

Abschlußbericht des Projekts Wissensbasiertes Textorientiertes Hypertextsystem

**R. Hammwöhner, R. Kuhlen, M. Rittberger
Informationswissenschaft, Universität Konstanz**

1. Einleitung

Offene Hypertexte sind komplexe sozio-technische Systeme, die zur Zeit in der Ausprägung des World Wide Web (WWW) im Begriff sind, die weltweite Informationslandschaft durchgreifend zu verändern. Ziel des Projekts Wissensbasiertes Textorientiertes Hypertextsystem (WITH), welches konzipiert und begonnen wurde, bevor das WWW entwickelt bzw. global genutzt wurde, war es, ein Modell für die Struktur offener Hypertextsysteme sowie eine Methodik für eine adäquate Nutzung derartiger Systeme zu entwickeln. Entsprechend dem experimentell-konstruktiven Forschungsansatz der Konstanzer Informationswissenschaft wurde folgende Vorgehensweise gewählt:

1. Ein Kriterienkatalog mit Anforderungen an offene Hypertextsysteme wurde entwickelt.
2. Ein Hypertextsystem, das diesen Kriterien gehorcht — das Konstanzer Hypertextsystem (KHS) — wurde entwickelt.
3. Anhand aussagekräftiger Beispiele im Umfeld der Realisierung eines Wissenschaftlerarbeitsplatzes wurde das Modell des KHS evaluiert sowie eine Methodik für die Spezifikation weiterer Anwendungen entwickelt.

Die Darstellung der Projektergebnisse unterliegt der folgenden Gliederung. Zunächst wird der im Projekt entwickelte Kriterienkatalog für offene Hypertextsysteme vorgestellt und diskutiert. Danach wird eine sehr gedrängte Beschreibung des KHS gegeben und anhand dieser Kriterien bewertet. Schließlich wird auf methodische Aspekte der Offenheit in bezug auf andere Informationssysteme und die Entwicklung von Anwendungen mit dem KHS eingegangen.

2. Eigenschaften offener Hypertextsysteme

Im Zusammenhang mit einem Workshop über offene Hypertextsysteme (OHS), der 1993 am Fachbereich Informationswissenschaft der Universität Konstanz stattfand, wurde folgender Kriterienkatalog für offene Hypertextsysteme vorgeschlagen.

1. OHS sind offen bezüglich des Umfangs: OHS wachsen beständig an, sowohl was die Größe (die Menge der Hypertexteinheiten) als auch was die Menge der Verknüpfungen angeht.
Dies erfordert einerseits effiziente Speicher- und Zugriffsverfahren für Hypertexte. Andererseits ist allein wegen der prinzipiell nicht vollständig überschaubaren Datenbestände auch eine weitgehende inhaltliche Unterstützung für die Wartung offener Hypertexte erforderlich, die vor allem folgende Problemstellungen betrifft:
 - a. Konsistenzwahrung für Verknüpfungen

- b. Vorschlag oder automatische Erstellung neuer Verknüpfungen
 - c. Kassation obsoleter Dokumente
2. OHS sind offen für verschiedene mediale Objekte: OHS sind nicht auf einen bestimmten medialen Dokumenttyp festgelegt, sondern orientieren sich an einer Problemstellung, der verschiedene mediale Objekte (Texte, strukturierte Information, Graphiken, ...) zugeordnet sind. Dabei ist eine abschließende Spezifikation eines Kanons zu unterstützender Medientypen allein schon wegen der technischen Entwicklung (z.B. bezüglich der Datenübertragungskapazität oder neuer Darstellungsformen im Bereich virtueller Realität) nicht möglich.
 3. OHS sind offen für unterschiedliche Organisationsformen der verschiedenen medialen Objekte und Hypertextanwendungen. Je nach Vorbildung oder Intention des Lesers kann es erforderlich sein, ein bestimmtes Medienfragment mit unterschiedlichen Verknüpfungen auszustatten, so daß unterschiedliche Zielknoten zur Verfügung stehen.
 4. OHS sind offen für heterogene Informationsressourcen: OHS gestatten den Zugriff auf und die Integration von Informationsressourcen, z.B. E-mail, Online-Datenbanken und andere Software-Applikationen, die auf Host-Rechnern in der Regel vorhanden sind. Diese Eigenschaft von OHS ist insbesondere aus informationswissenschaftlicher Sicht wichtig, da dadurch der im Prinzip globale Informationsmarkt erschlossen wird.
 5. OHS sind offen für heterogene Hypertextmodelle und deren Anwendungen: OHS verbinden verschiedene Hypertextanwendungen, die aus dem gleichen Hypertextmodell abgeleitet sind oder die Realisierungen unterschiedlicher Hypertextmodelle/-systeme darstellen. Beispiele für Hypertextanwendungen sind:
 - a. Argumentative Texte
 - b. Korrespondenzen (auch via E-mail)
 - c. Terminverwaltung
 - d. Bibliographien
 - e. Knowledge-Engineering
 - f. Software-Engineering
 6. OHS sind offen für den Informationsaustausch zwischen heterogenen Partnern und die Einbettung in lokale Bestände der jeweils Beteiligten. OHS sollten den Datenaustausch zwischen verschiedenen Hypertextsystemen und -anwendungen und damit den Aufbau lokaler Bestände unter Nutzung externer Hypertextbestände ermöglichen.
 7. OHS sind offen für die Einbindung in andere Mehrwertdienste: OHS können in andere Mehrwertdienste des internationalen Informationsmarktes eingebunden werden, z.B. in WWW-Systeme des Internet. Damit können lokal erstellte Hypertextinformationen über die Mehrwertdienste angeboten werden. Ermöglicht Punkt 4 den Import, so erlaubt Punkt 7 den Export von Informationsbeständen.
 8. OHS sind offen für Nutzer mit verschiedenen Sichten: OHS können (simultan) von Nutzern mit unterschiedlichen Schreib-/Leseberechtigungen oder unterschiedlichen Interessenprofilen benutzt werden. Es sind somit benutzerspezifische Sichten auf das globale System möglich. Weiterhin erlauben OHS das kooperative (simultane oder sequentielle) Arbeiten von verschiedenen Teilnehmern an einer Aufgabenstellung.

3. Das Konstanzer Hypertextsystem (KHS)

Das KHS ist ein offenes Hypertextsystem, das seine Flexibilität aus einem objektorientierten Entwurf und einer 5-Schichtenarchitektur gewinnt, die eine Kooperation von Objekttypen der verschiedenen Schichten im Sinne von Design-Pattern vorsieht. Das KHS ist in Smalltalk mit der Entwicklungsumgebung VisualWorks implementiert und auf Unix-, Windows- und Apple-Systemen verfügbar. Die volle Funktionalität eines offenen Hypertextsystems zeigt das KHS im Zusammenhang mit dem objektorientierten Datenbanksystem GemStone.

Im folgenden soll die Schichtenarchitektur des KHS anhand detaillierter Ausführungen zu den einzelnen Schichten beschrieben werden.

3.1 Datenzugangs- und Speicherungsebene

Die Datenzugangs- und Speicherungsebene definiert die Speicherung von Hypertextobjekten in persistenter Form:

- 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 aufgebaut werden.

3.2 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 Nutzereingaben. 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 einer Hypertextanwendung uneingeschränkt zur Verfügung steht.

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

3.2.1 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. eine Datenbank eines Online-Hosts) und einer Suchanfrage intensional zu bestimmen.

Jeder Knoten kann über typspezifische Konsistenzregeln bestimmen, welche Verknüpfungsarten bzw. Strukturknotentypen geeignet sind, ihn in die globale Hypertext-Struktur einzubetten. Jeder Knoten im KHS kann durch eine Menge gewichteter Terme verschlagwortet werden.

3.2.2 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 einfacheren Metrik eine problemlosere Orientierung in Hypertexten erlaubt als die allgemeinen Netzwerkstrukturen, wie sie mithilfe von Verknüpfungen aufgebaut werden.
- Strukturknotentypen 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. Dadurch entstehen Pfade durch den Hypertext, die dem Nutzer das Traversieren der Hypertext-Struktur erleichtern.

3.2.3 Verknüpfungen

Verknüpfungen im KHS sind etikettierte und semantisch spezifizierte Verbindungen zwischen Hypertext-Knoten, die zum Aufbau von und der Traversierung in komplexen Strukturen dienen. Typspezifische Eigenschaften von Verknüpfungen sind:

- die Stelligkeit, die angibt, wieviele Knoten durch eine Verknüpfung dieses Typs verbunden werden
- inhaltliche Vorbedingungen für das Bestehen einer Verknüpfung; das betrifft den Typ der zu verknüpfenden Objekte und dient insbesondere der Konsistenzwahrung von Hypertexten und zur Unterstützung von Autoren beim Aufbau von Hypertexten
- die Richtung der Verknüpfung
- Aktionen, die beim Aktivieren einer Verknüpfung ausgeführt werden sollen. Das kann ein Navigationsschritt sein, aber auch der Transport von Medienobjekten zwischen Hypertextknoten im Sinne einer flexiblen Expandierung von Texten.

Während Strukturknoten darauf ausgelegt sind, den Hypertext klar in Applikationen und Themenbereiche zu gliedern, ist der Zweck von Verknüpfungen gerade der, Knoten über diese Grenzen hinweg zu verbinden und für eine integrierte Nutzung zugänglich zu machen.

3.3 Hypertext-Kontext-Ebene

Die Präsentation von Hypertextstrukturen und -inhalten ist nicht invariabel hinsichtlich des Nutzungskontexts, der durch die Historie der Navigation, Präferenzen des Nutzers und ähnlicher Parameter definiert ist. Derartige situative Einflüsse werden auf der Kontext-Ebene

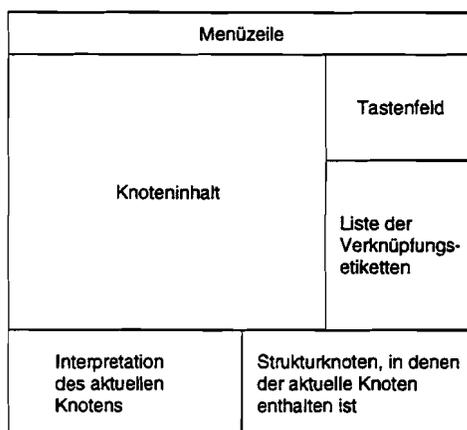


Abbildung 1: Standard-Layout des Hypertext-Browsers

des Hypertextmodells beschrieben. Indem auf der Kontext-Ebene Filter- und Bewertungsfunktionen spezifiziert werden können, können Hypertextobjekte von der Präsentation ausgeschlossen oder als besonders relevant hervorgehoben werden. Mit diesem Instrumentarium kann ein situationsgerechtes Informationsangebot angestrebt werden.

Das KHS unterscheidet zur Zeit folgende Filter- und Bewertungskriterien

- **Typorientierte Filter:** Nur Objekte aus einem Kanon vorgegebener Objekttypen kommen zur Darstellung. Der in einem Themengebiet erfahrene Leser wird z.B. alle Verknüpfungen ausblenden, die zu Begriffsdefinitionen führen, während ein Anfänger gerade die vertieften, formalen Spezifikationen übergehen wird.
- **Strukturorientierte Filter:** Nur Objekte, die in einem bestimmten Teilbereich des Hypertexts angesiedelt sind, werden berücksichtigt. Verknüpfungen, die aus diesem Bereich hinausführen, werden nicht berücksichtigt. Somit kann die Lektüre auf bestimmte Teildokumente und Anwendungszusammenhänge eingeschränkt werden.
- **Thematische Bewertung:** Jeder Hypertextknoten des KHS kann automatisch oder intellektuell mit einer thematischen Deskribierung durch Schlagworte versehen werden. Bei thematischer Bewertung werden diese mit einem situationsspezifischen Suchprofil abgeglichen. Der Grad an Übereinstimmung kann als Maß für die Relevanz von Knoten genutzt werden, so daß überdurchschnittlich relevante Knoten als interessante Navigationsziele hervorgehoben werden können.

Nutzungsprofile können vom Leser spezifiziert und gespeichert, aber auch von Autoren vorgegeben werden. Die Aktivierung von gespeicherten Profilen erfolgt in beiden Fällen durch Hypertextknoten eines speziellen Typs.

Zu der Ebene des Nutzungskontexts gehört auch die Verwaltung der Dialoghistorie. Gegenstand der Dialoghistorie des KHS sind nicht nur die besuchten Hypertextknoten, sondern auch die jeweils gültigen Nutzungsprofile, so daß ein Dialogzustand vollständig wiederherstellbar ist. Die Historie ordnet Dialogzustände nicht als Sequenz sondern als gerichteten azyklischen Graphen an, so daß auch durch Backtracking in der Historie und erneutes Navigieren weder Information aus der Historie verloren geht, noch irriige Nachfolgebeziehungen entstehen können.

3.4 Werkzeugebene

Die Werkzeuge des KHS sind unter den Prämissen entstanden, zum einen die Schwelle einer gewissen Komplexität beim einzelnen Werkzeug nicht zu überschreiten, zum anderen die

Anzahl der Werkzeuge, die kooperativ genutzt werden müssen, aus Gründen der Handhabbarkeit nicht zu umfangreich werden zu lassen. Folgende Funktionsbereiche standen bei der Entwicklung der einzelnen Werkzeuge im Vordergrund:

- Zur Manipulation stellt das KHS dem Benutzer Werkzeuge zur Verfügung, die es ihm, unter Berücksichtigung der Zugriffsrechte, jederzeit erlauben, die Struktur eines Hypertexts oder die Inhalte von Knoten zu ändern. Die funktionale Trennung von Lese- und Autorenfunktionen wird dadurch den Ansprüchen von offenen Hypertexten entsprechend aufgehoben.
- Zur Suche müssen offene Hypertexte einen Methodensatz anbieten, mit dem der Benutzer seinem Informationsbedürfnis und seinem Interaktionsverhalten entsprechend sich adäquat den Informationsobjekten des Hypertexts nähern kann. Im KHS stehen daher unterschiedliche Methoden zur Verfügung, um Verfahren der gezielten Suche, der gezielten Navigation und des ungerichteten Herumstöberns systemseitig zu unterstützen.
- Die Präsentation dient im KHS zur Darstellung der Inhalte der Knoten und der Orientierung in der Hypertextstruktur. Die Inhalte der Knoten sollen dabei der Befriedigung des primären Informationsbedürfnisses dienen, wohingegen die Orientierungsinformation dem Benutzer beim Suchen und Browsen im Hypertext durch die Präsentation von Metainformation hilft.

Das wichtigste Werkzeug für den Benutzer stellt der Hypertext-Browser dar (siehe Abb. 1, das Standard-Layout des Hypertext-Browsers, und Abb. 2 der Hypertext-Browser mit textuellem Inhalt), der alle Funktionen umfaßt, die dem Benutzer ständig zur Verfügung

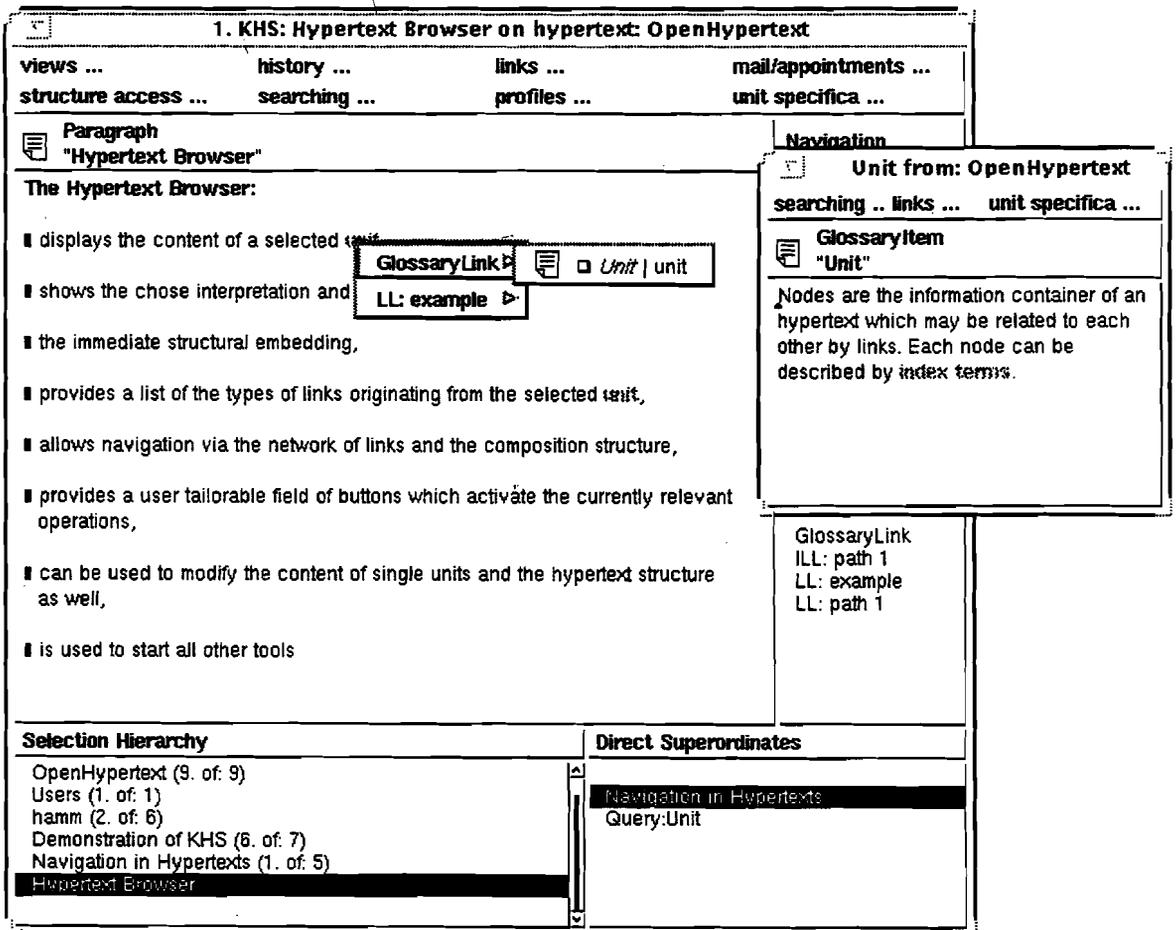


Abbildung 2: Hypertext-Browser mit textuellem Inhalt

1. KHS – HistoryBrowser for hypertext: OpenHypertext		
history ...	<input checked="" type="checkbox"/> id: 1	<input checked="" type="checkbox"/> true context
info view ...	<input type="checkbox"/> all ids	<input type="checkbox"/> current context
move id, type	move numbers	unit name
(1) initialContext	0 -> 1 -> 2	<input type="checkbox"/> <i>hamm</i>
(1) pickSubunit	1 -> 2 -> 3,12,15	<input type="checkbox"/> <i>Demonstration of KHS</i>
(1) pickSubunit	2 -> 3 -> 4	<input type="checkbox"/> <i>The General Structure Model</i>
(1) pickSubunit	3 -> 4 -> 5,11	<input type="checkbox"/> <i>Main Features</i>
(1) next	4 -> 5 -> 6,8	<input type="checkbox"/> <i>Unit Types</i>
(1) pickSubunit	5 -> 6 -> 7	<input type="checkbox"/> <i>Content Structure</i>
(1) next	6 -> 7	<input type="checkbox"/> <i>Combination Rules</i>
(1) next	5 -> 8 -> 9	<input type="checkbox"/> <i>Link Types</i>
(1) pickSubunit	8 -> 9 -> 10	<input type="checkbox"/> <i>Formal Properties</i>
(1) next	9 -> 10	<input type="checkbox"/> <i>Combination Rules</i>
(1) next	4 -> 11	<input type="checkbox"/> <i>Unit Types</i>
(1) pickSubunit	2 -> 12 -> 13,14	<input type="checkbox"/> <i>Application Models</i>
(1) pickSubunit	12 -> 13	<input type="checkbox"/> <i>Definition</i>
(1) pickSubunit	12 -> 14	<input type="checkbox"/> <i>Examples</i>
(1) pickSubunit	2 -> 15 -> 16	<input type="checkbox"/> <i>Navigation in Hypertexts</i>
(1) pickSubunit	15 -> 16 -> 17	<input type="checkbox"/> <i>Hypertext Browser</i>
(1) next	16 -> 17 -> 18	<input type="checkbox"/> <i>Table of Content Browser</i>
(1) next	17 -> 18 -> 19	<input type="checkbox"/> <i>Link Hierarchy Browser</i>
(1) next	18 -> 19	<i>History Browser</i>

Short Info on Context Nr: 19
selection hierarchy: History Browser > Navigation in Hypertexts > Demonstration of KHS > hamm > Users > OpenHypertext
context selection mode: structure oriented
all contexts are searched
all unit types are used
all link types are used

Abbildung 4: Listenorientierte Darstellung der Dialoghistorie

4. KHS und externe Datenquellen

Die Verbindung eines lokalen Systems, wie dem KHS, mit externen Datenquellen erlaubt zum einen den Zugang zu den lokalen Beständen über ein anderes Informationssystem und bietet zum anderen den Zugang zu externen Datenbeständen mithilfe des lokalen Informationssystems.

4.1 Integration externer Datenquellen in das KHS

Die Integration externer Datenquellen in das KHS kann unter zwei Gesichtspunkten gesehen werden. Einerseits können lokale Informationsprodukte durch die Integration externer Daten angereichert werden, andererseits wird dem Benutzer ein einheitlicher und vereinfachter Zugang zu externen Informationsdiensten in der Form eines Gateways mit dem lokalen System ermöglicht. Im KHS wird die Integration externer Datenquellen durch die Verwendung spezialisierter Knotentypen gesteuert. Diese Knotentypen definieren den Informationsquellen angepasste Verfahren des Datenzugriffs, der Konversion sowie ein eigenständiges Navigations- und Interaktionsverhalten. Die eigentliche Einbeziehung der Daten erfolgt dann in Form von drei Teilschritten, der Datenkommunikation, der Datenkonvertierung und der Integration der Daten. Beim Integrationsschritt können zwei Verfahren unterschieden werden, die durch anwendungsspezifische Eigenschaften gekennzeichnet sind:

- Die Integration einzelner Datenelemente, die im KHS durch die Integration von WWW erreicht wurde. Eine einzelne WWW-Seite wird dabei durch einen speziellen, typisierten

KHS-Knoten repräsentiert, so daß das KHS als WWW-Klient arbeitet und der Inhalt der WWW-Seite in diesem KHS-Knoten in der Form einer referentiellen Integration repräsentiert wird. In dem KHS-Knoten kann durch Anklicken der Verknüpfungen der WWW-Seite im WWW navigiert werden, ohne daß dadurch ein weiterer KHS-Knoten generiert wird oder betroffen ist. Durch Speicherung einzelner WWW-Adressen in KHS-Knoten kann mit KHS eine Struktur von KHS-Knoten aufgebaut werden, die unterschiedliche WWW-Seiten enthalten.

- Die strukturierte Integration von Datenmengen findet bspw. bei der Nutzung von externen Online-Datenbanken durch das KHS seine Anwendung. Mit einer vordefinierten, einer systemgenerierten oder einer benutzergegebenen Suchfrage führt das KHS die Recherche durch. Der eintreffende Antwortstrom mit den gefundenen Datensätzen wird segmentiert, analysiert und aus den Datensätzen der Recherche (z.B. aus einer bibliographischen Datenbank) werden spezielle Knoten erzeugt. Mit den Knoten werden unterschiedlichen Ordnungsprinzipien gehorchende, polyhierarchische Strukturen aufgebaut und in bereits bestehende Strukturen integriert.

4.2 Integration von KHS-Hypertexten in externe Informationsdienste

Durch die Entwicklung und Verbreitung des World Wide Web ist die Attraktivität von Konzepten der Hypertextforschung (wenn auch im WWW nur in sehr rudimentärer Weise vorhanden) gestiegen und steht einem breiteren Publikum zur Nutzung zur Verfügung. Ein Hypertextsystem, welches eine weltweite Distribution seiner Inhalte erreichen will, muß daher über das WWW erreichbar sein. Aufgrund der bislang eher schlichten Struktur des Kommunikationsprotokolls und der Auszeichnungssprache des WWW sind elaborierte Strukturen und Mehrwerte des KHS nicht oder nur bedingt über das WWW verfügbar. Auf der dem KHS zugrundeliegenden, objektorientierten Datenbank GemStone wurde ein WWW-Server implementiert, mit dem ein externer WWW-Benutzer direkt kommunizieren kann. Knoteninhalte werden konvertiert, wobei KHS-Verknüpfungen in HTML-Anker und KHS-spezifische Textauszeichnungen, z.B. Listenkonstrukte, in HTML-spezifische gewandelt werden. Der Benutzer kann zusätzlich während einer Sitzung in KHS auf Übersichten, Dialoghistorie und kontextsensitive Information zugreifen. Das KHS ist somit auch als WWW-Autorensystem nutzbar.

5. Entwickeln von Anwendungen mit Hilfe des KHS

Als besondere Eigenschaft offener Hypertextsysteme wurde ihre Flexibilität hinsichtlich der Erstellung von Anwendungen hervorgehoben. Der Begriff der Anwendung ist im Zusammenhang mit Hypertext aber nicht unproblematisch. Das Spektrum zwischen frei gestalteten Texten einerseits und rigide strukturierten Texten oder Dokumenten, die dem Autor keinerlei Freiheit mehr lassen, andererseits, muß auch vom Medium Hypertext abgedeckt und partiell neu gestaltet werden. Betrachtet man die Entwicklung fortgeschrittener Hypertextsysteme, so ist ein Trend in Richtung auf eine zunehmende Formalisierung der Hypertextstruktur festzustellen. Im Zusammenhang mit der Entwicklung von anwendungsspezifischen Hypertextsystemen, die auf argumentative Texte zugeschnitten waren (z.B. gIBIS, SEPIA) und zusätzlich motiviert durch das Desorientierungsproblem wurden immer striktere, auf Objekttypen beruhende Konfigurationsregeln in Hypertextsysteme eingeführt. Dabei wird von den konkreten, medialen Objekten abstrahiert und auf inhaltliche Gesetzmäßigkeiten rekurriert. Soll ein Hy-

pertextsystem, wie z.B. das KHS, nicht auf einen Gegenstandsbereich beschränkt bleiben, so muß eine Vielzahl von Objekttypen verfügbar gemacht werden. Eine Anwendung kann dann als eine Menge von Objekttypen verstanden werden, die minimal erforderlich ist, um unter Berücksichtigung der Konfigurationsregeln einen geschlossenen Hypertext zu erstellen. Das schließt nicht aus, daß ein Hypertext mehrere Anwendungen enthalten kann.

Mit der im Projekt vorgegebenen Zielsetzung, die Informationsarbeit eines Wissenschaftlers mit dem KHS zu unterstützen, wurden im Rahmen des Projekts eine Reihe von Anwendungen entwickelt, die den Bereichen computerunterstütztes Gruppenarbeiten, elektronisches Publizieren und Software-Engineering zuzuordnen sind:

- E-mail: Mit KHS können E-mails empfangen und versendet werden. Die verschickten und empfangenen E-mails können nach vom Benutzer vorgegebenen Kriterien automatisch archiviert und geordnet werden. Mit dem KHS werden bspw. die Archive der E-mails des *ht-link* (Listserver der Fachgruppe Hypertext der Gesellschaft für Informatik) und des *iw-link* (Listserver des Hochschulverbands Informationswissenschaft) verwaltet.
- Wissensrepräsentation: Eine Wissensbasis wurde in KHS mithilfe spezieller Knoten und Verknüpfungstypen integriert. Sie erlaubt es, formales Wissen mithilfe von Frames, Regeln und Constraints sowie Aufgaben und Zugriffspfaden zu verwalten. Diese Art der Wissensbasis wird bspw. bei der Filterung und Bearbeitung von News oder dem Einordnen von E-mails benutzt.
- Kalender: KHS erlaubt die personen- oder gruppenbezogene Verwaltung von Terminen.
- Literaturverwaltung: Das KHS erlaubt die Verwaltung von Literaturhinweisen als auch Volltexten.
- Adressverwaltung: Personenbezogene Daten sind bei allen hier genannten Anwendungen unmittelbar involviert. Im KHS existiert eine eigene Adressverwaltung, die mit allen anderen Anwendungen kommuniziert. So wird bspw. beim Empfang einer E-mail automatisch eine Verknüpfung zwischen der E-mail und der Adresseinheit des Senders der E-mail, sofern vorhanden, gezogen.
- Workflow: Ein vorwiegend dokumentorientierter Ansatz erlaubt die Verwaltung und Kontrolle prozessorientierter Betrachtungen von Vorgängen mit KHS.
- Elektronische Zeitschrift: Die zuvor genannten Anwendungen erlauben es, eine kontrollierte Umgebung zu schaffen, welche sowohl die redaktionelle Arbeit als auch die eigentliche Publikation einer elektronischen Zeitschrift unterstützen. Erste Anwendungen und Erfahrungen in dieser Hinsicht wurden mit KHS bei der Organisation der internationalen Konferenz *Hypertext — Information Retrieval — Multimedia '95 (HIM'95)* der Gesellschaft für Informatik und der Erstellung des *Rundbriefs Information Retrieval* (Publikationsorgan der Fachgruppe Information Retrieval der Gesellschaft für Informatik) gewonnen.
- Software-Entwicklung: Das KHS wurde dazu verwendet, den Smalltalk-Code der VisualWorks-Entwicklungsumgebung durch eine KHS-Entwicklungsumgebung zu ersetzen und damit die Mehrwerte des KHS nutzbar zu machen, wie etwa die mächtige Ordnungsstruktur, die Annotierbarkeit, die Vergabe von Indextermen, die Polyhierarchie und die verfügbaren Werkzeuge.

Wie mit der Adressverwaltung angedeutet und beim elektronischen Publizieren offensichtlich, liegt die Stärke komplexer Anwendungen auch häufig darin, daß ein nicht unerheblicher Mehrwert dieser Anwendungen schon durch die Kombination von Fähigkeiten eher generischer Anwendungen gewonnen wird.

6. Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Projektbericht wurde ausgehend von den Kriterien für offene Hypertextsysteme die Architektur des Konstanzer Hypertext Systems anhand eines fünfschichtigen Modells vorgestellt. Dabei wurde detailliert auf die Datenzugangs- und Speicherungsebene, die Hypertext-Objekt-Ebene, die Hypertext-Kontext-Ebene, die Werkzeugebene und die Interaktions- und Präsentationsebene eingegangen. Eine der wichtigsten Eigenschaften der Offenheit in bezug auf andere Informationssysteme wurde anhand der Einbindung von Literaturreferenzen aus Online-Datenbanken, der Integration von WWW-Seiten und der Präsentation von KHS-Inhalten im WWW erörtert. Die Mächtigkeit des KHS zeigt sich insbesondere darin, daß eine Vielzahl von Anwendungen in das KHS integriert werden konnten. Anwendungen werden dabei mit einer Menge von Objekttypen realisiert, die den für eine Anwendung erforderlichen Konfigurationsregeln genügen müssen.

Das KHS soll in weiteren Projekten an der Informationswissenschaft der Universität Konstanz Verwendung finden:

- Einsatz des KHS als Produktionstool für das elektronische Publizieren von Zeitschriften am Beispiel des *Review of Information Science*, einer in Konstanz herausgegebenen, elektronischen Zeitschrift. Mit dem KHS soll dabei sowohl die redaktionelle Arbeit als auch der Publikationsprozeß der Zeitschrift durchgeführt werden.
- Gemeinsam mit der Dornier GmbH am Bodensee ist der Einsatz des KHS als Modellierungstool und als Realisierungsplattform für eine Intranet-Entwicklung geplant.

7. Bilanz

In der Bilanz werden die verschiedenen Aktivitäten, welche sich während des Projekts ergaben, beschrieben. Es folgen die im Rahmen der wissenschaftlichen Qualifikation erstellten Arbeiten an der Informationswissenschaft der Universität Konstanz, die Publikationen von Originalbeiträgen in Zeitschriften oder bei Konferenzen sowie einige Konferenzen, bei denen das KHS vorgestellt und/oder vorgeführt wurde.

7.1 Personal

Die Personalsituation konnte im gesamten Projekt stabil gehalten werden. Dies betrifft sowohl die Projektleitung (in der ersten Phase R. Kuhlen und R. Hammwöhner, in der zweiten Phase ist M. Rittberger hinzugekommen) als auch die aus den Projektmitteln bezahlten Mitarbeiter, R. Aßfalg und V. Zink, die bis zum Schluß des Projekts unter Vertrag standen. Herr Aßfalg und Herr Rittberger haben ihre Dissertationsvorhaben mit Themen aus dem Projekt abgeschlossen, Herr Hammwöhner hat sich mit einer Arbeit zu Hypertextmodellen habilitiert (s. Abschnitt 7.2). Herr Zink steht kurz vor der Abgabe seiner Arbeit. Aus dem Projekt heraus sind Dissertationen zum Workflow-Management (Herr Shafaei), zum elektronischen Publizieren (Herr Zhang) und zum Aufbau eines Intranet (Herr Kirchner) im Entstehen begriffen.

7.2 Monographien

Die Monographien der Herren Aßfalg, Hammwöhner und Rittberger dienen der wissenschaftlichen Qualifikation der Autoren, die Konferenz HIM'95 wurde aus dem Projekt heraus

mitiniziert und von den beiden Herausgebern organisiert und durchgeführt, die beiden Bücher von Herrn Kuhlen sind in wesentlichen Abschnitten durch Erkenntnisse aus dem Projekt geprägt.

R. Aßfalg. Integration eines offenen Hypertext-Systems in den Internet-Mehrwertdienst World Wide Web. Ein Ansatz unter Verwendung eines objektorientierten Datenbanksystems. Doktorarbeit, Universität Konstanz, Informationswissenschaft, 1996. Konstanzer Dissertationen, Band 235. Hartung-Gorre Verlag: Konstanz.

R. Hammwöhner. Offene Hypertextsysteme: Das Konstanzer Hypertext-System im wissenschaftlichen und technischen Kontext. Universität Konstanz, Informationswissenschaft, 1996. Habilitationsschrift.

Hypertext - Information Retrieval - Multimedia. Nummer 20 in Schriften zur Informationswissenschaft. Universitätsverlag Konstanz: Konstanz, 1995. Conference: Konstanz, Germany, 5-7 April 1995.

R. Kuhlen. Hypertext, ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank. Springer: Berlin, 1991.

R. Kuhlen. Informationsmarkt. Chancen und Risiken der Kommerzialisierung von Wissen. Nummer 15 in Schriften zur Informationswissenschaft. Universitätsverlag Konstanz: Konstanz, 1995.

M. Rittberger. Auswahl von Online-Datenbanken. Eine Rechercheschnittstelle für das Online Retrieval integriert in das Konstanzer Hypertext-System. Doktorarbeit, Universität Konstanz, Informationswissenschaft, 1995.

7.3 Zeitschriftenbeiträge

R. Hammwöhner. Kognitive Plausibilität: Vom Netz im (Hyper-)Text zum Netz im Kopf. Nachrichten für Dokumentation, 44(1):23-28, 1993.

R. Hammwöhner und R. Kuhlen. Semantic control of open hypertext systems by typed objects. Journal of information science. Principles and practice, 20(3):175-184, 1994. Amsterdam, NL: Elsevier.

R. Hammwöhner und M. Rittberger. Building application dependent hypertexts. Information Processing & Management, 33(2), 1997. eingereicht zur Veröffentlichung.

7.4 Konferenz- und Sammelbandbeiträge

S. Arens und R. Hammwöhner. Ein graphischer Browser für das Konstanzer Hypertext System. In M. Rittberger R. Kuhlen (Hrsg.), Hypertext - Information Retrieval - Multimedia, Proceedings HIM'95, Nummer 20 in Schriften zur Informationswissenschaft, S. 175-189. Universitätsverlag Konstanz: Konstanz, 1995.

R. Aßfalg, R. Hammwöhner und M. Rittberger. The hypertext internet connection: E-mail, online search, gopher. In D.I. Raitt und B. Jeapes (Hrsg.), Online Information 93. 17th International Online Information Meeting, London, S. 453-464. Learned Information: London, 1993.

R. Abfalg. Aspekte der Integration von Internetdiensten. In J. Herget (Hrsg.), Neue Dimensionen in der Informationsverarbeitung. Proceedings des 1. Konstanzer Informationswissenschaftlichen Kolloquiums (KIK'93). Konstanz, 29.-30. Oktober 1993, Nummer 13 in Schriften zur Informationswissenschaft, S. 68-80. Universitätsverlag Konstanz: Konstanz, 1993.

R. Abfalg und R. Hammwöhner. Eine Navigationshilfe nach dem fish-eye-Prinzip für das Konstanzer Hypertext System (KHS). In H.H. Zimmermann et al. (ed.): Mensch und Maschine - Informationelle Schnittstellen der Kommunikation. Proceedings des 3. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI '92), S. 287-304. Universitätsverlag Konstanz: Konstanz, 1992.

R. Abfalg und R. Hammwöhner. Das Konstanzer Hypertext System als Teil des World Wide Web. In P. Schieber (Hrsg.), Informationsmanagement in der Informationsgesellschaft. Proceedings des 2. Konstanzer Informationswissenschaftlichen Kolloquiums (KIK '95), S. 184-195. Universitätsverlag Konstanz, 1995.

R. Abfalg und R. Hammwöhner. Das Konstanzer Hypertext System (KHS) und das World Wide Web (WWW) - Mehrwert durch Integration. S. 171-192. Bibliotheks- und Informationssystem der Universität Oldenburg, 1. Auflage, 1995.

R. Abfalg und V. Zink. Wissensbasierte Dialogplanung für WWW am Beispiel des Konstanzer Hypertext-Systems (KHS). In W. Rauch, F. Strohmeier, H. Hiller und C. Schlögl (Hrsg.), Mehrwert von Information - Professionalisierung der Informationsarbeit. Proceedings des 4. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI '94), Band 16 von Schriften zur Informationswissenschaft, S. 429-438. Universitätsverlag Konstanz: Konstanz, 1994.

B. Bekavac. Das Konstanzer Hypertext System (KHS) als WWW-Client. In P. Schieber (Hrsg.), Informationsmanagement in der Informationsgesellschaft. Proceedings des 2. Konstanzer Informationswissenschaftlichen Kolloquiums (KIK '95), S. 196-209. Universitätsverlag Konstanz, 1995.

R. Hammwöhner, M. Rittberger und V. Zink. Inhalts- und strukturspezifische Such- und Navigationsinstrumente im Konstanzer Hypertext System (KHS). In J. Herget (Hrsg.), Neue Dimensionen in der Informationsverarbeitung. Proceedings des 1. Konstanzer Informationswissenschaftlichen Kolloquiums (KIK'93). Konstanz 29.-30. Oktober 1993, S. 96-110. Universitätsverlag Konstanz, 1993.

R. Hammwöhner und M. Rittberger. KHS - ein offenes Hypertext-System. In G. Knorz, J. Krause und C. Womser-Hacker (Hrsg.), Information Retrieval '93. Von der Modellierung zur Anwendung. Proceedings der Tagung Information Retrieval '93, S. 208 - 222. Universitätsverlag Konstanz, 1993.

R. Kuhlen. Aktivierung von Online-Informationsbanken aus Hypertextbasen. In S. Sorg (Hrsg.), Online '91. 14. Europäische Congressmesse für Technische Kommunikation. Congress IV. Bürokommunikation: Konzepte und Strategien zur Unterstützung der Büroarbeit, S. IV.01.01-IV.01.14, 1991.

R. Kuhlen. Hypertext, ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank. Springer: Berlin, 1991.

R. Kuhlen. Annäherung an Informationsutopien über offene Hypertextsysteme. In R. Wille und M. Zickwolff (Hrsg.), Begriffliche Wissensverarbeitung: Grundfragen und Aufgaben, S. 191-224. Wissenschaftsverlag: Mannheim, 1994.

R. Kuhlen. Elektronische nicht-lineare Dossiers in offenen Hypertextsystemen. In W. Rauch, F. Strohmeier, H. Hiller und C. Schlögl (Hrsg.), Proceedings des 4. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI '94), Schriften zur Informationswissenschaft, S. 303–310. Universitätsverlag Konstanz: Konstanz, 1994.

M. Rittberger, R. Hammwöhner, R. Abfalg und R. Kuhlen. A homogenous interaction platform for navigation and search in and from open hypertext systems. In RIAO 94 Conference Proceedings. Intelligent multimedia information retrieval systems and management, S. 649–663, New York, 1994. Rockefeller University.

M. Rittberger. Online Retrieval und Hypertext: Auf dem Weg zu verknüpften Datenbanken und offenen Hypertextsystemen. In H. Best, B. Endres-Niggemeyer, M. Herfurth und H.P. Ohly (Hrsg.), Informations- und Wissensverarbeitung in den Sozialwissenschaften. Beiträge zur Umsetzung neuer Informationstechnologien, S. 321–340. Westdeutscher Verlag: Opladen, 1994.

M. Rittberger. Selektion von Online-Datenbanken in einem offenen Hypertextsystem. In W. Rauch, F. Strohmeier, H. Hiller und C. Schlögl (Hrsg.), Mehrwert von Information - Professionalisierung der Informationsarbeit. Proceedings des 4. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI '94), Band 16 von Schriften zur Informationswissenschaft, S. 227–237. Universitätsverlag Konstanz: Konstanz, 1994.

M. Rittberger. Support of online database selection in KHS. In M.E. Williams (Hrsg.), National Online Meeting'94, New York 10 -12 May, S. 379–387, 1994.

M. Rittberger. KHS progress report. In S. Demeyer und U.K. Wiil (Hrsg.), UCI-ICS Technical Report 96-10, S. 87–92. Department of Information and Computer Science, University of California, Irvine, CA 92717-3425, 1996. Proceedings of the 2nd Workshop on Open Hypermedia Systems Hypertext '96, Washington D.C. March 16-17.

K. Tochtermann und V. Zink. Knowledge Representation and Hypermedia. In R. Rada und K. Tochtermann (Hrsg.), ExpertMedia: Expert Systems And Hypermedia, Kapitel 3. World Scientific Publishing: Singapore, 1995.

7.5 Berichte

R. Abfalg, R. Hammwöhner, R. Kuhlen, M. Rittberger und V. Zink. The WITH-Project: Progress Report and Outlook. Bericht 48-94 (WITH-8/94), 1994.

R. Hammwöhner. Das Modell des Konstanzer Hypertext Systems. Bericht WITH-12/95, Universität Konstanz, Informationswissenschaft, 1995.

R. Kuhlen und R. Hammwöhner. Flexible Konversion von Fachtexten in nicht-lineare Strukturen. Bericht 3/91, Universität Konstanz, Informationswissenschaft, 1991.

M. Rittberger. Information resources in an open hypertext environment. 1996. Position Paper at the Dagstuhl Workshop on Networked Information Systems Discovery, Retrieval, Dissemination. Schloss Dagstuhl, February 26- March 1, 1996, organized by N. Fuhr and H. Schweppe.

Volker Zink. Die Wissensbasis im Konstanzer Hypertextsystem (KHS). Bericht 77-95, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1995.

7.6 Diplomarbeiten

S. Arens. Entwicklung eines graphischen Browsers zur Navigation: Ergänzung des Konstanzer Hypertext-Systems (KHS) unter Beachtung dessen Kontextparadigmas. Diplomarbeit, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1994.

R. Abfal. Realisierung einer Übersichtskomponente nach dem "fish-eye"-Prinzip. Diplomarbeit, Universität Konstanz, Informationswissenschaft, 1992.

V. Auer. Graphisch unterstützte Definition prototypischer Hypertext-Strukturen. Diplomarbeit, Universität Konstanz - Informationswissenschaft, 1994.

M. Behrens. Navigation in Hypertext. Diplomarbeit, Universität Konstanz, Informationswissenschaft, 1992.

B. Bekavac. Entwicklung und Implementierung einer WWW-Client-Software für das Konstanzer Hypertext System (KHS). Diplomarbeit, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1995.

M. Hess. Boole'sches- und Passagen-Retrieval in einer Hypertextumgebung ("ToolBook"). Diplomarbeit, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1992.

K. Hug. Vergleich der Wissensverwaltungssoftware SFK mit anderen Frame-Systemen. Diplomarbeit, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1992.

H. Mühle. Textmodellierung mit der "Rhetorical Structure Theory" als Grundlage für die automatische Ableitung typisierter Hypertext-Verknüpfungen. Diplomarbeit, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1991.

T. Osten. Design und Implementation eines prototypischen Frame-Basis-Editors. Diplomarbeit, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1992.

E. Reinecke. Entwurf graphischer Schnittstellen zur Bearbeitung argumentativer Hypertext-Strukturen. Diplomarbeit, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1994.

A. Rieser. Automatische Konversion von Text in Hypertext durch Ausnutzung formaler Texteneigenschaften. Diplomarbeit, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1991.

M. Schulte-Austum. Aspekte kooperativen Arbeitens mit dem Konstanzer Hypertextsystem (KHS). Diplomarbeit, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1993.

M. Shafaei. Workflow und Hypertext - Ein experimenteller Ansatz unter Verwendung des Konstanzer Hypertextsystems (KHS). Diplomarbeit, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1996.

P. Spribille. E-mail als elektronische Post und wissenschaftliche Kommunikation. Vergleich von SunOS-E-mail-Tool und KHS-E-mail-Tool hinsichtlich der Integration informationeller Mehrwerte. Diplomarbeit, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1995.

D. Springer. Online-Datenbankselektion - Bestandsaufnahme und Perspektiven. Darstellung von Selektionstools und Evaluation eines im Konstanzer-Hypertext-System (KHS) implementierten Prototyps zur Unterstützung der Datenbankselektion. Diplomarbeit, Universität Konstanz, Informationswissenschaft, 1994.

P. Sütthö. Design eines tutoriellen Hilfehypertextes für das objektorientierte Hypertextsystem KHS (Konstanzer Hypertextsystem). Diplomarbeit, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1993.

Y. Tan. Frageverknüpfungen ("query links") als Integration eines Hypertextsystems mit einem Information-Retrieval-System. Diplomarbeit, Universität Konstanz, Informationswissenschaft, 1990.

S. Unterriker. Ansätze zur Auflösung von referentiellen Bezügen im Text auf der Basis von konzeptuellen und lexikalischen Spezifikationslücken. Diplomarbeit, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1991.

Z. Zhang. Experimentelle Realisierung und Evaluation des Aufbaus eines komplexen Hypertextes mit dem Konstanzer Hypertextsystem (KHS). Diplomarbeit, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1995.

7.7 Systemdemonstrationen und Vorstellung des KHS auf Konferenzen

ECHT'92 Fourth ACM Conference on Hypertext, Mailand, Italien, 12/92

ISI'92 3. Internationales Symposium für Informationswissenschaft, Saarbrücken 11/92

IR'93 Information Retrieval'93, Regensburg 9/93

KIK'93 Konstanzer Informationswissenschaftliches Kolloquium, Konstanz 10/93

OLIM'93 17th International Online Information Meeting, London, 12/93

NOM'94 National Online Meeting, New York, 5/94

RIAO'94 Intelligent multimedia information retrieval systems and management, NY, 10/94

ISI'94 4. Internationales Symposium für Informationswissenschaft, Graz 11/94

KIK'95 2. Konstanzer Informationswissenschaftliches Kolloquium, Konstanz 10/95

HIM'95 Hypertext - Information Retrieval - Multimedia, Konstanz, 4/95

HT'96, The 7th ACM Conference on Hypertext, Washington D.C., 3/96