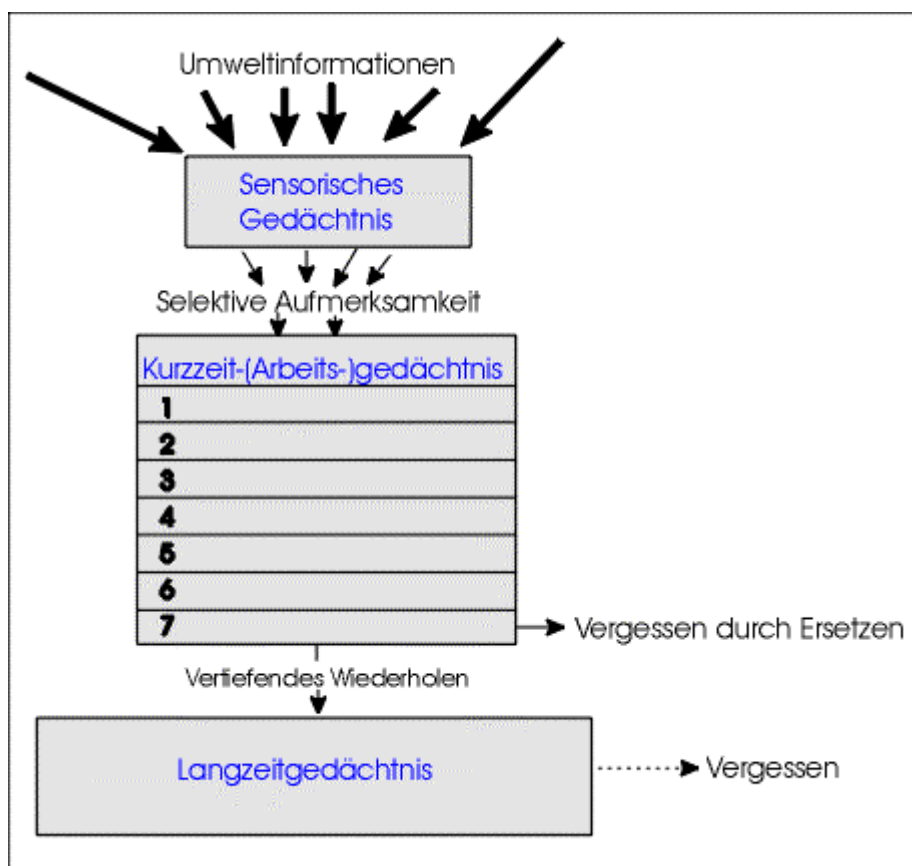


Abbildung 5: das Gedächtnis nach Atkinson und Shiffrin

Ein Erweiterungsvorschlag nach Baddeley ist die Unterteilung des Arbeitsgedächtnisses in die zentrale Aufmerksamkeitskontrolle sowie eines visuell-räumlichen und sprachlich-akkustischen Speichers im Kurzzeitgedächtnis.

Nach Sanford und Garrod sind im Arbeitsspeicher nicht nur neue Informationen aktiv (expliziter Fokus), sondern auch Vorwissen aus dem Langzeitgedächtnis, welche in das Kurzzeitgedächtnis übernommen wurden (Vorwissen; impliziter Fokus).

Das Langzeitgedächtnis ist unterteilt in das semantische Gedächtnis (allgemeines Weltwissen, nicht an eigene Erfahrungen geknüpft) und episodisches Wissen (Erinnerung an konkrete eigene Erfahrung).

2.1.2. Dual Coding

Die Theorie der doppelten Kodierung wurde von Allan Paivio 1971 vorgestellt. Die Kernaussage dieser Theorie ist: Es existieren zwei unterschiedliche kognitive Codierungen für verbale und nicht-verbale Informationen. „Verbal“ heißt dabei „begrifflich“: dazu zählt das Lesen und Hören von Begriffen, also sprachliche Informationen. Die Verarbeitung erfolgt sequenziell. Informations-Einheiten nennt man „Logogene“.

Dagegen bedeutet „nicht-verbal“ soviel wie „imaginal“, „bildlich“, „visuell-räumlich“ (kann auch Geruch und Geschmack beinhalten). Die Verarbeitung bildhafter Informationen ist synchron, d.h., viele Teile des Objektes stehen gleichzeitig zur Verarbeitung zur Verfügung. Die Speicherung erfolgt in sogenannten „Imagenen“.

Die Aktivierung der Systeme ist von der Art des Reizes abhängig. So wird beim Hören oder Lesen der Wortes „Haus“ zunächst die verbale Codierung aktiviert, dann die bildhafte Vorstellung und umgekehrt beim Sehen des Hauses selbst zunächst die nicht-verbale, dann die verbale.

Bilder werden zumindest kurzfristig besser behalten als die entsprechende Begriffe, was man „Bildvorteil“ oder „Bildüberlegenheitseffekt“ nennt. Auch Größenvergleiche sind schneller und leichter zu Veranschaulichen bei der bildlichen Darstellung. Die Behaltenswahrscheinlichkeit von Wissen ist jedoch am höchsten, wenn beides angesprochen wird, die verbale und die nicht-verbale Codierung. Man nennt dies Doppelkodierungseffekt oder Dual Coding.

Wie ist dieses Wissen nun zu nutzen für die Gestaltung von Lernsystemen? Abstraktes Wissen sollte konkretisiert und durch bildliche Darstellung die Behaltensleistung gefördert werden. Die Voraussetzung hierzu ist, daß die Lernenden in der Lage sein müssen, visuelle Repräsentation zu interpretieren.

Allerdings läßt diese Theorie nicht in jedem Fall den Schluß zu, daß Multimedialität automatisch vorteilhaft sei, sondern lediglich, daß ein aufeinander abgestimmtes Ansprechen beider Systeme positiv wirken kann.

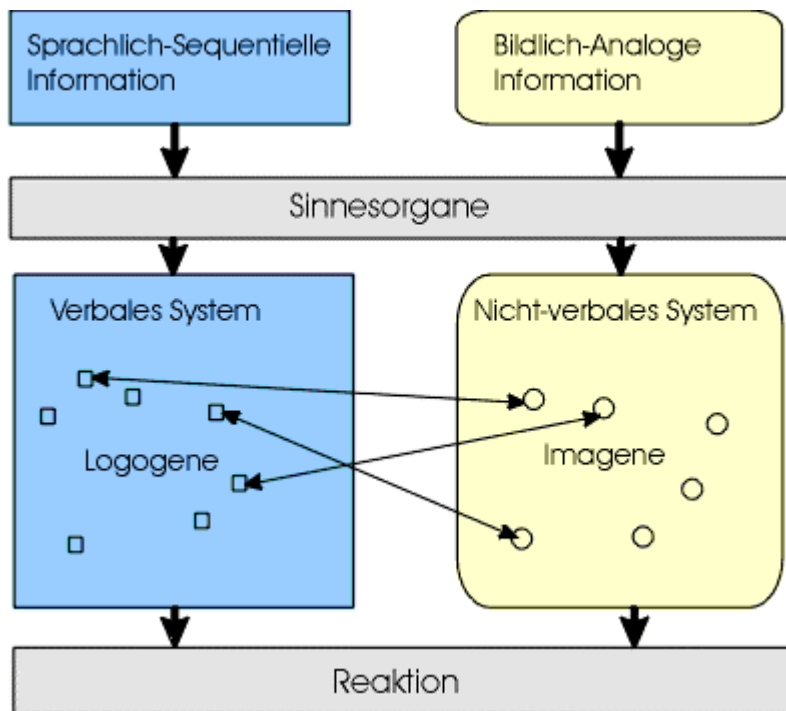


Abbildung 6: Dual Coding

2.1.3. Mentale Modelle

Was versteht man unter Modellen im allgemeinen? Modelle sind vereinfachte und auf wesentliche Komponenten reduzierte Abbilder der Realität.

Nach Hasebrook definiert man mentale Modelle wie folgt:

Mentale Modelle sind individuelle Denkmodelle, „mit deren Hilfe wir planen und entscheiden, vorausschauen und erklären, kurz: mit deren Hilfe wir denken.“

Beispiele für Modelle sind die Darwinsche Evolutionstheorie (Darwin war der Erste, der die Selektion als wesentlichen Ursache der Evolution ansah), die Vorstellung vom Herz als einer Pumpe oder von Hypertext als einem Netzwerk mit physischer Ausdehnung.

Mit Hilfe von Mentalen Modellen ist auch die Interpretation von Diagrammen, Landkarten möglich. Für bestimmte Aspekte eines Gegenstandsbereichs sind Modelle hinreichend, für andere wiederum nicht, z.B. kann man ein stromführendes Kabel mit einem Wasserschlauch vergleichen, so daß viele Aspekte verständlich gemacht werden wie unter anderem der Widerstand - jedoch versagt dieses Modell bei anderen, z.B. die Unterbrechung des Kabels.

Mentale Modelle enthalten sowohl sprachliche, als auch bildhafte und handlungsbezogene Komponenten. Bei niedrigem Verständnisniveau und zweideutigen Beschreibungen ist das mentale Abbild zunächst sehr nah am studierten Text - es wird der Text wiedergegeben durch Auswendiglernen. Allerdings ist eine einfache Textwiedergabe kein Indiz für ein tiefgehendes Verständnis. Um Schlußfolgerungen ziehen zu können, Modelle anzuwenden und zu interpretieren ist aber echtes Verständnis notwendig.

Man sieht Mentale Modelle als Verbindung zwischen den vermuteten zwei getrennten Informationsverarbeitungssystemen (siehe Dual Coding). Viele hypermediale Lernsysteme versuchen, bestimmte mentale Modelle zu prägen,

was durch die Art der Darstellung unterstützt wird, z.B. Bilder (sind oft anschaulicher als Texte), Animationen, Ton. Verbale Aussagen sind jedoch besonders geeignet, Regeln, abstrakte Begriffe oder Prinzipien zu beschreiben (z. B. Demokratie), die mit Bildern nicht eindeutig darstellbar sind.

2.2. Lerntheorien

Bei Sageder wird das Lernen verstanden als „jede aktive, Anstrengung erfordernde, psychische bzw. psychomotorische Auseinandersetzung eines Menschen mit irgendwelchen Objekten der Erfahrung“, welche eine „relativ dauerhafte Veränderung von Fertigkeiten und Fähigkeiten“ bewirkt.

Eine Lerntheorie ist nun der Versuch, Kenntnisse bzw. Auffassungen über das Lernen in einem einheitlichen System darzustellen. Dazu Betrachten wir folgende Übersicht:

Kategorie	Behaviourismus	Kognitivismus	Konstruktivismus
Hirn ist ein	Passiver Behälter	Informationsverarbeitendes „Gerät“	Informationell geschlossenes System
Wissen wird	Abgelagert	Verarbeitet	Konstruiert
Wissen ist	Eine korrekte Input-Output-Relation	Ein adäquater interner Verarbeitungsprozeß	Mit einer Situation operieren zu können
Lernziele	Richtige Antworten	Richtige Methoden zur Antwortfindung	Komplexe Situationen bewältigen
Paradigma	Stimulus-Response	Problemlösung	Konstruktion
Strategie	Lehren	Beobachten und helfen	Kooperieren
Lehrer ist	Autorität	Tutor	Coach, (Spieler) Trainer
Feedback	Extern vorgegeben	Extern modelliert	Intern modelliert
Interaktion	Starr vorgegeben	Dynamisch in Abhängigkeit des externen Lernmodells	Selbstreferentiell, zirkulär, strukturdeterminiert (autonom)
Programmerkmale	Starrer Ablauf, quantitative Zeit- und Antwortstatistik	Dynamisch gesteuerter Ablauf, vorgegebene Problemstellung, Antwortanalyse	Dynamisch, komplex vernetzte Systeme, keine vorgegebene Problemstellung
Software-Paradigma	Lernmaschine	Künstliche Intelligenz	Sozio-technische Umgebungen
„idealer“	Tutorielle Systeme,	Adaptive Systeme,	Simulationen,

Softwaretypus	Drill & Practice	IST	Mikrowelten, Hypermedia
---------------	------------------	-----	----------------------------

In jeder Lernsoftware wird ein bestimmtes Lernmodell angewandt. Deshalb ist es wichtig, diese Lernmodelle etwas genauer zu durchleuchten:

2.2.1. Behaviourismus

Die Grundposition des Behaviourismus ist dem Objektivismus zuzuordnen. Was ist nun Objektivismus? Darunter versteht man die Ansicht, daß in der externen Welt das Wissen um ein Objekt unabhängig vom Lernenden existiert, also daß es eine absolute Wahrheit gibt, die nur noch gelernt werden muß. Die Vorstellung des Lernenden soll dem Wahren möglichst nahe kommen. Unterschiedliche Sichtweisen sind durch Fehler in der Wahrnehmung zu erklären.

Der Lernende wird als BlackBox angesehen. Internen Prozessen beim Lernen wird keine Beachtung geschenkt. Durch Belohnung und Bestrafung wird das Lernen gesteuert. Die Belohnung ist am effektivsten, wenn sie sofort nach dem erwünschtem Verhalten erfolgt.

Ein Programm im behaviouristischen Stile sieht dann so aus: Es enthält ein strenges Frage-Antwort-Spiel. Alle Fragen werden aktiv bearbeitet. Es handelt sich um sogenannte programmierte Instruktion von Skinner. Ein solches Lernsystem verläuft linear und war deshalb früher auch in Buchform erhältlich. Linear systemgesteuerte Lernsysteme nennt man „tutorielle Systeme“.

Die sehr eingeschränkte Auffassung dieses Modells über die Natur des Lernens wird oft kritisiert. Zur Erreichung sehr einfacher Lernziele ist es gut geeignet, wenn lediglich die Wiedergabe von Informationen geprüft werden soll, z.B. geschichtliche Fakten oder Vokabeln mit Hilfe eines Vokabeltrainers. Eine streng lineare Präsentation läßt allerdings wenig Raum für individuelle Schwerpunktsetzungen. Ein weiterer Nachteil ergibt sich aus der Tatsache, daß für Prüfungen oft auswendig gelernt und anschließend vieles wieder vergessen wird. Außerdem ist das mit einem Lernprogramm nach dem behaviouristischen Lernmodell Gelernte oft zusammenhangloses, träges Wissen. Die Lernenden verfügen nicht über ausreichende Fähigkeiten, um komplexe realistische Probleme zu lösen z.B. bei einem Vokabeltrainer: auf Englisch zu kommunizieren

2.2.2. Kognitivismus

Beim Kognitivismus spielen *Denk- und Verstehensprozesse* der Lernenden eine zentrale Rolle. Man betrachtet den Lernenden als Individuum, der äußere Reize aktiv und selbstständig verarbeitet. Das Gehirn verarbeitet Eingaben und generiert daraus Ausgaben.

Der Lehrende teilt Informationen mit, die auf einem Medium in verschiedenster Weise codiert sein können (z..B. an der Tafel auf russisch), der Lernende decodiert sie mit seinen internen Schemata. Existiert ein Lernproblem, so war entweder die Information fehlerhaft, oder das gewählte Medium war nicht angemessen oder mit Störungen behaftet, oder aber die

Informationsaufnahme des Lernenden war in irgendeiner Weise gestört - z. B. durch Mangel an Motivation oder Vorwissen.

Das Lernen wird beim Kognitivismus als Aufbau von mentalen Modellen und Schemata verstanden. Metakognition umfaßt z.B. Strategien zum Auswendiglernen und das Wissen um persönliche Stärken und Schwächen.

Der Kognitivismus hat auch Züge des Objektivismus, er nimmt also an, daß externes Wissen intern verarbeitet wird. Allerdings herrscht hier eine stärkere Betonung des *entdeckenden Lernens*, das Lernen soll also von Neugier und Interesse des Lernenden geleitet werden. Ziel des Lernens ist es, die Problemlösungsfähigkeit zu erreichen.

Positiv im Gegensatz zum Behaviourismus ist die Zuwendung zu internen Vorgängen beim Lernen. Die Konstruktivisten kritisieren jedoch die objektiven Züge des Kognitivismus, die Annahme, das Wissen existiere extern und unabhängig vom Bewußtsein, und die zu starke Konzentration auf geistige Verarbeitungsprozesse.

2.2.3. Konstruktivismus

Die Konstruktivisten gehen davon aus, daß das Wissen durch eine interne subjektive Konstruktion von Ideen und Konzepten entsteht. Jeder modelliert die Welt individuell. Es gibt keine absolute Wahrheit, denn im Bewußtsein existieren immer nur Abbilder der Realität. Über physikalische Mittel wie Schallwellen und Licht, also mit Hilfe von Energie, findet der Austausch mit der Umwelt statt, anschließend wird das Wissen individuell konstruiert. Die Wahrnehmung von Dingen, die man wissen kann, über die Sinneswahrnehmung allein reicht nicht aus, sondern erst wenn das Gehirn es wirklich registriert hat, wenn man sich darüber bewußt ist, kann das Wissen im Gehirn geformt werden. So atmen wir zwar ununterbrochen, aber wirklich bewußt sind wir uns darüber eher selten. Ähnlich ist es mit störenden Geräuschen: oft hören wir sie gar nicht mehr.

Lernen heißt bei den Konstruktivisten: Wahrnehmen, Erfahren, Handeln, Erleben und Kommunizieren. Dies wird jeweils als aktiver, zielgerichteter Vorgang begriffen. Es stehen Fähigkeiten und Strategien im Vordergrund anstelle von sturem Auswendiglernen. Eine Instruktion, die Lernende dazu bringt, ein gewünschtes Verhalten aufzuweisen, existiert nach Ansicht des Konstruktivismus nicht. Die *Aufgabe des Lehrers* ist es, ein "Coach" zu sein, der den individuellen Konstruktionsprozeß anregen und unterstützen soll, aber nicht wirklich steuern kann (und soll). Der Gesamtansatz liegt also beim Lernenden, nicht beim Lehrenden.

Auch zu diesem Lernmodell gibt es Kritik: Extreme Formen des Konstruktivismus leugnen die Existenz der Außenwelt. Die konstruktivistische Lerntheorie kann aber viele wertvolle Hinweise zur Gestaltung von Lernumgebungen geben, denn die individuellen Unterschiede werden stärker berücksichtigt, die Lernsysteme sind weniger autoritär und besser geeignet zur Vermittlung komplexer Fähigkeiten, wie z. B. Problemlösungskompetenz, kritisches, vernetztes und ganzheitliches Denken sowie Selbständigkeit. Besonders wichtig ist auch die Betonung der Metakognition (das Wissen um eigene Stärken und Schwächen, Auswendiglernenstrategien und ähnliches).

Zusammenfassung:

Wünschenswert ist eine stärkere Betonung der kognitionstheoretischen und konstruktivistischen Lernkonzepte - vor allem bei der praktischen Realisierung von Lernsystemen. Jede Lerntheorie hat selbstverständlich ihre eigene Berechtigung, allerdings ist die einseitige Festlegung auf eine Position und vollständige Ablehnung anderer Sichtweisen nicht sinnvoll.

Hypermedia ist flexibel und an unterschiedliche Lernsituationen anpaßbar. Sie ist besonders für selbstgesteuertes, problemorientiertes Lernen geeignet wegen ihrer Nicht-Linearität. Sie ist offen bzgl. der Verwendung typischer Lernstrategien: nachschlagen, ausweniglernen, explorieren, linear lesen und entspricht im Vergleich zu anderen Formen computerunterstützten Lernens am ehesten einer „realen“ Lernumgebung mit Literatur, Referenzen, Abbildungen.

Da auch die Berücksichtigung sozialer Komponenten für das Lernen wünschenswert ist, wird die curriculare Einbindung notwendig, die im nächsten Abschnitt besprochen wird.

2.3. Erfolgsfaktoren der pädagogisch-didaktischen Gestaltung

Lernen ist ein komplexer Prozeß: Der Student muß lernen wollen oder motiviert sein, in der Lage sein zu lernen und zudem in einer sozialen oder akademischen Umgebung sein, die lernförderlich ist. Darüber hinaus müssen die Anweisungen verständlich und effektiv für den Lerner sein.

Wesentliche Erfolgsfaktoren sind die Lerntheorien, Curriculare Einbindung, die Berücksichtigung individueller Unterschiede wie Motivation und Lernstile, Art der Lernziele und Grad der Interaktivität eines Lernprogramms.

2.3.1. Curriculare Einbindung

Die Curriculare Einbindung umfaßt die Festlegung von Lernort und Lernmethode.

Einsatzszenarien:

Es wird nur der Fall betrachtet, daß die Computerunterstützung eine explizite didaktische Rolle spielt, also daß der Computer weder als Erkenntnisobjekt, z.B. im Informatikunterricht, noch als reines Werkzeug z.B. in der Textverarbeitung verwendet wird.

Die Computerunterstützung für den Lehrenden kann als Präsentationshilfe des Anschauungsmaterials erfolgen, oder zur Bereitstellung von synchronen oder asynchronen Kommunikationswerkzeugen wie Teleconferencing, Newsgroups & E-Mail (für räumlich und zeitlich verteilte Betreuung von Lernenden).

Die Computerunterstützung für den Lernenden sieht so aus: Es können Lernmaterialien oder Werkzeuge zum selbstgesteuerten Lernen zur Verfügung gestellt werden - im Rahmen von Lehrveranstaltungen, am Arbeitsplatz oder zu Hause.

Man unterscheidet für die Bereitstellung von CUL auf der Seite des Lernenden:

- rezipierend/ gestaltend, d.h., durch Annotation sind die Materialien geringfügig veränderbar, oder die Lernenden arbeiten die Inhalte selbst auf, z.B. Entwurf & Gestaltung von Hypermedia für ein bestimmtes Problem
- individuell/teamorientiert
- funktionsorientiert: z.B. speziell für erstmaliges Lernen, zum Wiederlernen, zur Prüfungsvorbereitung

Bedeutung der Curricularen Einbindung für den Unterricht:

Es gibt folgende Varianten zur Curricularen Einbindung aus Sicht einer Universität:

- Einbindung in den Lehrplan eines Studienganges: Computerunterstütztes Lernen (CUL) ist direkt Teil des Lehrstoffes eines Studienganges (z.B. bei virtuellen Universitäten).
- Einbindung in eine Lehrveranstaltung: Einzelne Seminar- oder Vorlesungstermine sind komplet durch selbstständige bzw teamorientierte Arbeit mit CUL ersetzt, z.B. Fernlernkurse, oder CUL wird zur Vor- oder Nachbereitung von traditionellen Lehrveranstaltungen angewandt.
- Einbindung in eine Veranstaltungsstunde: Das ist eher unwahrscheinlich für eine Vorlesung, denn es nehmen in der Regel zu viele Studenten daran Teil. Denkbar ist das dagegen sehr gut bei Seminaren.
- Oder letztlich Einbindung in den Arbeitsprozeß aufgrund eines konkreten Problems am Arbeitsplatz z.B. Hilfsprogramme, also Lernsysteme zur Bedienung einer bestimmten Software. Auf Studenten übertragen heißt das: zur Lösung von Übungsaufgaben, bei der Prüfungsvorbereitung etc

Der Lernort ist i. allg. natürlich im Hörsaal und in Seminarräumen nicht möglich, stattdessen existieren bekannterweise spezielle Poolräume oder Bibliotheken. Hier entstehen jedoch Probleme bei Verwendung von Audio und Video : Die Geräusche sind störend für andere. Also ist der beste Lernort zu Hause.

Potentielle Probleme des CUL sind: Der Lehrende könnte das Konzept als bedrohend empfinden. Und Lernende befürchten geringeren Kontakt zum Lehrenden. Diese Ängste sollten bei der Systemplanung Berücksichtigung finden.

2.3.2. Lernziele

Kognitive Lernziele

Im Vordergrund steht natürlich die Vermittlung von Wissen, also konkrete Fakten und Zusammenhänge. Dabei unterscheidet man in deklaratives („wissen was“), prozedurales („wissen wie“) und kontextuales („wissen wann/wo“) Wissen. Mit „deklarativ“ meint man Faktenwissen (z.B. „y ist eine Funktion von x^2 “ oder „das determinante Gen setzt sich durch“). Dagegen ist prozedurales Wissen das Wissen um Prozeduren, Algorithmen und Vorgehensweisen zur Problemlösung, z.B. daß man durch Nullsetzen der Gleichung die Nullstellen berechnen kann oder daß man durch

Aufstellen einer Tabelle bei der Vererbung die Wahrscheinlichkeiten für Gene errechnen kann). Kontextuales Wissen ist Wissen über mögliche Anwendungssituation (z.B. eine Extremwertaufgabe). So ist die Funktionsweise eines Verbrennungsmotors über mehrere Stufen von Auswendiglernen bis einsichtigem Lernen zu verstehen.

Affektive Lernziele

Auch die Affektiven Lernziele sind unterteilt in Unterziele. So unterscheidet man zwischen Einstellungslernen und Sozialem Lernen. Unter Einstellungslernen versteht man die Veränderung von persönlichen Ansichten und Handlungsweisen. Mit „Soziales Lernen“ meint man das Erproben von Verhalten in der Gruppe.

Ein Ziel könnte beispielsweise sein, das Fahrverhalten zu ändern, so daß ein umweltschonenderer Umgang mit den Fahrzeugen erreicht wird. Das erfordert selbstverständlich mehr als nur Faktenwissen! Affektive Lernziele sind also schwerer zu erreichen als kognitive Lernziele.

Bei „persönlicher“ Vermittlung sind Begeisterungsfähigkeit, Charisma und Glaubwürdigkeit des Lehrenden sehr wichtig, bei CUL dagegen die Vertrauenswürdigkeit.

Psychomotorische Lernziele

Bei diesen liegt das Ziel in manuellen Fähigkeiten und Bewegungsabläufen wie z.B. das Schreiben japanischer Schriftzeichen oder das Fliegen eines Flugzeug. Beim Erreichen dieser Ziele spielt das Üben eine große Rolle, theoretisches Wissen reicht nicht aus. Das ist am PC natürlich nur begrenzt möglich, außer es handelt sich um Software mit realitätsnahen Simulationen, z.B. Flug- u. Fahrsimulationen. CUL wird jedoch meist nur zur Erreichung einer kognitiven Komponente einer psychomotorischen Fähigkeit eingesetzt.

Implizites & Explizites Lernen

Implizites Lernen geschieht unbewußt, z.B. lernen Kinder spielerisch und scheinbar ohne jede Anstrengung Sprachen oder anderes. Ist sich der Lernende darüber bewußt, daß er Fakten, Regeln & Zusammenhänge lernt, nennt man dies explizites Lernen. Für hypermediales Lernen ist beides wichtig. So erreicht man implizites Lernen durch eine interessante Lernumgebung, bestimmte Zusammenhänge sind jedoch nur explizit erlernbar.

2.3.3. Individuelle Lernstile

Es liegt in der Natur, daß verschiedene Lernende bei gleicher Lernumgebung unterschiedliche Erfolge erreichen. Die Ursache liegt in abweichenden Vorkenntnissen oder unterschiedlichen intellektuellen Fähigkeiten. Wegen diesen individuellen Lernstilen hat jeder Lerner unterschiedliche Bedürfnisse beim Lernen und erreicht eine unterschiedliche Lerneffektivität. Es wird unterschieden in Cognitive Styles und Cognitive Controls (Persönlichkeitsmerkmale) und Learning Styles (Lernstile im engeren Sinne als Präferenz, die vom Lernenden selbst gesetzt wurden).

Cognitive Controls

Cognitive Controls sind Persönlichkeitsmerkmale, die die Wahrnehmung von Umwelteinflüssen beeinflussen und steuern. Sie sind eng mit individuellen mentalen Fähigkeiten verbunden und beeinflussen das Lernen direkter als Kognitionsstile.

Man klassifiziert zwischen Feldabhängigkeit und Feldunabhängigkeit und meint damit den Grad, bis zu dem das Umfeld die Wahrnehmung und das Verständnis von Informationen beeinflusst. Feldabhängige Lerner sind eher bereit, Sachverhalte so zu akzeptieren, wie sie ihnen präsentiert wurden. Sie haben oft Probleme, Informationen in einem komplexen Umfeld zu lokalisieren und brauchen mehr Führung. Sie sind also stärker extern orientiert. Der sozialen Interaktion kommt eine höhere Bedeutung zu. Feldunabhängige Lerner neigen dagegen stärker zu Reorganisation von Informationen, sie brauchen tendenziell weniger Führung. Insgesamt sind sie weniger an sozialer Interaktion orientiert, sind experimentierfreudig und arbeiten konzeptionell. I. d. R. sind Kinder feldabhängig und werden mit steigendem Alter zunehmend feldunabhängig.

Weitere Unterscheidungen sind Fragen der Konzentrationsfähigkeit, Grad der Impulsivität und Art der Kategorisierung.

Cognitive Styles

Cognitive Styles beinhalten allgemeinere Charakteristiken als Cognitive Controls. Sie beschreiben typische Herangehensweisen bei der Informationssammlung und -organisation. Man nimmt an, daß sich der Lerner einen Stil aneignet, den er dauerhaft und für verschiedene Aufgaben behält.

Informationssammlung erfolgt über visuelle Informationsgewinnung (sehen) und Informationsgewinn über taktile Interaktion (Tastsinn). Eine häufige Kategorisierung ist die in verbale und nicht-verbale Informationen: die Fähigkeit zur Aufnahme bildlicher Information ist als Gegenpol zu gesprochener oder geschriebener verbaler Information weitaus besser, was eng mit der Theorie der Doppelkodierung verbunden ist.

Die Informationsorganisation ist kategorisiert nach dem Grad der Detailorientierung:

- Serialisten konzentrieren sich stark auf Details und bauen erst später ein allgemeines Konzept auf. Die Vorgehensweise ist überwiegend linear. Sie tendieren zum Übersehen von wichtigen Querverbindungen.
- Holisten sind stärker global orientiert und betrachten mehrere Aspekte gleichzeitig, also den Gesamtzusammenhang. Sie neigen dazu, Details zu wenig Aufmerksamkeit zu schenken.

Lernstile (im engeren Sinne)

Die Lernstile im engeren Sinne beschreiben Präferenzen für Lern- und Lehrarten, die vom Lerner selbst durch Selbsteinschätzung unterschieden werden. Es gibt sehr viele Kategorisierungen hierfür. Die bekanntesten sind die

Lernstile nach Kolb:

Der abstrakte Lerner braucht konzeptionelle Information zum Verständnis, der konkrete Lerner benötigt direkte Erfahrung. Aktive Lerner lernen experimentell, reflektive Lerner sind dagegen eher passiv und beobachtend.

Verbindungen zwischen diesen vier Grundtypen sind in der Abbildung 7 veranschaulicht.

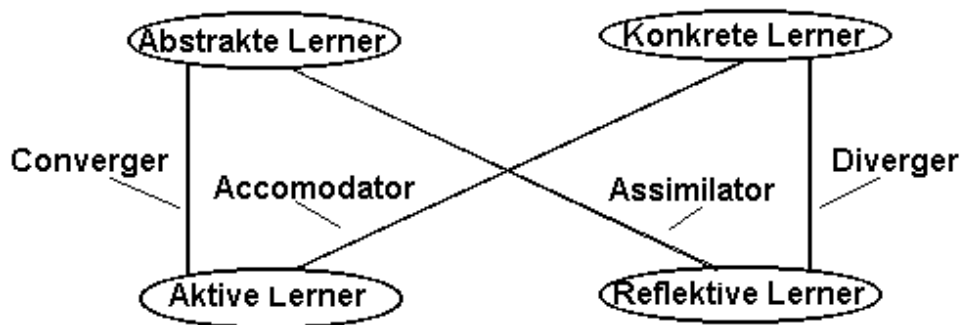


Abbildung 7: Lernstile nach Kolb

Es sind viele weiteren Unterscheidungen möglich.

Welche Relevanz haben Lernstile nun für das Lernen mit Hypermedia? Hypermediale Lernsysteme sind wegen der flexiblen Darstellungs- und Navigationsmöglichkeiten besonders gut geeignet, den vielen unterschiedlichen Lernstilen gerecht zu werden.

2.3.4. Motivation

Die Motivation ist sehr bedeutend für den Lernerfolg. Diese Tatsache wird jedoch in relevanten Büchern oft ignoriert.

Ansätze zur Klärung von Motivation finden sich in der Unterscheidung folgender grundlegender Modelle nach Edelman:

- Triebtheoretische Konzepte behandeln personeninterne Faktoren, Mangel- oder Überschusssituationen, die durch Aktivitäten ausgeglichen werden
- Die Neugiermotivation erklärt man durch mangelnde Übereinstimmung zwischen den wahrgenommenen Reizen und den vorhandenen Schemata
- Anreiztheoretische Auffassungen gehen davon aus, daß Menschen nach Geld, hohen Positionen und ähnlichem streben
- Entscheidungs- und austauschorientierte Konzepte sind sogenannte Kosten-Nutzen-Kalküle. Es stellt sich jedem persönlich die Frage: „Wieviel bringt mir das Lernen?“

Die Leistungsmotivation läßt in sich intrinsische und extrinsische Motivation unterteilen. Wenn es sich um einen subjektiven internen Anreiz (wie Neugier, Erfolgsorientierung, Mißerfolgsvermeidung, wirklich etwas Lernen wollen, Anerkennung vor sich selbst) handelt, spricht man von intrinsischer Motivation. Im Gegensatz hierzu steht die extrinsische Motivation. Diese liegt vor, wenn das Ziel außerhalb des eigentlichen Lernbereichs (z.B. in der Vermeidung von Bestrafung, Streben nach Belohnung durch Eltern oder allgemein gut Noten) liegt.

Motivational Design

Das bekannteste Modell der Motivation ist das ARCS-Modell (Attention - Aufmerksamkeit, Relevance, Confidence - Sicherheit, Satisfaction - Befriedigung), welches 1983 von J.M. Keller vorgeschlagen wurde.

Ein weiteres Modell ist „Super-Motivation“, das von D.R. Spitzer entwickelt wurde. Die Kernaussage lautet: Je mehr „Motivatoren“ der Kontext einer Tätigkeit enthält, um so motivierender wird die Tätigkeit empfunden.

Motivatoren sind:

- Action (aktive Teilnahme, Interaktivität), Fun (humorvolle, Überraschende Elemente), Variety (Abwechslung), Choice (Auswahl), Social Interaction (z.B. Gruppendiskussionen, Beratung durch Lehrende), Error Tolerance (keine Bestrafung bei Fehlern), Measurement (Erfolgsmessung), Feedback (Rückmeldungen; Vorschläge zur Verbesserung statt auf Fehler zu verweisen), Challenge (Herausforderung; nicht trivial); Recognition (Anerkennung des Lernfortschritts)

2.3.5. Interaktivität

Wie der Erfolg jeder Bildungsmaßnahme vom Grad der Interaktivität zwischen dem Lehrenden und den Lernenden abhängt, so tut er das auch bei der Anwendung von Lernsystemen.

Wie kann man die Interaktivität definieren? Klimsa hält Interaktivität für die „Art und Weise, in der Teilnehmer eines durch sie inhaltlich, zeitlich und in seiner Abfolge kontrollierten Kommunikationsprozesses miteinander Informationen austauschen und dabei prinzipiell Rollen wechseln können.“ In der Psychologie und Soziologie definiert man Interaktivität als „aufeinander bezogenes Handeln zweier oder mehrerer Personen, Wechselbeziehung zwischen Handelspartnern“.

In unserem Fall ist der Computer der Handlungspartner, es handelt sich um eine Mensch - Maschine Interaktion (Human- Computer Interaktion: HCI). Diese Interaktion kommt durch folgende Hilfsmittel zustande: Kommandozeileingabe, Menüs, Frage-Antwort-Dialoge (darunter Multiple Choice), Formulare und Spreadsheets, natürlichsprachiger Dialog (zur Zeit nicht realistisch) sowie direkte Manipulation.

Bei der direkten Manipulation werden die relevanten Objekte ständig dargestellt. Es besteht die Möglichkeit der direkten physischen Manipulation der Objekte (i. allg. durch Mausclick). So können inkrementelle und reversible Operationen ausgeführt werden, deren Ergebnis in Echtzeit sichtbar wird. Beispiele hierfür sind das Aktivieren von Links, das Aufrufen von Zusatzinformationen (Pop Ups), Bewegen von Objekten (Drag & Drop) und das Zeichnen von Diagrammen.

Eine spezielle Art der direkten Manipulation ist die Virtuelle Realität (VR), in der eine wechselseitige Form der Interaktivität angestrebt wird wie auch bei Künstlicher Intelligenz (KI).

Interaktivität kann man auch als Fähigkeit von Software sehen, „dem Benutzer eine Reihe von Eingriffs- und Steuerungsmöglichkeiten zu eröffnen“.

Formen der Interaktivität

Ein hoher Grad an Interaktivität wird z.B. durch Anleitung eines Lehrers realisiert. Trägt dagegen ein Lehrer einseitig vor oder ein Lernprogramm enthält wenig Auswahl an Aktionsmöglichkeiten z.B. bei Multiple-Choice-Fragen, spricht man von einem niedrigen Grad an Interaktivität.

Die Grundformen der sachlichen Interaktion sind:

- a) Frage - Antwort - Antwortanalyse - Rückmeldung
- b) Anweisung - Handlung - Handlungsanalyse - Rückmeldung

Die Grundform in a) läßt sich leicht aus der Abbildung 8 herauslesen, b) aus Abbildung 9. Es handelt sich um ein Spanisch-Programm, welches einen Übungsteil besitzt. Jeweils wird zur Handlung /Antwort aufgerufen, anschließend die Eingabe analysiert und schließlich beurteilt und eine Berichtigung ausgegeben.

Welche Antwort gehört zu welcher Frage?

Voy a España.	¿Cuántos sois?
El libro está en la maleta.	¿Adónde vas?
El Sr. Gómez es pintor.	¿Cómo vas?
Somos tres.	¿Dónde está?
Voy en taxi.	¿Qué es?

Abbildung 8: Die Antworten sollen den Fragen per Drag & Drop zugeordnet werden

Setzen Sie die Possessivpronomen ein:

(Tú) tu maleta es nueva.
 (Nosotros) nuestros padres están de viaje.
 El coche es de (yo) mi abuelo.
 (Vd.) _____ amigo es amable.
 Hablo con (vosotros) _____ hermanos.
 (Vosotros) _____ casa es más grande
 que (nosotros) _____ chalet.
 Aquí están (Vds.) _____ llaves.
 ¿Jugáis con (nosotros) _____ amigos?



Abbildung 9: Es sollen die Possessivpronomen in der richtigen Form eingesetzt werden.

In computerisierten Systemen ist die Interaktivität nur begrenzt umsetzbar - aus technischen Gründen. Statt Fragen durch den Benutzer können nur Anweisung eingegeben werden, z.B. die Suche nach einem unbekanntem

Wort. Deshalb muß sich der Benutzer sehr dem Programm anpassen. Und es ist auch nur eine begrenzte Analyse der Antwort des Benutzers möglich

Relevanz für Lernen mit Hypermedia

Das Realisieren eines hohen Interaktivitätsgrades ist ein wesentliches Merkmal von Lernsystemen. Allerdings sind alle derzeit realisierbaren Lernprogramme noch weit von der „idealen“ Interaktivität entfernt.

Beurteilung der Interaktivität:

Man beurteilt die Interaktivität von Lernsystemen nach ihrer Lernwegsteuerung. Bei tutoriellen Systemen ist der Lernweg fest vorgegeben, es ist nur blättern möglich. Hier ist die Interaktivität sehr gering. Bei Hypermedia liegt die Entscheidung über den Lernweg dagegen grundsätzlich beim Lernenden, was den Grad der Interaktivität wesentlich erhöht.

Weitere Kritikpunkte sind die Darstellungstiefe (z.B. erhält man durch Mausclick auf eine Grafik weitere Informationen durch Verknüpfungen etc), die Dialoggestaltung (z.B. in Form von Testfragen) und die Veränderbarkeit, der Möglichkeit zur Annotation, Ergänzung und Änderung von Inhalten und strukturellen Verknüpfungen.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Das Lernen mit Hypermedia

Hypermediale Systeme sind als Alternative zu den bisher verwendeten Programmeinheiten zur Entwicklung computergestützter Unterrichtseinheiten zu sehen und besitzen den Vorteil, daß sie das kognitive Lernmodell unterstützen statt des behaviouristischen. Der Lernprozeß wird also soweit wie notwendig gesteuert, gleichzeitig bietet das System die Herausforderung, sich mit dem System und seinen Inhalten zu beschäftigen.

Der Vorteil der Hypermediasysteme ist offensichtlich, wie wir im Verlaufe dieser Arbeit gesehen haben, die nicht streng hierarchische Struktur und die Nichtlinearität, so daß maximale Freiheit des Benutzers bei der Bewegung besteht.

Ziel des Lernens mit Hypermediasystemen sollte die Bildung korrekter (d.h. im jeweiligen Kontext funktionsfähiger) mentaler Modelle des Problembereichs sein, nicht lediglich die Fähigkeit zur Wiedergabe bestimmter Formulierungen.

Der Einsatz verschiedener Medien kann zur Bildung solcher Modelle beitragen, wenn die sprachlichen und visuellen Informationen aufeinander abgestimmt und widerspruchsfrei sind. Dabei ist das Vorwissen für das Verständnis wichtig, z.B. bei Diagrammen. Die Linkstrukturen regen dazu an, Vorwissen aus verschiedenen Gebieten zu aktivieren.

Die Bestimmung eines Lernwegs setzt die aktivere Auseinandersetzung mit dem präsentierten Material voraus. Es gibt eine Vielzahl von Faktoren, die dabei eine Rolle spielen: Motivation hat beispielsweise einen Einfluß darauf, ob sich der Lernende überhaupt mit dem Themengebiet auseinandersetzt; der Grad der Interaktivität bestimmt, wie stark der Stoff gefestigt wird.

Gegenwart und Zukunft

Heute sind Bushs Ideen fast 56 Jahre alt. Die Technologie entwickelt sich immer schneller, ständig entstehen neue Einsatzgebiete. Auch das Aussehen von Hypertextsystemen ändert sich immerzu.

Heute ist das WWW kein reines Netzwerk mehr, sondern eine Vielzahl von Netzwerken mit hierarchischen Teilstrukturen. Anfang der 90er Jahre erreichte man noch mehr Leser über Bücher als über Hypertextsoftware wie über das WWW. Das gilt heute nicht mehr: viele Bücher sind bereits „online“, und sind somit einfacher und schneller erreichbar. Jedoch liegen sie meist in linearer Form vor, so daß das Potential von Hypertext nicht genutzt wird.

Animationen und Videos sind derzeit im Internet nur begrenzt einsetzbar aus technischen Gründen. Hier ist Änderung ersichtlich, sobald die Verbindung schneller wird. Und der höchste Grad an Interaktivität wird dann erreicht, wenn eines Tages natürlichsprachlicher Dialog möglich wäre. Es bleibt uns nur mit Spannung auf die Zukunft zu warten.

Quellenangabe:

- Entwicklung hypermedialer Lernsysteme – Astrid Blumstengel – 1998 (Kapitel 2)
- Hypermediale Lernsysteme – W. Faber 1993