

Komplexe Hypertextmodelle im World Wide Web durch aktive Dokumente¹

Rainer Hammwöhner
Universität Regensburg
Informationswissenschaft

Abstract

This paper deals with the implementation of complex hypertext models comprising dynamic document behaviour within the World Wide Web. An approach to this goal is exemplified using the hypertext model of the *Konstanzer Hypertextsystem (KHS)* as an example. After an introduction to the general topic a Condensed description of the hypertext model of the KHS will be provided. The mapping of structural and dynamic aspects of this model will be discussed in the following two chapters.

1. Einleitung

In den letzten Jahren hat sich das World Wide Web als das Distributionsmedium für nicht linear strukturierte Dokumente etabliert. Zu den Erfolgsfaktoren dürfte hier die allgemeine Verfügbarkeit durch die Einbettung in das Internet gehören sowie die niedrige Einstiegsschwelle, die durch die Einfachheit der Auszeichnungssprache und der Übertragungsprotokolle bedingt war. Diese Vorteile wogen bei weitem die Kritik auf, die von der bei Einführung des WWW schon etablierten Hypertext-Forschungsgemeinde geäußert wurde. Immerhin wurden beim Entwurf des WWW - ungeachtet seines hypertext-orientierten Strukturprinzips - die bereits vorliegenden Ergebnisse der Forschung im Bereich Hypertext weitestgehend ignoriert. Im folgenden seien einige der wichtigsten Kritikpunkte kurz resümiert:

- a) Das einfache Knoten/Verknüpfungskonzept des World Wide Web sieht keine Strukturierungskonzepte vor, wie Strukturknoten oder Pfade, die eine Erleichterung der Orientierung in Hypertexten ermöglichen sollen.
- b) Eine Typisierung von Objekten ist nicht vorgesehen. Damit fehlt eine Grundlage für die Differenzierung des Verhaltens von Objekten. Verknüpfungen mit differenzierter prozeduraler Semantik gehören aber zum Standardrepertoire fortgeschrittener Hypertextmodelle.
- c) Die Einbettung von Verknüpfungen in den Dokumenttext als Elemente einer Auszeichnungssprache erschwert die Einführung von Filterungskonzepten, die eine Inhaltsgesteuerte Auswahl relevanter Hypertextobjekte erlauben.
- d) Die Kommunikation mit dem WWW ist zunächst zustands- und kontextfrei. Eine Differenzierung des Dialogverhaltens aufgrund des zeitlichen und räumlichen Kontextes wird nicht unterstützt.

¹ Eine leicht modifizierte Fassung dieses Textes ist erschienen in: Norbert Fuhr, Gisbert Dittrich, Klaus Tochtermann (Hrsg.) Hypertext – Information Retrieval - Multimedia '97, UVK, 1997, S. 109-120.



Dieser Text ist unter der folgenden Creative Commons Lizenz lizenziert: Attribution-NonCommercial-NoDerivs 2.0 Germany (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/de/>).

Diese Kritik geht allerdings von zwei Grundannahmen aus, die für frühe Versionen des WWW-Standards (HTML,HTTP usw.) durchaus zutrafen, heute aber nicht mehr zwingend gegeben sind.:

- a) WWW-Dokumente sind in HTML fest kodiert.
- b) Der Server ist nur für den Zugriff auf und die Übertragung der Dokumente zuständig.

Heute stellen elaborierte WWW-Server jedoch Schnittstellen zu Datenbanken bereit, aus denen zur Anfragezeit Dokumente generiert werden. Darüber hinaus ist durch die Einbettung von Programmfragmenten (Scripts oder Java-Applets) in HTML-Dokumente die Möglichkeit gegeben, die Dokumente selbst mit dynamischen Eigenschaften auszustatten. Diese Scripts erlauben auch differenzierten Zugriff auf Teilstrukturen des Dokuments, insbesondere auch auf die Verknüpfungen. In einführenden Texten (z.B. [Mintert 96]) werden diese neuen Stilmittel meist zur Dynamisierung einzelner Seiten genutzt. Beliebte Beispiele sind die Generierung von Seiten aus den Fakten einer Datenbank, die Verarbeitung von Formularen durch Scripts oder die Animation von Abbildungen.

Im folgenden wollen wir uns mit der Implementation eines komplexen Hypertextmodells im WWW befassen. Dazu wird zunächst ein Hypertextmodell ausreichender Komplexität beispielhaft beschrieben. Danach wird die Implementation ausgewählter Aspekte dieses Modells diskutiert. Dabei ist nicht nur die isolierte Lösung von einzelnen Detailproblemen zu berücksichtigen, sondern vielmehr die konsistente Abbildung des gesamten Modells. Als Beispiel wird das Modell des Konstanzer Hypertextsystems (KHS) herangezogen. Grund für die Auswahl ist - neben einer persönlichen Vorliebe des Autors - die Eigenschaft des KHS, eine weitgehende Dynamisierung von Dokumenten aufgrund einer vergleichsweise einfachen Zustandsbeschreibung zu erlauben. Dieser Umstand erweist sich für die Abbildung des Modells auf die Ausdrucksmöglichkeiten des WWW als sehr nützlich. Ein Hypertext, der mit Hilfe der in diesem Artikel beschriebenen Verfahren aus einem KHS-Hypertext generiert wurde, findet sich unter der folgenden Adresse im WWW: <http://rsls8.sprachlit.uni-regensburg.de/KHS-Docs/IW/>. Er enthält die Selbstdarstellung des FB Informationswissenschaft an der Universität Regensburg. Die in diesen Artikel eingefügten Bildschirmabzüge zeigen Einzelseiten aus diesem Hypertext.

2. Das Konstanzer Hypertextsystems (KHS)

Das KHS ist ein offenes Hypertextsystem, das seine Flexibilität aus einem objektorientierten Entwurf und einer 5-Schichtenarchitektur, die in Anlehnung an [Hofmann 91] formuliert wurde, gewinnt, die eine Kooperation von Objekttypen der verschiedenen Schichten im Sinne von Entwurfsmustern [Gamma et al. 95] vorsieht. Das KHS ist in Smalltalk mit der Entwicklungsumgebung VisualWorks implementiert und auf allen Systemen verfügbar, die diese Entwicklungsumgebung unterstützen. Im folgenden soll die Schichtenarchitektur des KHS beschrieben werden (für eine ausführlichere Darstellung siehe [Hammwöhner 96]).

2.1 Datenzugangs-und Speicherungsebene

In dieser Schicht wird die persistente Speicherung von Hypertextobjekten behandelt:

- Durch Verwaltung konkurrierenden Zugriffs wird das KHS zu einem Multi-User-System.
- Die Zuordnung von Zugriffsrechten ermöglicht es, sensitive Daten, die nur einer eingeschränkten Nutzergruppe zugänglich sein sollen, in einen umfassenderen, global zugänglichen Hypertext einzubetten. Da Zugriffsrechte auch für Verknüpfungen

vergeben werden können, ist auch eine nutzer- oder nutzergruppenspezifische Strukturierung von Hypertexten möglich.

- Durch Aufbau von Indexen können effiziente Zugriffswege geschaffen werden.

2.2 Die Hypertext-Objekt-Ebene

Die Ebene der Hypertextobjekte erfaßt Struktur und Verhalten der Hypertextkonstituenten. Jedes Objekt innerhalb eines KHS-Hypertexts, sei es ein Knoten oder eine Verknüpfung, ist einem Typ zuzuordnen. Über den Typ werden Konsistenzbedingungen und Verknüpfungsregeln bestimmt, die in ihrer Gesamtheit eine verteilte Grammatik für Hypertexte innerhalb des KHS definieren. Die durch diese Grammatik festgelegten Regularitäten geben dem Leser Anhalt für eine zielgerichtete Navigation in unbekanntem Hypertext-Strukturen. Weiterhin determiniert der Objekttyp die Form der visuellen Präsentation eines Objekts und seine Funktionalität, das heißt insbesondere seine Reaktion auf Benutzereingaben. Alle Objekttypen innerhalb des KHS sind in einer Vererbungshierarchie angeordnet, so daß die Definition neuer Typen bei der Entwicklung von Hypertext-Anwendungen effizient und effektiv geschehen kann. Die Anpassung des KHS an neue Anwendungen ist weitestgehend auf die Definition neuer Typen von Hypertextobjekten beschränkt. Die anderen Ebenen der Systemarchitektur werden von der Einführung neuer Anwendungen in der Regel nicht betroffen, so daß deren Funktionsumfang dem Entwickler uneingeschränkt zur Verfügung steht.

Auf einer abstrakten Ebene lassen sich die in den folgenden Absätzen beschriebenen Grundtypen unterscheiden.

2.2.1 Knoten

Knoten repräsentieren die Inhalte eines Hypertexts. Typspezifische Attribute umfassen hier die einem Knoten zuzuordnenden Medien (Text, Bild, Ton etc.) und die einzusetzenden Präsentationsformen (Layout), die mit Hilfe der Entwicklungsumgebung VisualWorks spezifiziert werden können. Der Inhalt eines Knotens muß dabei nicht explizit festgelegt sein. Vielmehr erlauben bestimmte Knotentypen auch, den Inhalt ihrer Ausprägungen durch Angabe einer Informationsquelle (z.B. einer Datenbank eines Online-Hosts) und einer Suchanfrage intensional zu bestimmen.

Jeder Knoten kann über typspezifische Konsistenzregeln bestimmen, welche Verknüpfungs- bzw. Strukturknotentypen geeignet sind, ihn in die globale Hypertextstruktur einzubetten. Jeder Knoten kann im KHS durch eine Menge von Schlagworten beschrieben werden. Die Indexierung kann intellektuell oder automatisch erfolgen.

2.2.2 Strukturknoten

Strukturknoten sind spezialisierte Knoten, welche weitere Knoten enthalten. Da ein Knoten in mehreren Strukturknoten enthalten sein kann, erlaubt das KHS den Aufbau polyhierarchischer Substrukturen im Hypertext. Strukturknoten haben sich als ein wichtiges Ordnungs- und Orientierungsmittel für Hypertexte herausgestellt:

- Indem jeder Knoten in mindestens einem Strukturknoten enthalten sein muß, stellt das KHS ein Ordnungsmittel zur Verfügung, das aufgrund seiner einfachen Metrik eine problemlosere Orientierung in Hypertexten erlaubt als die allgemeinen Netzwerkstrukturen, wie sie mit Hilfe von Verknüpfungen aufgebaut werden.
- Strukturknoten definieren Restriktionen hinsichtlich der Knotentypen, die in ihnen enthalten sein dürfen. Damit ergibt sich eine applikationsorientierte Strukturierung des Hypertexts.

- Jeder Strukturknoten bestimmt eine Ordnung auf der Menge seiner Teilknoten. So entstehen Pfade durch den Hypertext, die dem Nutzer die Traversierung der Hypertextstruktur erleichtern. Knoten, die in mehreren Strukturknoten enthalten sind, bilden in diesen Pfaden Verzweigungspunkte.
- Bestimmte Eigenschaften von Hypertextknoten wie z.B. Zugriffsrechte oder Layouteigenschaften (Zeichensatz etc.) sind, ungeachtet des Typs der beteiligten Knoten, in größeren Bereichen des Hypertexts gleich. Das KHS erlaubt deshalb eine Vererbung dieser Eigenschaften in der durch die Strukturknoten gebildeten Polyhierarchie. Offensichtlich ist hier eine Mehrfachvererbung möglich. Vererbungskonflikte werden dadurch ausgeschlossen, daß zur Navigationszeit ein Knoten immer nur als Teil eines bestimmten Hypertextareals, also in einem Kontext interpretiert wird.
- Die Gliederung eines Hypertexts in überlappende Teilbereiche legt die Vermutung nahe, daß hier inhaltlich gleiche Textsegmente in unterschiedlichen Kontexten wiederverwendet werden sollen. Hier kann es sich als sinnvoll erweisen, Instrumente zur Verfügung zu stellen, die eine Adaption eines Teiltexsts an den jeweiligen Kontext erlauben. Diese Adaption kann den Inhalt des Dokuments oder seine Verknüpfung mit dem restlichen Hypertext betreffen. Das KHS bietet hier die Möglichkeit, Verknüpfungen an einen Kontext zu binden. Es ist also möglich, daß ein Knoten K , der Teil der Aggregatknoten $A1$ und $A2$ ist, über drei Gruppen von Verknüpfungen verfügt: a) Verknüpfungen, die immer präsentiert werden, b) Verknüpfungen, die nur zur Darstellung gelangen, wenn K als Teil von $A1$ interpretiert wird und c) solche, die nur valide sind, wenn K als Teil von $A2$ angesehen wird. Eine kontextabhängige Modifikation der Knoteninhalte kann sich dann aus der prozeduralen Semantik der Verknüpfungen (s. 2.2.3) ergeben.

Dieses Konzept der Flexibilisierung der Verknüpfungsstruktur ist dem Kontextmodell von *Neptune* [Delisle & Schwartz 87] vergleichbar, erfordert aber nicht die Einführung von Objekttypen zusätzlich zu Knoten und Verknüpfungen, ist also einfacher. Im Vergleich zu *Intermedia* [Utting & Yankelovich 89], das den Austausch ganzer Verknüpfungsnetze vorsieht, ist der im KHS vorgesehene Ansatz flexibler.

2.2.3 Verknüpfungen

Verknüpfungen sind etikettierte und semantisch spezifizierte Verbindungen zwischen Hypertextobjekten, seien es Knoten oder Verknüpfungen. Verknüpfungen können Knoten insgesamt verbinden oder an Medienfragmenten (Textsegmente, Bildareale usw.) verankert sein. Sie dienen zweierlei Zwecken. Nach [Gronbaek & Trigg 94] spezifizieren Verknüpfungen durch ihre typspezifische deklarative Semantik eine inhaltliche Beziehung zwischen Hypertextknoten, während die prozedurale Semantik ein Verhalten des Verknüpfungsobjekts zur Nutzungszeit festlegt. Im allgemeinen werden Verknüpfungen durch Mausklick aktiviert und bewirken dann einen Navigationsschritt, der zum Austausch des dargestellten Inhalts in dem jeweilig verwendeten Browser führt. Das KHS verfügt aber zusätzlich über Verknüpfungstypen mit abweichender prozeduraler Semantik. So kann durch Verknüpfungen Information in zusätzlichen Fenstern eingeblendet werden, wenn bei der Lektüre der Ursprungskontext nicht verloren gehen soll. Alternativ können Verknüpfungen auch dazu genutzt werden, um Medienobjekte (Text, Bild) aus dem Zielknoten in den Ursprungsknoten einzublenden (hot links [Catlin et al. 89]), ohne daß eine Aktion seitens des Lesers vonnöten ist. Werden derartige Verknüpfungen Gegenstand der Kontextualisierung (s.o.) führt dies zu einer Kontextabhängigkeit des dargestellten Dokumentinhalts. Weitere Eigenschaften von Verknüpfungstypen sind für die hier zu untersuchenden Fragestellungen nicht so relevant.

2.3 Die Hypertext-Kontext-Ebene

Wie schon in den vorangegangenen Abschnitten deutlich geworden ist, kann die Präsentation eines Hypertext-Knotens aufgrund von Vererbung in der Strukturhierarchie oder der Kontextbindung von Verknüpfungen unterschiedlich erfolgen je nachdem, welcher übergeordnete Strukturknoten zur Interpretation herangezogen wird. Auf der Kontext-Ebene verwaltet das KHS diese situativen Faktoren, nämlich die in einer Dialogsituation valide Interpretation eines Knotens sowie weitere Kontextparameter, die im folgenden erläutert werden.

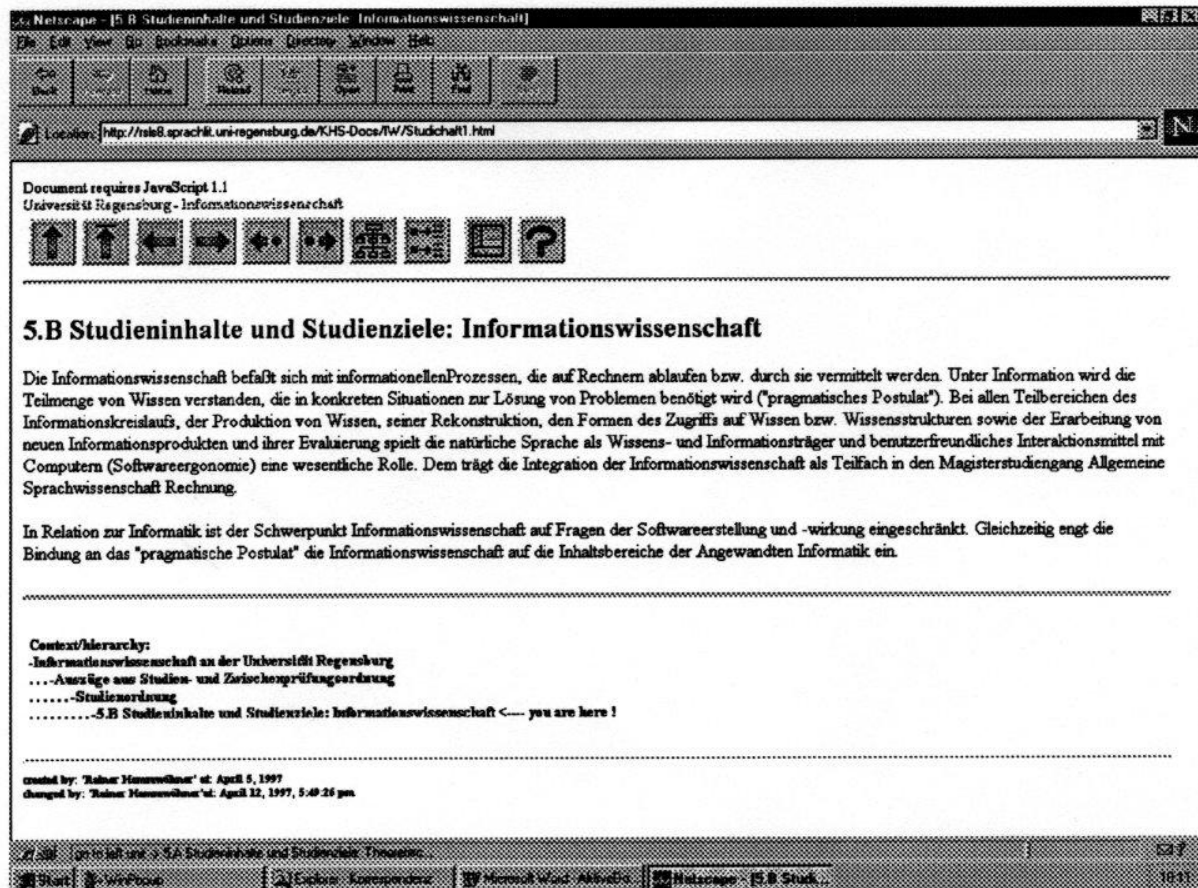


Abbildung 1 Darstellung einer KHS-Seite im WWW. In einer Kopfzeile werden die wichtigsten Navigations- und Übersichtsfunktionen angeordnet. Dann folgt der Dokumentinhalt. Metainformation über die aktuelle Interpretation des Dokuments, d.h. eine Einordnung der Seite in die Strukturpolyhierarchie, bildet den Abschluß der Seite.

Um eine noch weitergehende Anpassung des Hypertexts an situative Bedürfnisse des Lesers zu erlauben, stellt das KHS Funktionen bereit, die Hypertextobjekte aufgrund besonderer Eigenschaften bewerten. Diese Bewertung kann dazu führen, daß Objekte von der Darstellung ausgeschlossen werden oder, bei besonders positiver Bewertung, hervorgehoben dargestellt werden. Kommt es zu einem Ausschluß von Objekten, gelten folgende Konsistenzregeln:

- Verknüpfungen, die auf nicht dargestellte Objekte verweisen, werden von der Präsentation ausgeschlossen.
- Knoten, deren übergeordnete Strukturknoten sämtlich ausgefiltert sind, werden nicht präsentiert.

Das KHS unterscheidet zur Zeit folgende Filter:

- **Typorientierte Filter:** Nur Objekte aus einem Kanon vorgegebener Objekttypen kommen zur Darstellung. Damit kann die Navigation im Hypertext z.B. auf die

Objekttypen eingeschränkt werden, die einer eng umgrenzten Applikation zugehörig sind, so daß das Problem der Desorientierung hier nicht mehr gegeben ist.

- **Strukturorientierte Filter:** Dokumente, die in einem bestimmten Teilbereich des Hypertexts angesiedelt sind, kommen zur Darstellung oder bestimmte Bereiche werden von der Nutzung ausgeschlossen.
- **Thematische Filter:** Hypertextknoten werden aufgrund ihrer Thematik, die anhand der zugewiesenen Indexterme oder auch der im Volltext auftretenden Begriffe bestimmt wird, anhand eines vom Leser formulierten Suchprofils bewertet. Die zugehörige Bewertungsfunktion ist dem Vektor-Retrieval entnommen.

Darüber hinaus verfügt das KHS noch über die Möglichkeit allgemeinere Filterbedingungen anhand einer formalen Sprache zu definieren. Sie schließt die Möglichkeiten der oben erwähnten Filter ein, ist aber aufgrund des größeren Spezifikationsaufwandes nicht so benutzerfreundlich.

2.4 Werkzeug- und Präsentationsebene

Das KHS stellt eine Vielzahl von Interaktions- und Präsentationsprimitiven zur Verfügung, die von Tools genutzt werden, um Hypertexte erkunden und editieren zu können. Dabei bestehen normierte Schnittstellen zu objekttypspezifischen Interaktions- und Präsentationsmethoden, die eine Anpassung des Verhaltens der Werkzeuge an Anwendungsspezifika erlaubt, die wiederum durch Objekttypen definiert sind [Rittberger et al. 94].

Diese Modellebenen sind im Fall einer Darstellung von KHS-Hypertexten im WWW insofern zu ergänzen, als alternativ zu Präsentationsformen von VisualWorks auch solche im WWW durch entsprechende Methoden unterstützt werden. Probleme, die bei der Abbildung eines derartigen Hypertexts ins WWW entstehen, werden nun in den folgenden Abschnitten diskutiert.

3. Abbildung von Hypertextstrukturen

Die Darstellung von KHS-Hypertexten im WWW geht von folgenden Prämissen aus:

- Es werden nur Funktionen zur Rezeption und nicht zur Manipulation von Hypertexten bereitgestellt.
- KHS-Hypertexte sollen sich auf eine normierte Art im Netz präsentieren, die dennoch an bestimmte Anwendungen angepaßt werden kann.
- Die Gliederung des Hypertexts bleibt soweit als möglich unangetastet. Inhalte von Hypertextknoten werden auf eigene Seiten im WWW abgebildet. Verknüpfungen im KHS entsprechen Ankern im WWW.
- Die wichtigsten Navigationsfunktionen des KHS werden im WWW bereitgestellt. Dabei werden die Funktionen als Buttons entweder in das Dokument eingeblendet oder in einem separaten Frame dargestellt.
- Es wurde schon auf die Bedeutung der durch aggregierte Knoten aufgebauten Polyhierarchie für die Orientierung im Hypertext sowie für die durch Vererbung und Kontextbindung von Verknüpfung variable Interpretation von Knoteninhalten hingewiesen. Um die Position im Hypertext während der Navigation sowie die vom System vorgegebene Interpretation des momentan dargestellten Knotens ständig für den Leser transparent zu machen, wird die Liste der für die aktuelle Interpretation

relevanten Strukturknoten als Metainformation in den Knoteninhalte eingebettet (s. Abb. 1) oder in einem separaten Frame dargestellt (s. Abb. 2).

- Frames dienen als alternatives Stilmittel zur gesonderten Darstellung von Funktionselementen oder von Metainformation, werden aber nicht ausschließlich genutzt, da sie ein nicht standardisiertes Sprachelement darstellen und in ihrer Nutzung - auch vom Standpunkt der Software-Ergonomie gesehen - nicht unproblematisch sind. Darüber hinaus ist die Nutzung von Frames bei script-generierten Dokumenten technisch noch nicht ausgereift. Bei zahlreichen Operationen, wie z.B. bei Nutzung der Dialoghistorie oder bei Veränderung der dem Browser zugeordneten Fensterfläche, kommt es zu fehlerhaften Darstellungen. Frames bieten jedoch den Vorteil, daß selbst bei Darstellung umfänglicher Seiteninhalte die unmittelbare Verfügbarkeit der Funktionselemente gewährleistet werden kann.
- Das KHS verfügt über einen umfangreichen Fundus an Such- und Übersichtswerkzeugen. Diese werden - ebenso wie beim KHS selbst - in kooperierenden, zusätzlich eingebetteten Fenstern dargestellt. Zur Zeit sind ein dynamisches Inhaltsverzeichnis (s. Abb. 3) und ein auf den Schlagworten der Hypertextknoten basierender Index realisiert.

Die Abbildung der Hypertext-Stilelemente geschieht folgendermaßen:

Knoteninhalte werden auf einzelne WWW-Seiten abgebildet. Dabei werden für die Aufbereitung der Inhalte WWW-adäquate Auszeichnungselemente ausgenutzt, Bilder werden in den Fließtext eingebettet. Die Bildposition wird vom KHS anhand der Textlänge und der Bildgröße ausgewählt. Absätze, Listen und Tabellen werden aus dem KHS in dementsprechende HTML-Tags übertragen. Trägt ein Dokument zusätzlich Audioinformation bei sich, wird ein Script hinzugefügt, das die Aktivierung des Tons nach vollständigem Aufbau der darzustellenden Seite im Browser veranlaßt. Die einem Hypertextknoten zugewiesenen Indexterme werden mit den dementsprechenden Meta-Tags in den Header des Dokuments eingefügt und stehen somit den Suchmaschinen zur Verfügung.

Der Inhalt eines **Strukturknotens** wird als Liste dargestellt, wobei die Beziehung zwischen Strukturknoten und ihren Teilknoten durch Anker repräsentiert wird. Längere Texteinblendungen in derartige Verzeichnisse sind durch spezielle Teilknotentypen möglich.

Verknüpfungen werden durch HTML-Anker repräsentiert, wenn sie textuell sind. Für Verknüpfungen, die aus Bildern heraus verweisen, sind Image-Maps vorgesehen. Diese Image-Maps werden auf Seiten des Clients verwaltet, da nur so die Möglichkeit einer Vorabinformation über Verknüpfungstyp und -ziel gegeben ist. Die Darstellung von Verknüpfungen, die nicht an ein Medienfragment gebunden sind, ist problematisch, da das HTML-Tag, das hierfür vorgesehen ist (LINK), von den meisten Browsern nicht unterstützt wird. Das KHS stellt solche Verknüpfungen als einen textuellen Eintrag des Typbezeichners im Zusammenhang mit den Navigationsfunktionen dar. Da die Darstellung des Hypertexts im WWW nicht zur Modifikation des Hypertexts genutzt werden soll, ist es nicht erforderlich, daß die deklarative Semantik der Verknüpfungen mit ihren Konsistenzregeln in das WWW abgebildet wird. Allerdings sollte der Leser eine Vorstellung von der Bedeutung einer Verknüpfung gewinnen können. Dies ist gewährleistet, indem Typbezeichner und Name des Zielknotens ins Statusfenster des Browsers eingeblendet werden, wenn der Anker der Verknüpfung mit der Maus berührt wird. Der Typbezeichner der Verknüpfung kann auch den entsprechenden Attributen (*Rel* und *Rev*) des der Verknüpfung zugeordneten Ankers zugewiesen werden. Diese Attribute wird allerdings zur Zeit von den meisten Browsern nicht ausgewertet.

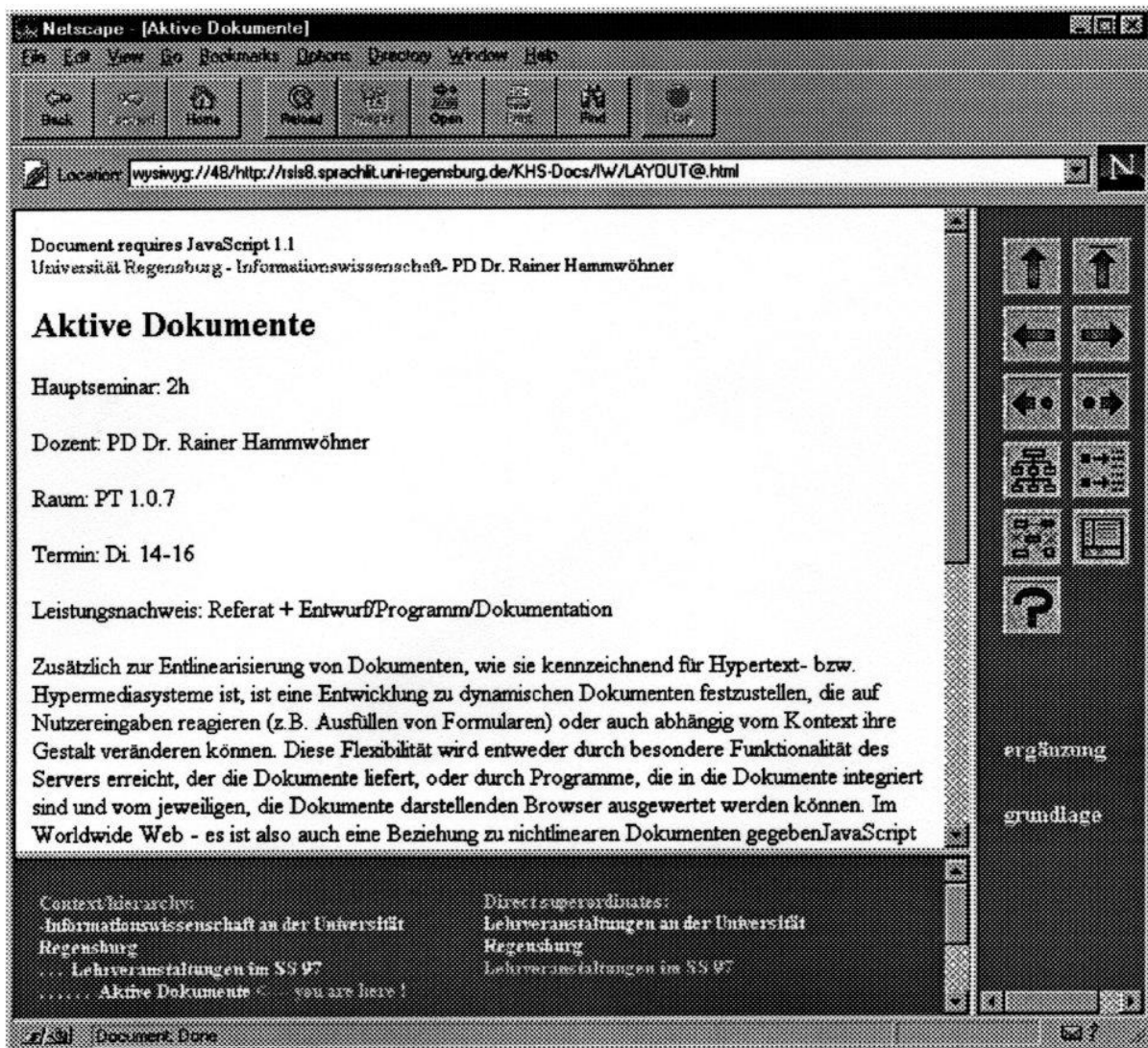


Abbildung 2 Frameorientierte Darstellung einer KHS-Seite im WWW. Die Funktionselemente und die Metainformation sind in eigenen Frames vom eigentlichen Dokumentinhalt separiert.

Die prozedurale Semantik von Verknüpfungen wird durch typspezifische Scripts implementiert, die entweder einen normalen Navigationsschritt, das Eröffnen eines neuen Browsers oder das Abspielen von Tonfragmenten aus dem Zielknoten bewirken. Medieninkludierende Verknüpfungen werden nicht durch Anker repräsentiert, sondern allein durch das (konditionale- s.u.) Einfügen der aus dem Zielknoten entnommen Medienfragmente.

4. Abbildung dynamischer Eigenschaften

Im vorangegangenen Absatz wurde die Abbildung statischer Strukturen auf HTML-Konstrukte diskutiert. Im folgenden wird zu untersuchen sein, wie die dynamischen Eigenschaften des oben eingeführten Hypertextmodells mit den Möglichkeiten des WWW zu realisieren sind. In diesem Zusammenhang ist klären, wie ein Dialogzustand in der Interaktion mit dem WWW-Browser zu bewahren ist, welche Informationen er enthalten kann bzw. muß und wie aus dem Dialogzustand Aktionen der Systemadaption abgeleitet werden können.

4.1 Verfahren der Bewahrung von Zuständen

Die Verwaltung des Dialogzustands kann sowohl auf Seiten des WWW-Servers als auch auf der des Clients erfolgen. Beide Methoden haben ihre Vor- und Nachteile. Wird der

Dialogzustand auf der Seite des Servers verwaltet, so bringt dies Vorteile, wenn der Server das abzubildende Hypertextmodell selbst implementiert. In diesem Fall kann die Auswertung des Dialogzustands unmittelbar zur Generierung angepaßter Hypertext-Inhalte bei der nächsten Anfrage führen. Problematisch ist in diesem Zusammenhang allerdings das zustandsfreie Kommunikationsprotokoll HTTP, das keinen Rückbezug auf einen zusammenhängenden Dialog erlaubt. Abhilfe wird hier meist durch die Zuweisung von Transaktionsidentifikatoren gefunden, die den in den Dokumenten enthaltenen URLs angefügt werden. Dieses Verfahren wird zum Beispiel von Hyper-G verwendet [Andrews et al. 95] und ist auch für das KHS verfügbar [Abfalg & Hammwöhner 95]. Der Nachteil dieser Methode der Zustandsrepräsentation ist, daß hier die ganze Last der Dialogverwaltung dem Server aufgebürdet wird. Wenngleich der Aufwand für jede einzelne Verbindung vergleichsweise gering ist, kann der Verwaltungsaufwand bei stark frequentierten Servern dennoch schnell zu nicht zumutbaren Antwortzeiten führen. Dies gilt um so mehr, als das Ende einer Dialogsequenz nur heuristisch feststellbar ist. Es ist dann abzuwägen zwischen den Risiken, einen Dialog zu früh als beendet anzusehen und eine Anfrage dann nicht adäquat behandeln zu können, oder Ressourcen mit veralteter Dialoginformation zu belasten.

Eine Alternative ist die Verwaltung des Dialogzustands durch den Client. Für diesen Zweck bietet die Scriptsprache *JavaScript* die Möglichkeit, durch sogenannte *Cookies* Zeichenketten zwischen mehreren Dialogschritten zu übertragen und damit zu bewahren. Die einfache Repräsentationsform bringt es mit sich, daß die Zustandsbeschreibung nicht zu komplex ausfallen sollte. Die in dem Cookie repräsentierte Zustandsinformation kann sowohl auf dem Client durch Script-Programme als auch auf dem Server ausgewertet werden. Letztere Option erfordert geringeren Aufwand, wenn der Server das Hypertextmodell bereits implementiert. Es ist hier nicht erforderlich, einen Teil der dynamischen Eigenschaften des Modells in Form von Scripts zu reimplementieren. Andererseits ist durch die Verlagerung von Funktionalität vom Server auf den Client eine bessere Lastverteilung zu erreichen. Die Erhöhung des Übertragungsaufwandes - schließlich müssen Dokumentfragmente für alle möglichen Dialogeventualitäten an den Client übertragen werden - dürfte nicht so ins Gewicht fallen, da die Dynamisierung meist nur kleinere Teile von Dokumenten betrifft.

4.2 Repräsentation und Auswertung des Zustands

In diesem Zusammenhang zeigt sich die Stärke des Kontextmodells des KHS. Ein Dialogzustand ist hier nämlich sehr einfach zu repräsentieren als eine Zeichenkette, die eine Folge von Knotenidentifikatoren enthält, die jeweils den für die Interpretation des momentan dargestellten Knotens zuständigen Strukturknoten zuzuordnen sind.

Mit dieser einfachen Zustandsinformation lassen sich folgende Phänomene erfassen:

- Zuordnung von Navigationsoperationen (*next*, *previous*) zu Pfaden. Navigationsoperationen sind also kontextsensitiv interpretierbar.
- Vererbung von Eigenschaften von übergeordneten auf untergeordnete Knoten
- Kontextbindung von Verknüpfungen

Die Bestimmung der jeweils gültigen Interpretation geschieht folgendermaßen:

- Jedem Knoten ist eine datentragende Scriptfunktion zugeordnet, die eine Liste aller möglichen Interpretationen dieses Knotens enthält.
- Wird der Knoten während der Navigation erreicht, wird anhand des Cookies die Interpretation des Vorgängerknotens ermittelt.

- Für den aktuell dargestellten Knoten wird diejenige Interpretation gewählt, die der Vorgängerinterpretation am ähnlichsten ist, d.h. möglichst viele gemeinsame Strukturknoten enthält.
- Die neue Interpretation wird in einem Cookie für den nächsten Dialogschritt aufbewahrt.

Die Auswertung des Dialogzustands erfordert, daß Teile des Dokuments dynamisch gestaltet sind. *JavaScript* ermöglicht die scriptgesteuerte Generierung von HTML-Code. Dies wird ausgenutzt um die Navigationsfunktionen scriptgesteuert mit den für den Kontext adäquaten Zieladressen auszustatten und in den Text dynamisch nur jene Verknüpfungen einzufügen, deren Kontextbindung das erlaubt. Weiterhin werden dem Dokument durch kontext-sensitive Scripts die innerhalb der Strukturhierarchie ererbten Eigenschaften (Hintergrundfarbe etc.) verliehen.

Die bisher erläuterten Formen der Kontextualisierung des Hypertexts erlauben Flexibilisierung der Interaktion nur unter Kontrolle des Autors. Er bestimmt, wie die Pfade verlaufen oder welche Verknüpfungen in welchen Kontexten sichtbar sind. Im Gegensatz dazu sind Filteroperationen ein Instrument der Flexibilisierung, das ausschließlich dem Leser zur Verfügung steht. Die Ausnutzung von Filtern erfordern eine Erweiterung der Zustandsbeschreibung um die jeweiligen Filterattribute. Am einfachsten zu realisieren ist hier eine typspezifische Filterung von Verknüpfungen. Die Zustandsbeschreibung ist nur um die Liste der zu akzeptierenden (oder der zurückzuweisenden) Verknüpfungstypen zu erweitern. Die Funktion, welche die Kontextbindung von Verknüpfungen überprüft, ist leicht in dem Sinne zu erweitern, daß sie diese zusätzliche Bedingung auch prüft. Weitergehende Filteroperationen, wie Einschränkung der Navigation auf Teilhierarchien oder typorientiertes Filtern von Knoten ist insofern problematischer, als in die Bedingungen Eigenschaften der Zielknoten von Verknüpfungen einfließen, die im Script des aktuell dargestellten Knotens nicht ohne weiteres zu erfassen sind.

Eine weitere Möglichkeit zur Dynamisierung der Darstellung bieten Übersichten und Inhaltsverzeichnisse. Hier geht es darum, soviel Information darzustellen, wie es dem Bedürfnis und dem Aufnahmevermögen des Lesers entspricht. Es ist naheliegend, der polyhierarchischen Grundstruktur der KHS Hypertexte folgend Übersichten mit Baumstruktur anzubieten. Für umfangreiche Hypertexte kann eine solche Struktur nur mit Fish-Eye-Techniken [Furnas 86] übersichtlich gehalten werden. Dies kann durch ein einfaches Script, das die aktuelle Position im Hypertext und die Einordnung der Einzelknoten in die Hierarchie berücksichtigt, gewährleistet werden. Die Auswahl der darzustellenden Informationsmenge, die durch Spezifikation einer Fish-Eye-Distanz festgelegt wird, kann dem Leser überlassen bleiben.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die vorangehenden Ausführungen sollten verdeutlichen, daß die Dichotomie zwischen populären WWW-Angeboten, die trotz einer bedauerlichen Strukturarmut eine reiche Verbreitung finden, und ausgeklügelten Hypertextmodellen, die leider trotz ihrer Qualität auf die Labors von Hypertext-Forschern beschränkt bleiben, nicht mehr wirklich besteht. Auch das WWW ermöglicht mittlerweile die Realisierung komplexer Modelle, die weit über die einfachen aber dennoch aussagekräftigen Beispiele, die hier angeführt werden konnten hinausgehen.

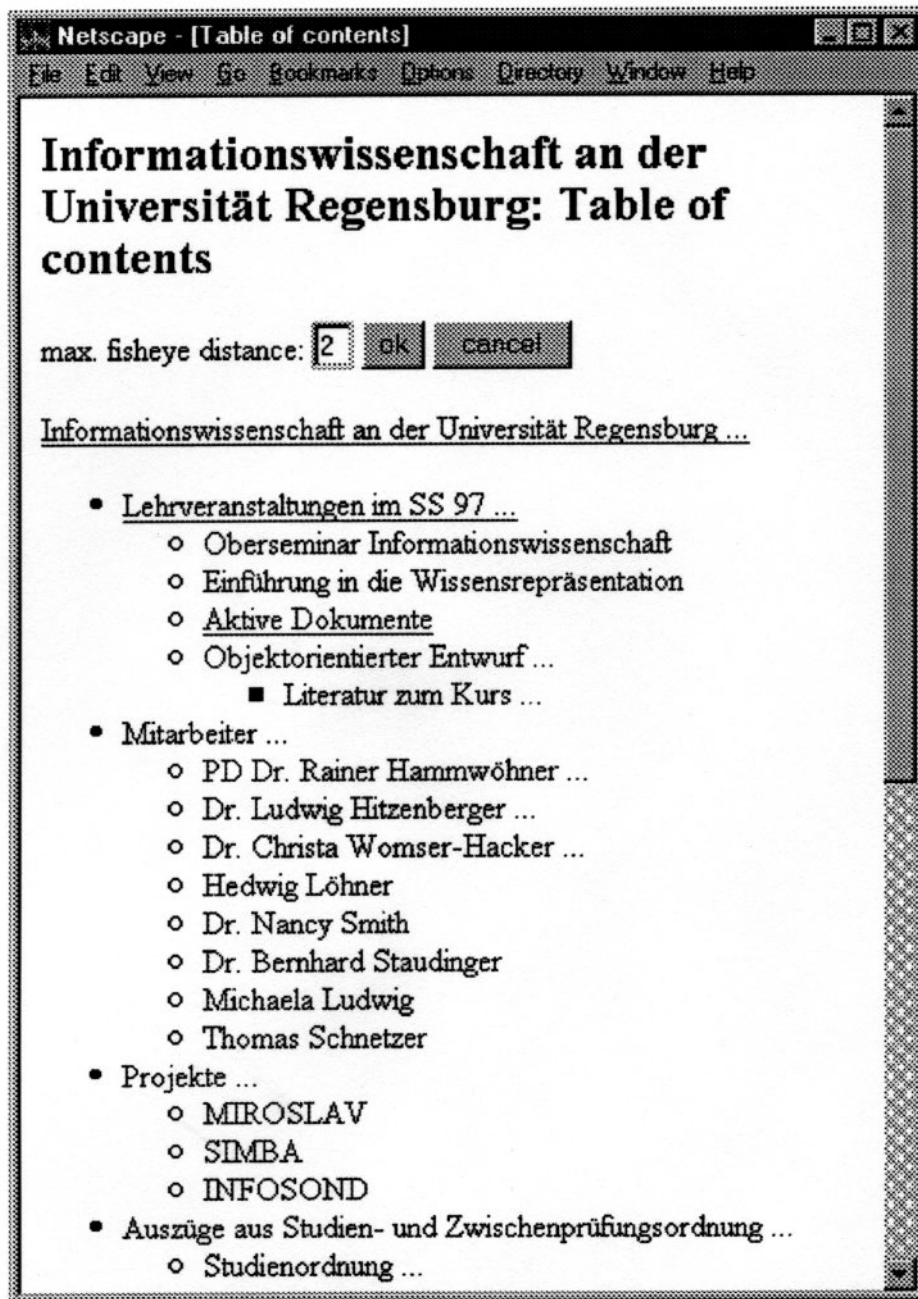


Abbildung 3 Dynamisches Inhaltsverzeichnis. Es sind die Titel der Knoten in einer baumorientierten Darstellung aufgelistet, die einen vorgegebenen Mindestabstand zum aktuell dargestellten Knoten einhalten. Dieses Fenster wird zusätzlich zu den eigentlichen Knoteninhalten aufgeblendet. Durch Auswahl eines Eintrags wird im Hauptfenster ein Navigationsschritt ausgelöst.

Richtungsweisend für den Gebrauch der neuen Möglichkeiten des Mediums können und müssen die Forschungsergebnisse sein, welche die Hypertext-Forschung in den letzten Jahren gezeitigt hat. Ein flexibles, dynamisches Verhalten, wie es WWW-Seiten in Zukunft zu eigen sein wird, ist einem Leser nur zuzumuten, wenn er eine Erwartungshaltung aufbauen kann. Dies ist aber nur dann möglich, wenn das Verhalten eines Dokuments im Rahmen eines übergreifenden Modells interpretierbar und nicht von Seite zu Seite unterschiedlich ist. Besser noch wäre es, wenn derartige Modelle einer Standardisierung unterlägen, so daß nicht das individuelle Verhalten einer WWW-Site zu erlernen wäre, sondern daß auf eine Dokumenttypologie zurückgegriffen werden kann, wie sie schon aus den Printmedien vertraut ist.

Damit wird das WWW zunehmend von einem Präsentations- zu einem Interaktionsmedium. Die Option einer Dynamisierung von Dokumenten anhand applikationsspezifischer Dokumenttypen wird vor allem im Zusammenhang mit der unternehmensinternen Nutzung des WWW als Intranet-Dienst an Bedeutung gewinnen. Hier sind zunächst alle Anwendungen im Bereich der computer-unterstützten Gruppenarbeit zu nennen. In diesem Zusammenhang ist auch die Prämisse aufzugeben, das WWW diene nur zur Präsentation aber nicht zur Manipulation komplexer Hypertexte. Dieser erweiterte Anspruch erfordert dann allerdings erheblich modifizierte Software-Konzepte, wie sie zur Zeit im Zusammenhang mit der Programmiersprache Java im Entstehen begriffen sind.

Unabhängig von diesen technischen Fragestellungen bleibt auch noch die Frage nach einem nachgewiesenen Nutzwert komplexer Hypertexte bestehen. Immer noch besteht ein großer Mangel an aussagekräftigen Evaluationen von umfangreichen, komplex strukturierten Hypertexten. Die große Leserschaft, die Hypertexte im WWW prinzipiell erreichen können, schafft Motivation auch größeren Aufwand in den Aufbau von großen Hypertexten zu investieren. Sie ist gleichzeitig eine Voraussetzung für die Durchführung aussagekräftiger Evaluationen.

Literaturangaben

- [Andrews et al. 95] K. Andrews, F. Kappe und H. Maurer. Serving information to the web with Hyper-G. Computer Networks and ISDN Systems, Bd. 27, Nr. 6, 1995
- [Aßfalg & Hammwöhner 95] R. Aßfalg und R. Hammwöhner. Das Konstanzer Hypertext-System (KHS) als Teil des Worldwide Web (WWW). In: P. Schieber (Hrsg.), Informationsmanagement in der Informationsgesellschaft, Proc. Des 2. Konstanzer Informationswissenschaftlichen Kolloquiums, S. 184-195, 1995
- [Catlin et al. 89] T. Catlin, P. Bush und N. Yankelovich. InterNote: Extending a Hypermedia Framework to Support Annotative Collaboration. In: Proc. Hypertext '89. Pittsburgh, S. 365-378, 1989
- [Delisle & Schwartz 87] N. Delisle und M. Schwartz. Contexts: A Partitioning Concept for Hypertexts. ACM Transactions on Office Information Systems. Bd. 5, Nr. 2, S. 168-186, 1987
- [Furnas 86] G.W. Furnas. Generalized fisheye views. In: Proc. of the ACM HCI '86 Conference on Human Factors in Computing Systems, Boston (MA), S. 27-42, 1986
- [Gamma et al. 95] E. Gamma, R. Helm, J. Johnson und R. Vlissides. Design patterns - Elements of reusable object-oriented Software. Addison-Wesley, Reading etc., 1995
- [Gronbaek & Trigg 94] K. Gronbaek und R. Trigg. Design issues for a Dexter-based hypermedia System. Communications of the ACM, Bd. 37, Nr. 2, S 41-49, 1994
- [Hammwöhner 96] R. Hammwöhner. Offene Hypertextsysteme. Das Konstanzer Hypertextsystem (KHS) im wissenschaftlichen und technischen Kontext. Habilitationsschrift, Konstanz, 1996
- [Hofmann 91] M. Hofmann. Benutzerführung in Hypertextsystemen durch private Kontexte. Dissertation, TU Carolo-Wilhelmina Braunschweig, 1991.
- [Mintert 96] S. Mintert. JavaScript. Grundlagen und Einführung. Addison-Wesley, Bonn, Reading (MA), 1996
- [Rittberger et al. 94] M. Rittberger, R. Hammwöhner, R. Aßfalg und R. Kuhlen. A Homogenous Interaction Platform for Navigation and Search in and from Open Hypertext

Systems. In: RIAO 94 Conf. Proc., Rockefeller University, New York (NY), USA, 11.-13.10. 1994, S. 649-663, 1994

[Utting & Yankelovich 89] K. Utting und N. Yankelovich. Context and Orientation in Hypermedia Networks. In: ACM Transactions on Information Systems, Bd. 7, Nr. 1, S. 58-84, 1989.