

1. Probleme bei der Nutzung des World Wide Web als Lehr- und Lernmedium

1.1. Einleitung

Durch das World Wide Web (WWW) sind Schlagwörter wie Multimedia, Hypermedia, Internet und Datenautobahn in aller Munde. Die Anzahl der privaten wie kommerziellen Benutzer des WWW ist seit der Einführung dieses Systems im Jahre 1991 explosionsartig gewachsen. Die Zahl der weltweit installierten Internet-Server wird auf ca. 30 Mill. geschätzt, wobei viele dieser Server auch ein WWW-Angebot zur Verfügung stellen (vgl. Abbildung 1). Ebenso hat die Menge der im WWW angebotenen Informationen exponentiell zugenommen.

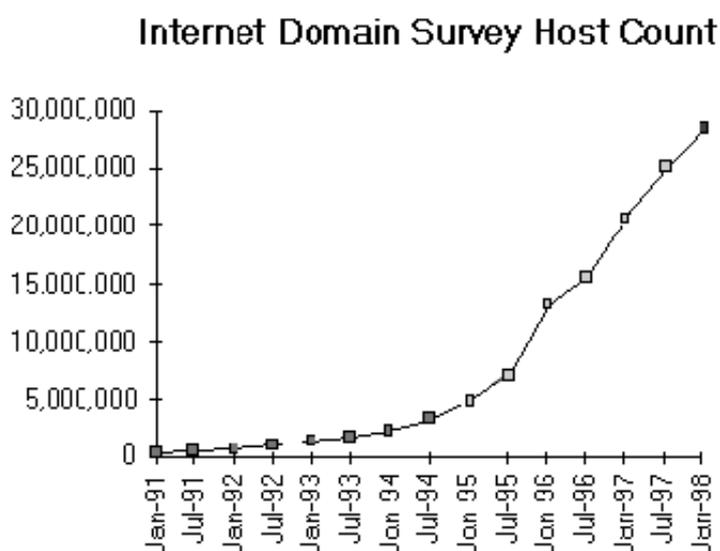


Abb.1-1: Weltweit erreichbare Internet-Server¹²

¹² Quelle: <http://www.nw.com/zone/WWW/report.html> und <http://www.nw.com/zone/hosts.gif> (20.6.98).

Die Publizität des WWW liegt sicherlich zum Großteil an der einfachen Bedienbarkeit der WWW-Browser und der Plattformunabhängigkeit des WWW.

Obwohl das WWW eines der am einfachsten bedienbaren Internet-Dienste ist, hat es dennoch viele Mängel. Dies zeigt sich gerade im Unterricht, wenn das WWW als Lehr- und Lernmedium genutzt werden soll. Wie die bisher durchgeführten Unterrichtsversuche im Modellversuch *BeNet* deutlich gemacht haben, gestaltet es sich beispielsweise außerordentlich schwierig, im Rahmen eines vertretbaren Zeitaufwandes Informationen zu finden bzw. sich Klarheit darüber zu verschaffen, ob diese per Internet verfügbar sind. Insbesondere für Anfänger ist das WWW bei weitem eine nicht so effektive Informationsquelle, wie dies häufig behauptet wird.

Im folgenden Beitrag sollen diese Problematik und deren Ursachen genauer untersucht werden. Da das WWW ein verteiltes Hypertext-System ist, lassen sich viele Ergebnisse der Hypertext-Forschung auch auf das WWW übertragen. Im Zentrum steht deshalb die Benutzbarkeit von Hypertext im allgemeinen und die des WWW im besonderen. Vor dem Hintergrund existierender Forschungsergebnisse werden grundlegende Probleme des Umgangs mit netzbasierten Hypertext-Systemen, wie dem WWW, herausgearbeitet und Lösungsmöglichkeiten vorgestellt, die im didaktischen Kontext einen lernförderlichen Umgang mit diesem Medium erleichtern können.

Probleme bei der Benutzung des WWW können im Prinzip von folgenden Ursachen herrühren:

- Konzeptionelle Schwächen des WWW,
- Nichtbeachtung wichtiger Regeln beim Aufbau eines WWW-Servers und
- ein fehlendes didaktisch-methodisches Unterrichtskonzept für den Einsatz WWW-basierter Lehr- und Lernmedien.

Die folgenden Ausführungen konzentrieren sich in erster Linie auf die ersten beiden Punkte. Der dritte Punkt soll im nächsten Sachbericht weiter vertieft werden.

1.2. Probleme bei der Benutzung von Hypertext-Systemen

Die Forschung der letzten Jahre im Bereich Hypertext und Hypermedia hat gezeigt, daß diese Systeme in einigen Bereichen prinzipielle Vorteile gegenüber konventionellen Dokumenten bieten. Hierzu zählen insbesondere Möglichkeiten

- der nicht-sequentiellen Verknüpfung von Daten und Programmen,
- der Einbindung verschiedener Medien (Text, 2D/3D-Grafik, Video, Audio, Animation),
- einer verteilten und kooperativen Nutzung von Programmen und Daten,
- einer benutzerorientierten Anpassung der Software an neue Anforderungen.

Die Stärke des Hypertextes ist im didaktischen Umfeld insbesondere darin zu sehen, daß hier ein Konzept zur Verfügung steht, das es erlaubt, unterschiedliche Informationen zu einem Gegenstandsbereich zu verknüpfen und in eine relativ homogene Software-Umgebung zu integrieren. Eine zentrale Rolle spielen dabei die *assoziativen Links*, durch die der Benutzer weitere Informationen zu einem Thema bekommen kann. So können auf fast spielerische Weise unterschiedliche Informationen gesichtet oder bearbeitet werden.

Die Anwendungsbreite von Hypertext kann im Unterricht dementsprechend sehr groß sein. Dies reicht von einfachen digitalen Textpräsentationen bis hin zu multimedial aufbereiteten Lernmaterialien. Auch relativ komplexe Anwendungen wie rechnergestützte Simulationen lassen sich mit dem Hypertext-Konzept kombinieren. So wurden beispielsweise in dem Projekt *HYSIM* hypermediabasierte Simulations-Werkzeuge für den Technikunterricht entwickelt und unterrichtlich erprobt (Bruns/Müller/Steenbock 1997). Hypermedia diente hier als eine Basistechnologie, um unterschiedliche Modellier-, Simulations- und Visualisierungsbausteine in eine homogene Hyper-Lernumgebung zu integrieren. Im Ergebnis zeigte sich, daß solche hypermediabasierten Simulationsumgebungen neue didaktische Perspektiven eröffnen, insbesondere was die Aspekte der Mehrdimensionalität und der Perspektivenvielfalt betrifft.

Allerdings zeigen sich auch immer wieder gravierende Probleme bei der Benutzung von Hypertext-Systemen, die zum einen auf den spezifischen Eigenschaften von Hypertext-Objekten beruhen, zum anderen aber auch auf der Unvollkommenheit der sonstigen Rechnersoftware und der Netzwerke. Für hypertextbasierte Online-Materialien, wie sie WWW-Dokumente darstellen, ergeben sich zusätzliche Probleme für den Benutzer, die vielfältige Ursachen haben, auf die noch einzugehen sein wird.

Obwohl es recht umfangreiche Forschungsergebnisse hinsichtlich der Benutzbarkeit von Hypertext-Systemen gibt, wurden diese bis heute relativ wenig auf das WWW angewandt. Es weist aus diesem Grunde noch viele Schwächen auf, die bei älteren – häufig nicht-netzbasierten – Systemen bereits vor längerem erkannt und beseitigt wurden¹³.

In Anlehnung an Weinreich (1997) lassen sich folgende Hauptprobleme bei der Benutzung von WWW-Systemen benennen: *Performance*, *Organisation*, *Navigation* und *Orientierung*. Im folgenden sollen auf diese Hauptprobleme etwas näher eingegangen werden. Dabei werden mögliche Ursachen diskutiert sowie Möglichkeiten untersucht, wie diese Probleme reduziert oder vermieden werden können, wobei didaktische Belange besonders Berücksichtigung finden sollen.

1.3. Performance des WWW

Die *Performance* hat sich als ein ganz entscheidender Faktor für die Benutzbarkeit von Hypertexten herausgestellt. Bereits in relativ alten Untersuchungen wird darauf hingewiesen, daß kurze Antwortzeiten für die Benutzbarkeit eines Systems ausschlaggebend sind. Robertson/McCracken/Newell (1979) empfahlen im Zusammenhang mit der Untersuchung eines der ersten Hypertext-Systeme, dem ZOG-System der *Carnegie Mellon University*, daß eine Antwortzeit von max. 2 Sekunden akzeptabel ist. Bei Hypertext-Systemen mit längeren Antwortzeiten bezweifelten die Autoren, ob solche Systeme überhaupt noch ein sinnvolles Werkzeug darstellen. Für erfahrene Be-

¹³ *HyperWave* (früher Hyper-G) bietet einige Vorteile in der Bedienung gegenüber dem WWW. Dennoch hat es sich bis heute nicht als Alternative zum WWW durchsetzen können (Dalitz/Heyer 1995).

nutzer wurde sogar eine maximale Antwortzeit von 1/10 Sekunden als angemessen erachtet (Robertson/McCracken/Newell 1979, S. 31).

Die beim ZOG-System geforderten Antwortzeiten von 1/10 bis max. 2 Sekunden werden beim WWW nur selten erreicht. Die *Performance* des WWW wird laut Umfragen von den meisten Benutzern deshalb auch stark kritisiert. Beispielsweise gaben beim achten GVU User Survey, mit über 11700 Teilnehmern, 63% der Teilnehmer an, daß sie die Geschwindigkeit als großes Defizit des WWW ansähen (Pitkow/Kehoe 1997). Obwohl dieser Prozentsatz zwar gegenüber vorherigen Umfragen gesunken ist, stellt die *Performance* immer noch ein Hauptproblem dar. Eine ähnliche Quote ergab eine Umfrage von Weinreich am Fachbereich Informatik der Universität Hamburg (Weinreich 1997). Hier nannten über 60% der Teilnehmer die *Performance* als das Hauptproblem. Im schulischen Umfeld ist davon auszugehen, daß hier die *Performance* ein noch viel größeres Problem darstellt, da die meisten Bildungseinrichtungen außerhalb der Hochschulen und Universitäten meist nur über sehr schmalbandige Internetzugänge wie Modemstrecken oder ISDN-Leitungen verfügen, die zumeist von vielen Benutzern frequentiert werden. Dies gilt weitgehend auch für die private Nutzung bei Schülern und Lehrkräften¹⁴.

Offensichtlich ist, daß ein langes Warten bei der Datenübertragung zu einem deutlichen Problem bei der Bedienung wird. Schon nach wenigen Sekunden – darauf hat die Gedächtnispsychologie aufmerksam gemacht – beginnt das Kurzzeitgedächtnis, Informationen zu vergessen (Shneidermann 1992, S. 280). Bei komplexeren Lernaufgaben erweist sich dies als besonders hinderlich, weil viel kognitive Energie dafür benötigt wird, aktuelle Ideen und Einfälle gedanklich zu behalten. Bei der Benutzung des WWW bedeutet das konkret, daß viele Informationen vergessen werden, Bedienungsfehler zunehmen und das Risiko steigt, sich im Hypernetz zu verirren, weil vorherige Informationen und Navigationspunkte leichter vergessen werden.

¹⁴ Anzumerken ist, daß beim Zugriff auf WWW-Dokumenten, die beispielsweise auf Servern in den USA gespeichert sind, die *Performance*-Probleme selten durch langsame Zugänge zum lokalen Provider hervorgerufen werden. Wie Tests zeigen, sind die tatsächlichen Übertragungsraten oft weit geringer als die *Performance* einer langsamen Modemstrecke zum Internet-Provider (vgl. hierzu Weinreich 1997, S. 26).

Im Idealfall sollte die Antwortzeit eines Systems so sein, daß der Anwender subjektiv keine Verzögerung wahrnimmt. Nachgewiesenermaßen führt eine schlechte *Performance* zu meßbar schlechteren Leistungen der Benutzer (Shneidermann 1992, S. 297).

Wege, um die Performance zu verbessern

An den *Performance*-Problemen kann der WWW-Endbenutzer nur wenig ändern. Eine wirkliche Verbesserung bringt nur eine Erhöhung der Bandbreite der jeweiligen Netzzugänge, eine abgestimmte Installation des Web-Servers sowie das Beachten bestimmter Regeln bei der Implementation von WWW-Dokumenten.

Was die Erhöhung der Bandbreite des Internets betrifft, so ist zu vermuten, daß *Performance*-Defizite, die ursächlich aus der geringen Bandbreite resultieren, sich in Zukunft nur zum Teil beseitigen lassen. Obwohl die Netzwerk-Technologie weiterentwickelt und immer schnellere Netze installiert werden, scheinen die steigenden Benutzerzahlen diesen Vorteil zum Teil wieder aufzuheben. Außerdem erfordern schnelle Leitungen eine entsprechend angepaßte Software für die existierenden Server-Systeme. Auch ist eine Anpassung der vorhandenen Router, Bridges, Hubs und Endgeräte erforderlich. Dies geht aber, wie die Erfahrung zeigt, nur allmählich vonstatten.

Eine Möglichkeit, die *Performance* zu erhöhen, ist die Installation eines Proxy-Cache. Dies ist ein Rechner, der in der lokalen Netzumgebung – beispielsweise innerhalb einer Schule, eines Instituts oder einer Abteilung – eingerichtet wird und aufgerufene WWW-Dokumente und Graphiken zwischenspeichert. Beim erneuten Zugriff kommen dann die Daten aus diesem Cache, was erheblich schneller ist, als die Daten erneut vom entfernten WWW-Server abzurufen.

Eine weitere Möglichkeit, die Übertragungszeiten von WWW-Dokumenten zu reduzieren, ist das Beachten bestimmter Regeln bei der Implementation von WWW-Dokumenten. Auf eine sehr naheliegende Weise kann ein WWW-Autor die Ladezeit der eigenen WWW-Seiten reduzieren, indem die Menge der zu übertragenden Daten klein gehalten wird. Um eine möglichst akzeptable *Performance* zu erreichen, sollten WWW-Dateien so kompakt wie möglich sein. Schon ab einer Größe von 10 KByte erhöht sich die War-

tezeit für viele Benutzer unzumutbar. Insbesondere wirken Grafiken häufig als eine 'Bremse', weil diverse Regeln nicht Beachtung finden. Einige dieser Regeln seien im folgenden aufgezählt (vgl. Weinreich 1997, S. 27ff; Niederst 1996):

- (1) *Grafiken in WWW-Dokumenten sparsam verwenden:* Für jede Grafik muß das WWW-Protokoll eine neue TCP-Verbindung aufbauen, weshalb die Übertragung jeder einzelnen Datei eine zusätzliche Verzögerung bedeutet. Häufig erbringen Grafiken weder zusätzliche Informationen noch einen Gewinn im Erscheinungsbild bzw. der Ästhetik einer WWW-Seite.
- (2) *Nur komprimierte Grafiken verwenden:* Geeignete Kompressionsverfahren sind JPG für Photos und GIF für abstrakte Grafiken. Sinnvoll ist eine Reduzierung der Farbtiefe, beispielsweise auf 16 Bit, was häufig kaum zu optischen Verlusten führt. Die Verwendung von Interlaced GIFs und Progressive JPEGs führt bei großen Dateien zu einer subjektiv kürzeren Übertragungszeit. Die Grafiken werden bei diesen beiden Verfahren bereits mit einem Teil der übrigen Seite im Ganzen dargestellt, wobei eine sukzessiv genauere Darstellung der Grafik erfolgt.
- (3) *Grafiken mehrfach verwenden:* Die Verwendung der gleichen Grafik auf einer oder mehrerer Seiten eines Servers erhöht die Übertragungsrates erheblich, da sie nur einmal übertragen zu werden braucht. Auf diese Weise eignen sich beispielsweise wiederkehrende Ikonen, Logos und Bullets besonders gut für die Gestaltung einer WWW-Präsentation mit einem einheitlichen Design.
- (4) *Kurze Seiten mit reduzierter Komplexität verwenden:* Außer Grafik können auch lange Seiten oder Dokumente mit einem komplexen Aufbau die *Performance* erheblich reduzieren. Das gleiche gilt auch in vielen Fällen für in WWW-Dateien integrierte Animationen oder Java-Skripte, die den Bildschirmaufbau einer Seite merklich verzögern können, ohne wirklich einen funktionellen und/oder ästhetischen Mehrwert zu erbringen.

Diese Gestaltungshinweise können besonders im Umfeld eines geschlossenen WWW-Angebots, beispielsweise auf einem Schul-Server leicht umgesetzt werden und zu einer erheblichen *Performance*-Steigerung beitragen

und damit das Angebot – auch für Außenstehende – wesentlich attraktiver machen.

1.4. Organisation von WWW-Dokumenten

Das Thema Organisation von WWW-Dokumenten bezieht sich auf die Frage, wie Inhalte als Hypertext zweckmäßig dargestellt werden können und sollten (Weinreich 1997, S. 17). Für den Autor von WWW-Dokumenten stellt sich dabei die Aufgabe, Informationen und Materialien so aufzubereiten und zu strukturieren, daß diese für den Benutzer leicht verständlich und übersichtlich sowie auf seine Anforderungen abgestimmt sind. Dies ist eine sehr schwierige Aufgabe, da jeder Benutzer unterschiedliche Vorerfahrungen, Kenntnisse und Interessen mitbringt. Die Organisation eines Hypertextes stellt dementsprechend den Autor vor drei Kernfragen (Weinreich 1997, S. 17):

- Wie sollen Inhalte und Materialien in einzelne Objekte gegliedert werden?
- Wo sollen Verknüpfungen zwischen den Objekten gelegt werden?
- In welcher Struktur sollen die Objekte angeordnet und zusammengefaßt werden?

Für den Benutzer eines Hypertextes stellen sich die Fragen in gleicher Weise, aber in umgekehrter Reihenfolge:

- Nach welchen Kriterien wurde die Thematik gegliedert?
- Wo existieren Verknüpfungen zwischen einzelnen Informationseinheiten und wohin führen sie?
- Auf welche Weise sind die Informationen strukturiert?

Vor dem Hintergrund dieser Kernfragen ergibt sich bei der Umsetzung von Informationen in ein Hypertext-System zunächst das Problem, wie Inhalte und Materialien in einzelne Hypertext-Objekte aufgeteilt werden können und wie diese in Form von Knoten miteinander über Hyperlinks zu verknüpfen sind.

Hyperlinks und Hyperstrukturen

Charakteristisch für Hypertext-Systeme sind assoziative Links, durch die die Objekte miteinander verknüpft sind. Links werden in der Regel nicht automatisch erzeugt, sondern vom Autor festgelegt. Entsprechend muß der Autor feststellen, wann ein Link sinnvoll ist und wohin ein solcher verweisen soll. Darüber hinaus muß für jeden Link ein Text gefunden werden, aus dem sich schließen läßt, zu welchen Informationen der Link führt. Entsprechend müssen dabei die Aufgaben und Assoziationen der Benutzer berücksichtigt werden, was schwierig ist, da jeder Benutzer andere Assoziationen zu einem Thema hat.

Aus diesem Grund stellen Links in Hypertext-Systemen ein potentielles Problem für den Benutzer dar: Er hat nicht unbedingt die gleichen Assoziationen zu einem Thema wie der Autor eines Systems. Ferner sind die meisten Hypertext-Systeme statisch strukturiert, das heißt, die Benutzer können die Verknüpfungsstruktur weder modifizieren noch haben sie die Möglichkeit, zusätzliche Links (für sich persönlich) hinzuzufügen.

In Hyperstrukturen, die lediglich aus assoziativen Links bestehen, ist das zielgerichtete Suchen nach Informationen nur schwer möglich. Die Ursache hierfür liegt in der fehlenden semantischen Struktur solcher Hypertexte begründet, die wesentlich durch eine inhaltliche Gliederung erreicht werden kann. Die systematische Gliederung in Abschnitte und Kapitel ist eine bewährte Methode, um konventionelle Dokumente zu strukturieren. Ein Fachbuch ohne eine solche Gliederung wäre kaum denkbar, geschweige denn nützlich. Es existiert eine Vielzahl von Regeln, die ein Buchautor beachten muß. Sie erscheinen uns inzwischen vielleicht trivial, sind aber über Jahrhunderte hinweg entstanden, verfeinert und etabliert worden.

Für Hypertext-Systeme gilt es, ähnliche Regeln zu finden, wie ein System aufgebaut und gegliedert werden kann. Eine wichtige Aufgabe bei der Entwicklung eines Hypertextes besteht deshalb darin, eine verständliche und leicht merkbare semantische Struktur für die jeweilige Thematik zu entwerfen, die den Anforderungen der Benutzer angemessen ist.

Die zwischen den Informationsknoten einer Hypermedia-Anwendung bestehenden Verknüpfungen bestimmen im wesentlichen, wie die verschiedenen Informationseinheiten logisch strukturiert sind. Dementsprechend

kann die Struktur von Hypermedia-Dokumenten unterschiedlich ausgeprägt sein (vgl. Gloor 1990, S.14). Als Strukturen für Hypertexte lassen sich folgende Möglichkeiten unterscheiden (vgl. Abbildung 2, 1-5):

- (1) *Sequenz*: Bei einem sequentiellen Dokument ist die Verknüpfung zwischen den einzelnen Informationsknoten linear, dementsprechend kann die im Dokument enthaltene Information nur sequentiell vom Anfang bis zum Ende durchgelesen werden. Lineare Hypermedia-Strukturen eignen sich zur Festlegung einer Abfolge von Informationsknoten im Sinne sogenannter geführter Unterweisungen (engl. *guided tours*). Sie sind geeignet, Benutzer in neue Sachverhalte einzuführen oder ihnen vorab strukturierte Informationen zu vermitteln. Allerdings werden große Dokumente schnell unübersichtlich, wenn sie rein sequentiell angeordnet sind (Horton 1990, S. 100ff).
- (2) *Netz (engl. Web)*: Netzwerkartig verknüpfte Dokumente beinhalten die umfangreichsten Möglichkeiten von allen Strukturen, da hier von jedem Objekt zu jedem anderen verwiesen werden kann (Horton 1990, S. 112). Entsprechend ergeben sich hier vielfältige und komplexe Querbeziehungen zwischen einzelnen Informationsknoten, die allerdings beträchtliche Orientierungsschwierigkeiten bewirken können. Die Netzstruktur ist typisch für Online-Hypertexte im Internet.
- (3) *Baum*: Eine weitere Variante besteht darin, Hypertexte in einem Baum hierarchisch anzuordnen. Dabei sind die Objekte zu semantischen Gruppen und diese wiederum zu Obergruppen zusammengefaßt. Eine baumartige Struktur eignet sich beispielsweise zur Repräsentation unterschiedlicher Ebenen der Abstraktheit, Feinkörnigkeit (Granularität) und Bedeutsamkeit der Inhalte eines Gegenstandsbereichs. Die Baumstruktur bietet den Vorteil, daß sich Informationen in der Regel schnell finden lassen und für den Benutzer gut durchschaubar sind, es sei den, sie haben eine Struktur mit vielen Ebenen.
- (4) *Azyklischer Graph*: Eine mit baumartigen Hypertexten verwandte Struktur ist der gerichtete azyklische Graph. Auch hier gibt es eine Hierarchie. Ein Knoten kann aber – anders als bei Bäumen – mehreren Knoten untergeordnet werden. Hierdurch ergeben sich für einzelne Objekte mehrere Pfade, um auf sie zuzugreifen. Dies bietet den Vor-

teil, daß bestimmte Objekte mehreren (thematischen) Gruppen zugeordnet werden können, der Nachteil liegt darin, daß diese Struktur für Benutzer schwer zu durchschauen ist, da es keine eindeutigen Rückwege zu höheren Hierarchieebenen gibt (Dalitz/Heyer 1995).

- (5) *Gitter*: Eine weitere Strukturierungsmöglichkeit für Hypertexte ist das Gitter (*engl. Grid*). Hier sind Informationen nach Zeilen und Spalten organisiert. Bekannt ist diese Struktur von Tabellen. Der Zugriff auf einzelne Knoten erfolgt über die Auswahl der entsprechenden Zeile und Spalte. Diese Struktur eignet sich nur für solche Themenbereiche, die sich in eine entsprechende zweidimensionale Anordnung bringen lassen. Bei Hypertexten ist dies gewöhnlich nur selten sinnvoll (Horton 1990, S. 106).

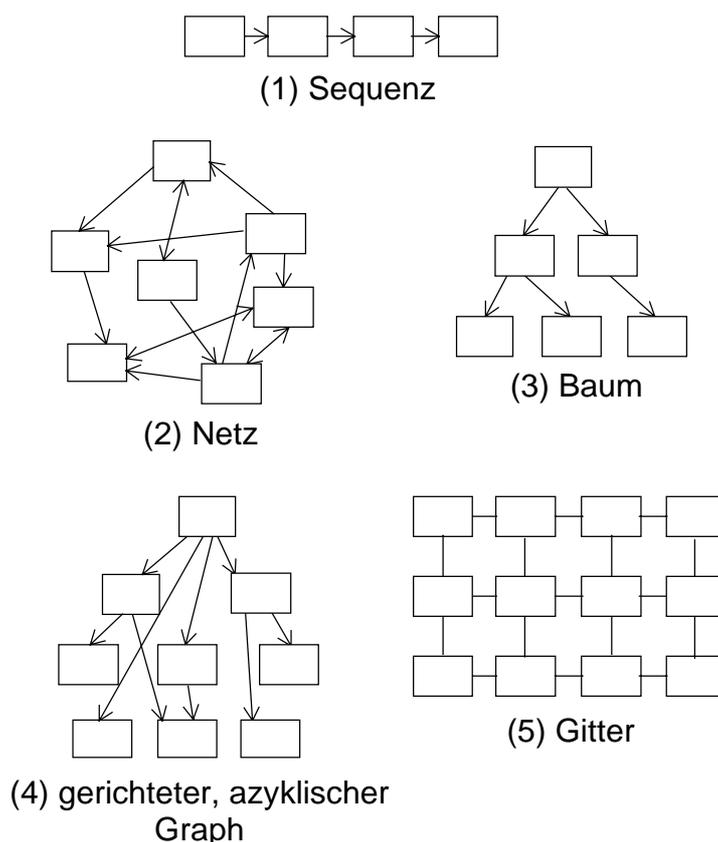


Abbildung 2: Hypertext-/Hypermediastrukturen

Obwohl Hypertext-Systeme große Freiräume bei der Organisation und Strukturierung von Hypertext-Objekten bieten, sollten möglichst einfache Hyperstrukturen gewählt werden.

Sequenzen bieten sich an, wenn die einzelnen Hyperknoten thematisch sinnvoll in eine lineare Form gebracht werden können (Horton 1990, S. 100ff). Auch für ungeübte Benutzer sind sequentielle Dokumente leichter verständlich, da sie die Orientierung innerhalb einer Anwendung auf ein Vorwärts- und Rückwärts-Navigieren reduzieren. Allerdings haben sequentiell strukturierte Dokumente auch viele Nachteile: Für geübte Benutzer wirken sie ermüdend, weil sie kaum assoziatives Suchen und Erkunden von Materialien ermöglichen. Auch Anfänger fühlen sich häufig gelangweilt, wenn sequentielle Dokumente zu lang sind und ihn für einen größeren Zeitraum hinweg auf eine Vorgehensweise festlegen (vgl. Schulmeister 1996, S. 270).

Da Bäume oder Graphen mächtiger als die sequentielle Struktur sind, bieten sie sich generell für Zusammenhänge an, die sich durch eine sequentielle Aufteilung in kleine Bestandteile nur schlecht strukturieren und präsentieren lassen. Die Entscheidung, ob ein Baum zweckmäßiger als ein Graph ist, hängt davon ab, ob es möglich ist, jede Information einer gegebenen Thematik eindeutig einer Gruppe oder Kategorie zuzuordnen. Ist dies nicht möglich und ergeben sich thematische Überschneidungen, so muß ein Graph gewählt werden, obwohl Bäume prinzipiell übersichtlicher sind.

Eine benutzernahe Methode, um Hypertexte zu strukturieren, haben Nielsen und Sano (1995) vorgeschlagen: Man präsentiert potentiellen Benutzern Karteikarten, auf denen die unterschiedlichen Inhalte des zu realisierenden Hypertextes stehen. Die Personen werden gebeten, diese Karten in inhaltlich zusammengehörige Gruppen und Kategorien zu ordnen und sie zu benennen. Die einzelnen Strukturierungsvorschläge werden gesammelt, abgeglichen und anschließend wird versucht, eine Struktur zu finden, die einem gemeinsamen Nenner entspricht. Der Vorteil einer solchen Vorgehensweise besteht darin, daß Vorschläge von unterschiedlichen Benutzern, die später mit dem System arbeiten, in die Gestaltung einfließen können. Auf diese Weise kann es gelingen, die Organisation eines Hypertextes relativ optimal schon vor der Implementierung zu strukturieren. Dies ist erfahrungsgemäß besonders beim WWW wichtig, da es eine nachträgliche Umstrukturierung von Inhalten bzw. Dokumenten nur sehr unzureichend unterstützt. Wenn die Anbieter erkennen, daß die Organisation ihrer WWW-Seiten nicht mehr ihren Vorstellungen entspricht, so haben sie große Probleme, diese einem neuen Konzept anzupassen. Eine einmal gewählte Struktur ist nur schwer zu ändern.

Größe von Hypertext-Objekten

Eine von Shneiderman und Kearsley (1989) durchgeführte Studie zur Gestaltung von Hypertexten ergab, daß Hypertexte, die aus relativ kleinen Hypertext-Objekten bestehen, den Zugriff auf die gesuchten Informationen für den Benutzer verbessern: Es wurden zwei Hypertext-Datenbanken gleichen Inhaltes erzeugt: eine mit 46 kurzen Artikeln zu je 4 bis 83 Zeilen und die andere mit 5 Artikeln zu je 104 bis 150 Zeilen. Man bat die Testteilnehmer, Fragen mit dem System zu beantworten. Die Gruppe, die mit den kurzen Objekten arbeitete, beantwortete signifikant mehr Fragen richtig und benötigte darüber hinaus durchschnittlich weniger Zeit (Shneiderman/Kearsley 1989, S.71).

WWW-Dokumente sollten möglichst nicht viel größer als eine Bildschirmseite sein. Anderenfalls ergeben sich Probleme bei der Benutzung: Um alle Informationen zu sehen, muß der Benutzer blättern oder 'scrollen', dies behindert das Finden von Informationen in einer Seite und das Orientieren innerhalb eines Dokumentes (Horton 1990, S. 136).

Insgesamt ergeben sich durch die Bereitstellung kurzer Seiten auch schnelle Übertragungsraten (vgl. Abschnitt '*Performance* des WWW'). Allerdings führt eine zu kleine Aufteilung der Informationen auch zu Problemen, weil sich der Benutzer dann die Informationen von vielen Einzelseiten zusammensuchen muß. Die optimale Länge ist demzufolge nicht absolut anzugeben, sondern abhängig von der angebotenen Information und den Aufgaben der Benutzer.

1.5. Navigation im Hyperspace

Die Navigation bezeichnet die Aktivitäten eines Benutzers, sich innerhalb eines Hypermedia-Systems von Knoten zu Knoten zu bewegen. Dabei gibt es außer der Verwendung von Hyperlinks je nach System unterschiedliche Navigationshilfen. Ein lernförderliches System sollte es den Benutzer so einfach wie möglich machen, sich in einem System zurechtzufinden.

Informationen im Hyperraum (engl. *Hyperspace*) zu finden, ist häufig schwerer als bei konventionellen Texten, da Hypertext-Dokumente häufig

mehrere Links und so auch mehrere Möglichkeiten der Navigation anbieten. Daher kann man leicht die Orientierung im Hyperraum verlieren. Hat man sich 'verirrt', ist es häufig schwer, weiter zu navigieren. Entsprechend sind die Fragen 'Wo komm ich her?', 'Wo bin ich?' und 'Wo kann ich hin?' für die Bedienung eines Systems wesentlich.

In Anlehnung an Tergan (1996), der sich an gängigen Klassifikationen (vgl. Kuhlen 1991, Schulmeister 1996, S. 54ff u.239ff) orientiert, lassen sich idealtypisch folgende Formen der Navigation unterscheiden:

- Browsing
- Verfolgen vorab definierter Pfade
- Searching.

Browsing ist die typischste Form des Informationszugriffs bzw. der Navigation in Hypermedia-Systemen. Mit Browsing wird im allgemeinen das assoziative "Durchstöbern" einer Hypermedia-Datenbasis bezeichnet. Gloor (1990, S. 152) charakterisiert das *Browsing* als eine von Zufälligkeiten abhängende Informationsfindungs-Strategie, die besonders gut geeignet ist für unscharf definierte und unstrukturierte Probleme in einem Bereich, der dem Leser neu ist. Kuhlen (1991) unterscheidet hier zwischen ungerichtetem und gerichtetem Browsing. Bei *ungerichtetem* Browsing existiert keine Planung oder Strategie, wie bestimmte Informationen gesucht werden sollen. Lassen sich Benutzer dabei allein von der Attraktivität des Informationsangebots leiten, so erfolgt das Browsing assoziativ: "One bit of information triggers an association with another bit of information" (McAleese 1993). Bei *gerichtetem* Browsing erfolgt die Exploration eines Hypermediums mit der Absicht, eine ganz spezifische Information zu finden. Die Benutzer orientieren sich bei dieser Art des Vorgehens sowohl an bestehenden pragmatischen als auch semantischen Beziehungen des Inhalts von Informationsknoten, mit denen der gerade aufgesuchte Knoten verknüpft ist.

Eine weitere Form des Informationszugriffs und der Navigation ist das *Verfolgen vordefinierter Pfade*. Vordefinierte Pfade bestehen aus fest verknüpften Knoten, die eine bestimmte Reihenfolge der Navigation innerhalb einer Hypermedia-Anwendung vorsehen. Der Benutzer wird hierbei durch eine entsprechende Benutzerführung (z.B. durch Anklicken einer "Weiter-

Taste") automatisch zu bestimmten Informationsknoten geführt. In der Regel besteht die Möglichkeit, von diesen Pfaden abzuweichen, zumindest sind bei den meisten Anwendungen Rücksprünge möglich. Vorab definierte Pfade im Sinne einer geführten Unterweisung ("guided tour") sollen vor allem in komplexen Anwendungen den ungeübten Benutzer bei der Navigation leiten und ihm die Orientierung erleichtern. Über den didaktischen Sinn solcher Konzepte wird heftig gestritten (vgl. Schulmeister 1996, S. 270).

Die gezielte Suche (*Searching*) mittels spezifischer Suchfunktionen ist eine weitere mögliche Variante beim Umgang mit Hypermedien. Allerdings handelt es sich hier weniger um eine Form der Navigation als vielmehr um eine Strategie, Informationen zu finden. Diese Art der Informationssuche, die für traditionelle Datenbanken typisch ist, setzt voraus, daß entsprechende Funktionen in einer Hypermedia-Anwendung implementiert sind. Darüber hinaus müssen sich Problemstellungen anhand entsprechender Schlüsselbegriffe bezeichnen und eingrenzen lassen. In diesen Fällen ist eine gezielte Suche eine sinnvolle Möglichkeit.

Im Vergleich zu anderen Hypertext-Systemen ermöglicht das WWW nur sehr eingeschränkte Navigationshilfen. Im wesentlichen beschränkt sich dabei die systemimmanente Navigationsmöglichkeit auf Hyperlinks. WWW-Clients unterstützen darüber hinaus einige Hilfsmittel, wie das *Backtracking* (Zurückkehren zu vorher besuchten Seite) und das Speichern von Hyperlinks in einer *Bookmark-Liste*. Weitere Funktionen wie beispielsweise ein alphabetischer Index oder die graphische Darstellung von Verknüpfungsstrukturen (z.B. Baumansichten von Dokumentenverknüpfungen), müssen – mit gewissem Aufwand – auf Server-Seite bereitgestellt werden. Eine Erweiterung des Funktionsumfangs der WWW-Client ist nur eingeschränkt möglich, da zusätzliche Navigationshilfen einen Zugriff auf eine Dokumenten- und Linkdatenbank erforderlich machen würden, die aber im WWW nicht zur Verfügung steht bzw. nur durch den Autor eines Systems dezidiert realisiert werden kann. Da das WWW also nur sehr eingeschränkte Navigationsmöglichkeiten anbietet, müssen die Autoren eines WWW-Servers selbst darauf achten, daß die Informationen für die Benutzer schnell und einfach zugreifbar sind.

Weinreich (1997, 1998) beschreibt Empfehlungen, die schon bei dem Aufbau eines WWW-Servers bzw. der Gestaltung von WWW-Dokumenten berücksichtigt werden sollten und die Navigation innerhalb eines Systems erleichtern können. Im folgenden werden die wichtigsten dieser Empfehlungen sinngemäß dargestellt und kommentiert.

Grundsätzlich ist zu beachten, daß Informationen nach Benutzeranforderungen gegliedert werden sollten. Dabei bieten sich unterschiedliche Strukturen an, wie sie im letzten Abschnitt beschrieben wurden. Grundsätzlich ist eine sequentielle oder baumartige Struktur für den Benutzer am leichtesten nachzuvollziehen, insbesondere weil es immer eindeutige Pfade zu den einzelnen Knoten gibt. Dies erleichtert die Navigation, schränkt allerdings den Nutzer auch in der Benutzung des Systems ein.

Ein häufiger Mangel bei WWW-Servern besteht darüber hinaus darin, daß sie in vielen Fällen die Struktur einer Organisation, die dahinter steht, widerspiegeln. Weinreich empfiehlt eine aufgabenangemessene Strukturierung eines WWW-Angebotes, die mit Hilfe einer benutzernahen Methode exploriert werden muß. Dabei erweist es sich als zweckmäßig, unterschiedliche potentielle Benutzer in den Gestaltungsprozeß einzubeziehen. Ein geeignetes Verfahren ist das nach Nielsen und Sano (1995), das oben bereits erwähnt wurde.

Ein wichtiges Hilfsmittel bei der Navigation in großen Hypertext-Systemen stellen Volltext-Suchfunktionen dar. Sie ermöglichen es, Dokumente nach Angabe eines Suchwortes zu finden und von dort gegebenenfalls über Verweise zu weiteren Seiten zu gelangen. Erfahrungsgemäß greifen Benutzer gern auf Suchfunktionen zurück, wenn sie die gewünschten Informationen nicht auf Anhieb über eine Menüstruktur finden können. Dies macht eine Suchmaschine auch für lokale Server wichtig. Zusätzlich ist ein Index hilfreich, wenn der Nutzer auf alphabetischem Wege auf die gesuchten Informationen zugreifen möchte. Nicht umsonst ist deshalb ein Fachbuch ohne Index oder Stichwortverzeichnis für Lehr- und Lernzwecke kaum denkbar. Darüber hinaus vereinfacht eine Trennung von Navigations- und Informationsseiten die Navigation wesentlich, da die jeweiligen Seiten übersichtlicher werden und bei der Benutzung der Dokumente Detailinformationen leichter von Navigationsinformationen unterschieden werden

können. Dies gilt insbesondere für die Homepage eines Systems, die außer den Startpunkten zur Navigation kaum Informationstext enthalten sollte.

Für die Gestaltung der einzelnen Seiten einer WWW-Präsentation ergeben sich ebenfalls Möglichkeiten, die Navigation für den Benutzer zu erleichtern. Da das WWW nicht von sich aus die Option bietet, um von beliebigen Seiten aus zur Homepage und anderen wichtigen Seiten zu gelangen, müssen diese Wege durch Links vom Autor selbst implementiert werden. Wird dies versäumt, so kann es leicht passieren, daß ein Benutzer in einer 'Sackgasse' landet, von der aus er nicht weiterkommt. Weinreich empfiehlt deshalb, daß bei einem WWW-Server grundsätzlich auf jeder Seite Links zu folgenden Seiten zu finden sind: zur Homepage, zu den übergeordneten Seiten und zu den wichtigsten Navigationshilfen des Systems.

1.6. Orientierung im Hyperspace

Die Orientierung in einem Hypertext hängt mit der Navigation eng zusammen, denn ohne Orientierung kann ein Benutzer nicht im Hyperraum navigieren. Hat ein Benutzer die Orientierung verloren, so wird dies als 'Lost in Hyperspace' bezeichnet. Dieses Problem ist schon seit langem von lokalen Hypertext-Systemen her bekannt. Nielsen hat in einem Feldversuch das 'Lost in Hyperspace'-Problem ausgiebig am Beispiel eines lokalen Hypertext-Systems untersucht. Dabei stellte sich heraus, daß fast 60% der Benutzer angaben, häufig nicht zu wissen, wo sie sich im System befinden (Nielsen 1993, S. 113). Im Zusammenhang mit dem global vernetzten WWW ist die Möglichkeit, daß der Benutzer die Orientierung verliert, noch gewachsen.

Die Ursachen für den Orientierungsverlust liegen zum einen darin, daß Hypertexte nur jeweils ausschnittartig einen kleinen Teil des gesamten Systems auf dem Bildschirm darstellen können. Bei traditionellen Dokumenten, wie beispielsweise Büchern, behält der Leser leichter den Überblick. So kann man leicht an der Dicke den Umfang des Buches und an der Anzahl der bereits gelesenen (umgeblättert) Seiten die aktuelle Position im Buch abschätzen.

Eine weitere Ursache für Orientierungsprobleme liegt darin, daß Hypertexte über Hyperlinks relativ unstrukturiert verknüpft sein können, so daß der Benutzer kaum Möglichkeiten hat, sich die einzelne Pfade zwischen den Dokumenten zu merken. Dies wird bei globalen WWW-Dokumenten, die über unzählige Hyperlinks vernetzt sein können, besonders deutlich (Woodhead 1991, S.117).

Nur bei lokalen Systemen hat es der Autor eines Hypertextes in der Hand, durch eine übersichtliche Strukturierung den Benutzer in seiner Orientierung zu unterstützen. Wird ein solcher Hypertext allerdings in ein globales System wie dem Internet eingebunden, ergeben sich auch hier Brüche zwischen den unterschiedlichen Dokumenten, sofern man die Grenzen eines lokalen Systems verläßt bzw. zwischen unterschiedlichen Servern wechselt. Da beim WWW lokale und externe Hyperlinks von den WWW-Clients auf die gleiche Weise dargestellt werden, ist es dem Benutzer auch nicht unmittelbar möglich zu erkennen, ob ein Link auf ein externes oder ein lokales Dokument verweist.

Das Fehlen eines einheitlichen Formats für WWW-Dokumente erschwert zudem die Orientierung noch zusätzlich. So besteht im wesentlichen nur die Möglichkeit, daß bei der Gestaltung von WWW-Dokumenten gewisse software-ergonomische Leitlinien Berücksichtigung finden, die den Benutzern die Orientierung erleichtern. Da solche Leitlinien nicht durch das System direkt unterstützt bzw. eingefordert werden, sondern substantielles Wissen der Autoren erfordern, ist das WWW aus dieser Perspektive ein eher rudimentäres Hypertext-System, das von vielen älteren Systemen in punkto Übersicht und Orientierung klar in den Schatten gestellt wird (Weinreich 1979, S. 40)¹⁵.

Weinreich (1998) hat unter Berücksichtigung unterschiedlicher Quellen (vgl. z.B. Lynch 1995) und praktischer Untersuchungen Empfehlungen für die Gestaltung von WWW-Dokumenten zusammengestellt, die dazu beitragen können, die Orientierung zu erleichtern. Die entsprechenden Empfehlungen seien hier im Wortlaut zitiert:

¹⁵ Auch das erwähnte *HyperWave-System* realisiert auf der Seite des Hypertext-Clients Funktionen, die beispielsweise Informationen in einer hierarchischen Ansicht darstellen und die Benutzerorientierung erleichtern.

"Den wichtigsten Anhaltspunkt für die Orientierung bietet der *Kopf der Seite*. Er wird als erstes übertragen und gewohnheitsgemäß vom Benutzer zuerst gelesen. Folgende Fragen bzw. Punkte sind zu beachten, um eine schnelle und eindeutige Orientierung zu ermöglichen:

- *Was für Informationen werden auf der Seite angeboten?*
Der Titel der Seite muß ihren Inhalt umreißen. Dabei muß berücksichtigt werden, daß der Benutzer auf unvorhersehbare Weise zu dieser Seite gelangt sein kann. Deshalb reicht hierzu oft ein einzelnes Wort nicht aus, sondern es sollte ein kurzer prägnanter Satz gefunden werden, der als Titel der Seite stehen kann.
- *Welche Organisation bietet diese Informationen an?*
Da viele Links von einem WWW-Server zum anderen verweisen, ohne daß der Benutzer dies an der Art des Links merkt oder über ein entsprechendes Feedback darüber informiert wird, ist es oft sogar schwer, die globale Orientierung zu behalten. Aus diesem Grunde sollte der Anbieter der Seite im Kopf zu erkennen sein.
- *Einen eindeutig wiedererkennbaren <TITLE>-Text wählen*
Die meisten Browser zeigen in der Liste der Lesezeichen ("Bookmarks") und der Übersicht der zuletzt besuchten Seiten ("History-List") den Text des TITLE-Tags an. Dessen Inhalt sollte deshalb immer angegeben und so gewählt werden, daß er ohne weitere Informationen verständlich ist und dem Benutzer die Möglichkeit gibt, später wieder zielsicher zu der Seite zurückzukehren. Es sollte zudem bedacht werden, daß viele Suchmaschinen diesen Text als Dokumententitel angeben.
- *Die lokale Position in der Hierarchie anzeigen*
Wenn die Seite über eine Menüstruktur erreichbar ist, so sollte die Position in der Hierarchie dargestellt werden. Dies sollte entweder im Kopf oder im Fuß der Seite stattfinden. Dem Benutzer wird damit ermöglicht, sich lokal zu orientieren. Sind diese Angaben als Links gestaltet, so kann er direkt an eine beliebige Stelle in der Hierarchie zurückzuspringen und den gewünschten Überblick bekommen" (Weinreich 1998).

Empfehlungen zur Gestaltung benutzergerechter WWW-Dokumente, wie sie hier exemplarisch im Rückgriff auf Weinreich dargestellt werden, sind ein wichtiges Hilfsmittel, um WWW-Dokumente so zu gestalten, daß sie

auch im unterrichtlichen Kontext eine wirkliche Lehr- und Lernhilfe darstellen können.

Für den Modellversuch *BeNet* ergibt sich dabei die Aufgabe, diese oder ähnliche Empfehlungen für die Gestaltung von didaktischen WWW-Dokumenten und Materialien zu reflektieren und deren Tragfähigkeit für die Gestaltung von didaktischen WWW-Dokumenten und Materialien praktisch zu erproben.

1.7. Literatur

- Bruns, F.W./ Müller, D./ Steenbock, J. (1997): Hypermediagestützte Simulationssysteme für berufliche Schulen (HYSIM). Abschlußbericht zum Modellversuch. Senator für Bildung, Wissenschaft, Kunst und Sport. Bremen.
- Dalitz, W./Heyer, G. (1995): Hyper-G: Das Internet-Informationssystem der 2.Generation. Heidelberg
- Horton, W.(1990): Designing and Writing Online Documentation - Help Files to Hypertext. New York
- Issing, L./Klimsa, P.(1995): Information und Lernen mit Multimedia, Weinheim
- Kuhlen, R. (1991): Hypertext. Ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissenschaft. Berlin/Heidelberg
- Lynch, P., J. (1995): Web Style Manual. Yale Center for Advanced Instructional Media. <http://info.med.yale.edu/caim/>
- McAleese, R. (1993): Navigation and Browsing in Hypertext. In: McAleese, R. (1993) (ed): Hypertext: Theory into Practice. Oxford. Pp 5-38
- Niederst, J. (1996): Designing for the Web. Getting Started in a New Medium. Sebastopol.
- Nielsen, J. (1993): Hypertext and Hypermedia. Cambridge, Massachusetts
- Pitkow, J./Kehoe, C. (1997): GVU's WWW User Surveys. http://www.gvu.gatech.edu/user_surveys/survey-1997-10/. College of Computing, Georgia Institute of Technology, 1997

- Robertson, G./McCracken, D./Newell, A. (1979): The ZOG Approach to Man-Machine-Communication. Department of Computer Science Carnegie Mellon University. Pittsburgh
- Schulmeister, R. (1996): Grundlagen hypermedialer Systeme. Theorie-Didaktik-Design. Bonn, Paris
- Shneidermann, B. (1992): Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction, 2. Auflage. Reading Massachusetts
- Tergan, O.-S. (1996): Hypertext und Hypermedia: Konzeptionen, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme. In: Issing /Klimsa (1995). S. 123-137
- Weinreich, H. (1997): Ergonomie von Hypertext-Systemen und das World Wide Web. Diplomarbeit. Fachbereich Informatik der Universität Hamburg
- Weinreich, H. (1998): Software-Ergonomie und das World Wide Web: 10 wichtige Leitlinien für die Gestaltung eines ergonomischen WWW-Informationssystems.
<http://vsys-www.informatik.uni-hamburg.de/ergonomie/index.htm>.
(10.6.98)
- Woodhead (1991): Hypertext and Hypermedia, Theory and Applications. Workingham, England