

Prof. Dr. Rainer Kuhlen

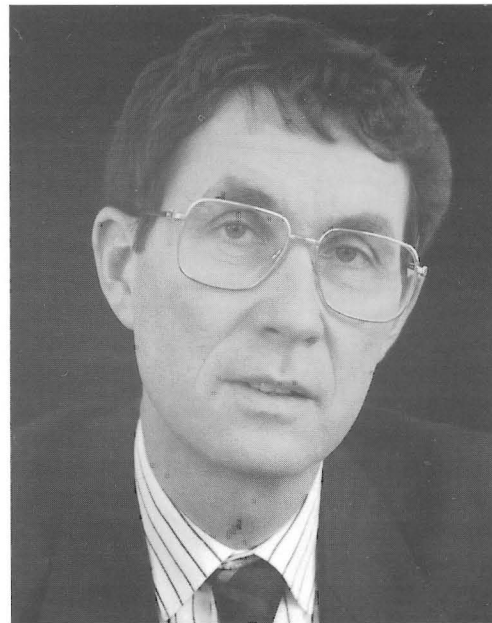
Fachgruppe Informationswissenschaft der Universität Konstanz

Neue Möglichkeiten integrierter Informationsverarbeitung in der Medizin auf der Grundlage offener Hypertextsysteme

1. Zum innovativen Charakter der Informationsverarbeitung im Medizinbereich

Zu den Beförderern der Informationstechnik und -methodik gehört seit Beginn des Computerzeitalters das Gebiet der Medizin. Bei sämtlichen Typen bislang entwickelter Informationssysteme ist das medizinische Fachgebiet sehr früh repräsentiert: das galt für die Online-Informationbanken des Informationsmarktes zum Nachweis medizinischer Fachliteratur, für interne Datenbanken als Teil umfassender Krankenhausinformationssysteme, die bislang allerdings eher das Management in Krankenhäusern als das klinische Personal unterstützen [Etz92], und das traf auch bei den wissensbasierten Systemen in der Form von Expertensystemen zu. Offensichtlich kommen in der Medizin auf glückliche Weise intensiver Informationsbedarf, innovatives Verhalten der Beteiligten und gute Möglichkeiten der finanziellen Absicherung aufwendiger Informationssystementwicklung zusammen

Wir wollen in diesem Beitrag sehen, welche neuen informationellen Mehrwerte ([Kuh90b]; [Kuh91d]) die zur Zeit aktuellen Hypertext-Methodologien für die Medizin in Forschung und Anwendung erbringen können. Dazu wollen wir zunächst einen kurzen Überblick über einige Möglichkeiten informationeller Absicherung im Medizinbereich allgemein geben und beschränken uns dabei auf Hinweise zu den Online-Informationbanken, zur Informationsma-



Prof. Dr. Rainer Kuhlen

nagement-Unterstützung über interne Datenbanken in Krankenhaus-Informationssystemen und zu den medizinischen Expertensystemen.

Wir gehen dabei von der Annahme aus, daß auch in Zukunft verschiedene Typen an Informationssystemen bestehen bleiben werden, also nicht in substituierender Konkurrenzbeziehung zueinander stehen. So werden wir wohl auch in Zukunft große bibliographische Online-Informationbanken brauchen, und es werden auch weiterhin für genau definierte Anwendungsfel-

der Expertensysteme aufgebaut und verwendet werden, ohne daß wir anzunehmen brauchen, daß die gesamte medizinische Entscheidungssituation, Diagnose und Therapie, sich auf wissensbasierte Verfahren abstützen wird. Allerdings können wir auch nicht erwarten, daß die Situation der Informationssysteme stabil bleiben wird. Zum einen werden immer wieder neue Typen an Informationssystemen entstehen. Das ist zur Zeit durch die Entwicklung von Hypertext- bzw. Hypermedia-Systemen der Fall, und am Horizont deuten sich schon neue Systeme der »virtual reality« an [Rhe92]. Zum andern werden sich die bestehenden Systeme durch Übernahme von Methoden aus anderen Systemtypen weiterentwickeln.

So werden z.B. auf manchen Fachgebieten die Unterschiede zwischen Online-Systemen und Datenbankmanagement-Systemen fließend, d.h. auch Online-Informationsbanken (vor allem auf dem Gebiet des Faktenretrieval) verwenden Methoden des klassischen Datenbankmanagements. Auch erweitert sich das Gebiet des Information Retrieval, in dem bislang eher statistische oder Sprachoberflächen-orientierte Verfahren zum Einsatz kamen, durch Methoden der Künstlichen Intelligenz in Richtung eines intelligenten Retrieval (vgl. [Rei92]; [Kra92]; [Cro87]). Und ebenfalls zeichnet sich schon jetzt ab, daß bestehende Information-Retrieval-Systeme Hypertext-Verfahren aufnehmen, z.B. über die Idee des explorativen Retrieval [Bat86] oder über die gateway-ähnliche Integration von bibliographischen und Volltextsystemen ([Coo89]; [Kuh91b]; [Kuh91a]). Aber auch umgekehrt kann man verstärkt ausmachen, daß in das Gebiet von Hypertext klassische Information-Retrieval-Methoden Einlaß finden ([Fuh92]; [Kuh91b]; [Kuh92]), z.B. zur automatischen Klassifikation von Hypertexteinheiten bzw. zur automatischen Erstellung von Verknüpfungen (vgl. z.B. [FC89] für eine entsprechende Anwendung im Medizinbereich).

Abschnitt 2 gibt eine knappe Übersicht über die bestehenden Informationssystemtypen (On-

line-Informationsbanken, interne Datenbanken, Expertensysteme) in der medizinischen Anwendung. Abschnitt 3 faßt ebenfalls sehr allgemein einige Einschätzungen des Informationsbedarfs und des Informationsverhaltens von Medizinern zusammen. Auf dieser Grundlage kann dann in Abschnitt 4 eine Darstellung der Potentiale von gegenwärtigen Hypertextsystemen auch für den Medizinbereich erfolgen. Und zum Schluß versuchen wir noch eine Abschätzung der möglichen Konsequenzen und Entwicklungen.

Hypertext – so lautet unsere Ausgangsthese (vgl. [Kuh91b]; [Kuh91c]) – ist im Vergleich zu anderen Informationssystemtypen für verschiedenste Anwendungsbereiche der Fachkommunikation zur Zeit besonders attraktiv. Und zwar deshalb, weil zum einen das freie Navigationsverhalten in Hypertext-Basen die Endnutzer von den Zwängen exakter Frageformulierungen im Online-Retrieval, allgemein: im Datenbankbereich befreit. Und weil es zum andern zur Zeit kaum möglich (oder auch wohl noch nicht akzeptabel) ist, das Wissen größerer Fachdomänen unter Verwendung von Wissensrepräsentationssprachen in große Wissensbasen intelligenter Systeme einzuspeisen.

Hypertext erscheint uns damit als eine realistische und attraktive Alternative zu den umfassenden, aber doch eher endnutzerunfreundlichen Online- bzw. Datenbank-Systemen einerseits und zu den noch stark im Umfang limitierten und vielleicht unerwünscht intelligenten Expertensystemen andererseits [Kuh91b]. Hypertext läßt die Möglichkeit des Herumwanderns in den eigenen Wissensfragmenten in Form von Text und Graphik zu und zwingt nicht, sich auf abstrakte Wissensstrukturen verlassen zu müssen. Hypertext beläßt das Verstehen, Interpretieren und Verifizieren den Nutzern selber.

2. Hypertext-unabhängige Anwendungen von Informationssystemen in der Medizin

Kurzer Exkurs zu den Online-Informationssystemen

Viele der technischen und methodischen Innovationen des Online-Gebietes sind von der National Library of Medicine ausgegangen, die mit MEDLINE als Online-Version des medizinischen Referateorgans MEDLARS schon in den sechziger Jahren erste Experimente durchführte und dann routinemäßige Angebote für den elektronischen Literaturnachweis bereitstellte. Heute enthält MEDLINE über 6 Millionen biomedizinische Artikel bzw. deren bibliographische Nachweise. Im MEDLARS-System wurde auch eines der komfortabelsten kontrollierten Vokabularien in Form der Medical Subject Headings (der sogenannte MeSH-Thesaurus) entwickelt ([NLoM86]). Heutige Retrievalsprachen sind weitgehend im Kontext medizinischer Systeme entstanden. Und auch heute wieder versucht NLM mit der Berücksichtigung von Framesprachen den bestehenden Thesaurus durch wissensbasierte Komponenten zu erweitern ([HM87]). Durchweg Pionierleistungen der Informationssystementwicklung im Medizinbereich.

Neben MEDLINE ([HMR90]) gibt es noch als universale, medizinische Online-Datenbank EMBASE als Online-Version der Excerpta Medica sowie viele weitere Datenbanken aus angrenzenden Bereichen, z.B. BIOSIS, Toxline, auch der Science Citation Index, die im Prinzip einen flächendeckenden Literaturnachweis auf dem Gebiet der Medizin ermöglichen. (Für einen umfassenden Nachweis von Online-Datenbanken – und damit auch auf dem Gebiet der Medizin – vgl. [Mar92]; [Ass91].) Aus Ergebnissen empirischer Untersuchungen ([HMS86]; [FD84]) ist abzuleiten, daß auch bei Ärzten Interesse besteht, Online-Recherchen selber durchzuführen und sie nicht an professionelle Informationsvermittler zu delegieren. Aller-

dings – und auch dazu gibt es Ergebnisse mindestens ebensovieler empirischer Studien – sind nach wie vor die Einstiegsbarrieren für sogenannte Endnutzerrecherchen zu hoch, auch für technisch geschulte Mediziner (vgl. [WB89]).

Zu diesen Barrieren gehören: mangelnde Verfügbarkeit von PCs mit elektronischem Kommunikationsanschluß direkt am Arbeitsplatz; Unkenntnis über einschlägige Datenbasen und Datenbankanbieter (Hosts); technische Barrieren bei der Kommunikation; hoher Einarbeitungs- und permanenter Pflegeaufwand beim Erlernen und Behalten von Retrievalsprachen, von Suchstrategien und beim Beherrschen von kontrollierten Vokabularien. Kostengründe werden relativ selten als Barrieren angeführt.

Hauptprobleme sind also mangelnde Transparenz des internationalen Informationsmarktes der Online- und CD-ROM-Produkte einerseits und methodische Defizite bezüglich der Endnutzerfreundlichkeit bisheriger Online-Systeme andererseits. Zu den methodischen Defiziten gehören – neben den erwähnten Problemen bei formal definierten kommandoorientierten Retrievalsprachen, die nur langsam, vor allem bei CD-ROM-Produkten, durch menügesteuerte Abfragemöglichkeiten ergänzt werden – auch Probleme beim Volltextnachweis (vgl. [Hut89]), die bislang fehlende Einbindung graphischer Information oder der mangelnde Zuschnitt auf die individuellen Bedürfnisse. Natürlich entwickelt sich auch das klassische Information Retrieval in methodischer Hinsicht weiter (vgl. [Kra92]; [Fuh92]), so daß auch hier qualitative Verbesserungen in der Praxis allmählich zu erwarten sind. Dies gilt vor allem – wie erwähnt – für die Hinzunahme intelligenter Verfahren und das Einbringen des Verknüpfungsparadigmas von Hypertext in das Gebiet des Retrieval.

Exkurs zu internen Datenbanken

Für die krankenhausinterne Informationsabsicherung sind ebenfalls schon seit den sechziger Jahren Krankenhaus-Informationssysteme entwickelt worden, deren Hauptfunktion darin be-

steht, das gesamte Personal einer Klinik mit den Informationen (Daten) zu versorgen, die zur Behandlung und Betreuung der Patienten nötig sind. Falls sämtliche patientenbezogene Daten computergespeichert und über ein einheitliches, organisationsweites Datenmodell verfügbar wären, könnte die klinische Entscheidungsfindung und Diagnostik, aber auch die Therapie, durch genaue inhaltliche und zeitliche Planung verbessert werden (vgl. [Ele92]; [ES86]; [MT88]; [Sel88]). Zusammenfassend könnten die Vorteile für solche Systeme wie folgt formuliert werden ([Ele92], 29):

a) Unterstützung beim Auffinden und der Organisation von Patientendaten: einfacherer und schnellerer Zugriff; Verbesserung der krankenhausesweiten Verfügbarkeit der Daten; Reduktion von Schreibarbeiten, informationeller Mehrwert durch Flexibilisierung, da die Daten entsprechend dem jeweiligen klinischen Kontext in beliebiger Präsentationsform organisiert werden können;

b) Unterstützung der Entscheidungsfindung: Effektivität und Genauigkeit der ärztlichen Entscheidungen können aufgrund der Durchführung von Berechnungen und der Identifikation kritischer Situationen (z.B. Warnroutinen beim Zusammentreffen bestimmter medizinischer Fakten) verbessert werden;

c) Unterstützung von Verwaltungs- und Forschungsaufgaben durch Generierung statistischer Angaben.

Exkurs zu medizinischen Expertensystemen

Expertensysteme beruhen auf der Annahme, daß es möglich ist, Wissen, das zur Lösung schwieriger Probleme benötigt wird, so zu erheben und formal über sogenannte Wissensrepräsentationssprachen darzustellen, daß es von Rechnern verarbeitet werden kann. Und zwar nicht nur auf die einfache Weise des Wiederfindens (wie bei Online-Information-Retrieval-Sy-

stemem) oder der Berechnung vorliegender numerischer Daten (in Datenbank- oder Tabellenkalkulationssystemen), sondern durch die Anwendung von Inferenztechniken, so daß auch mit unvollständigem oder vagem Wissen gearbeitet werden kann.

Expertensysteme werden vor allem in überschaubaren, aber doch recht komplexen Wissensgebieten eingesetzt, bei denen die vielen Interdependenzen der einzelnen Faktoren von Menschen nur noch sehr unzulänglich durchschaut werden können. Der anfänglich erhobene Anspruch – Experten durch intelligente Systeme ersetzen zu können – hat sich heute in mehrfacher Hinsicht reduziert:

Weder wird man davon ausgehen können, daß in absehbarer Zeit Experten faktisch ersetzt werden können, eher arbeiten Expertensysteme Experten zu, noch ist man sich heute sicher, ob das Wissen, das Experten auszeichnet, überhaupt erfaßt (mit empirischen Methoden erhoben), geschweige denn in den bislang in der Künstlichen Intelligenz entwickelten Wissensrepräsentationsformaten wirklich dargestellt werden kann.

Zu diesen qualitativen Problemen kommen die bislang nicht beherrschten Umfangsprobleme. Solange Verfahren der automatischen Wissensakquisition bzw. des automatischen Lernens nicht ausreichend genug entwickelt sind, werden Expertensysteme auf eng begrenzte Fachgebiete beschränkt bleiben – dort nützlich genug, aber doch eben von begrenztem Wert.

Und nicht zuletzt ist die gesamte Problematik des Bedarfs und der Akzeptanz von maschinellen intelligenten Systemen in sozial sensiblen Bereichen – Medizin, Recht, Verwaltung, Politik – noch längst nicht abgeklärt ([Kuh90a]). Sowohl von seiten der Betreiber (vereinfacht: der Ärzte) als auch von seiten der Betroffenen (vereinfacht: der Patienten) wird es gleichermaßen als schwierig oder nichtakzeptabel angesehen, wenn Entscheidungen mit erheblicher persönlicher Reichweite an Rechner delegiert werden, ohne daß noch nachvollzogen werden kann, was die Basis der Entscheidung war. Verbesserungen

von Erklärungskomponenten können hier helfen, beseitigen aber nicht das grundsätzliche Problem der (partiellen) Substitution menschlicher Entscheidungen in den angesprochenen sensiblen Bereichen.

Die meisten Expertensysteme repräsentieren das Wissen in sogenannten Produktionsregeln. Diese sind nichts anderes als Handlungsanweisungen (Aktionen), die mit einer Vorbedingung versehen sind. Vereinfacht spricht man von Wenn-dann-Regeln. Produktionsregeln sind nicht mit logischen Implikationen zu verwechseln, denen im Rahmen eines logischen Kalküls Wahrheitswert zukommt, sondern ändern als Teile eines Produktionssystems (Regeln, Faktenbasis, Interpretationen) z.B. die Faktenbasis in einem Expertensystem, indem dem Aktionsteil der Regeln je nach Vorbedingung neue Werte zugeschrieben werden.

Dieses macht dann auch die Attraktivität von Expertensystemen für medizinische Anwendungen aus ([Sch90]). Vor allem für die Zwecke der diagnostischen Problemlösung ([Pup87]) können offenbar die einschlägigen Wissensbereiche relativ gut auf das Format der Produktionsregeln abgebildet werden ([RSM87]). Der Klassiker aller Expertensysteme, MYCIN, stammt entsprechend aus der Medizin, genauer aus dem Bereich der Diagnose und Therapie von bakteriellen Infektionen des Blutes (vgl. [Sho76]). [Sho87] unterscheidet Expertensysteme im Medizinbereich nach drei wesentlichen Aufgaben:

- a) diagnostische Systeme mit Differentialdiagnose und zusätzlichen Informationen zur Eingrenzung der ätiologischen Möglichkeiten
- b) Systeme zur Erklärung von Symptomen von Patienten
- c) therapieunterstützende Systeme.

Abb. 1. Medizinische Expertensysteme (Quelle: [Ele92], modifiziert und erweitert nach [Pup87])

System	Bereich	Ort	Zeit ca.	In Betr.
INTERNIST-I. Nachfolgesystem: QMR (Quick Medical Reference) (vgl. Müller 1982; Müller 1986b)	Diagnostik Innere Medizin	Pittsburgh	1974	
MYCIN (vgl. Shortliffe 1976)	Diagnose und Therapie von bakteriellen Infektionen des Blutes	Stanford	1976	
PIP (Present Illness Program) (vgl. Pauker 1976)	Diagnostik von Nieren-Erkrankungen	MIT	1976	
CASNET (vgl. Weiss 1978)	Glaukomdiagnostik und Therapie	Rutgers	1976	
MIDX (vgl. Chandrasekaran 1983)	Leber-Erkrankungen (Cholestase)	Columbus Ohio	1979	
PUFF (vgl. Aikins 1983)	Interpretation von Lungenfunktionstests	Stanford	1981	X
ONCOGIN (vgl. Hickam 1985)	Empfehlungen zur Chemotherapie von Malignomen	Stanford	1981	X
MEDI (vgl. Puppe 1987, 40 f.)	Brustschmerzdiagnostik	Kaiserslautern	1981	
ABEL (Program for Acid-Base and Electrolyte Disturbances) (vgl. Schill 1990, 83 ff.)	Störungen im Säure/Base- und Elektrolythaushalt	MIT	1981	
TIA (Transient Ischemic Attacks) (vgl. Reggia 1984)	Therapieempfehlungen bei vorübergehenden arteriellen Durchblutungsstörungen	Baltimore	1983	
ROUNDSMAN (vgl. Rennels 1987)	Therapieplanung von Brustkrebs, basierend auf Ergebnissen aus der Fachliteratur	Stanford	1986	
LONC (vgl. Long 1986)	Vorhersage von Therapieeffekten bei Herzinsuffizienz	MIT	1986	
DXplain (vgl. Barnett 1987)	Vorschlag differentialdiagnostischer Hypothesen in der Allgemeinmedizin	Harvard		X
HELP (vgl. Pryor 1983)	Generierung patientenspezifischer Ratschläge auf der Grundlage im KIS gespeicherter Daten	Salt Lake City, Utah		X
ATTENDING (vgl. Müller 1986a)	Überprüfung der Anästhesiebehandlung	Yale		X

Es ist heute kaum mehr möglich, einen vollständigen Überblick über alle Expertensystemanwendungen, auch nur in der Medizin, zu bekommen. Einen Cuadra ([Mar92]) der Expertensysteme gibt es nicht. Die folgende Zusammenstellung, modifiziert von [Ele92] nach [Pup87], gibt jedoch einen guten Eindruck von der Vielfalt, aber auch der Domänenbeschränkung der bislang entwickelten Expertensysteme.

3. Einige Anmerkungen zum Informationsbedarf und Informationsverhalten

Informationssysteme sind kein Selbstzweck, sondern sollen Menschen in Situationen helfen, die informationell nicht ausreichend abgesichert sind. Nicht immer handelt es sich dabei um den Fall der Unterinformation, eher liegt häufig nicht aufbereitete, nicht nutzergerechte, eben nicht an die Situation angepaßte Information vor, nicht selten genug auch einfach zu viel Information. In einem engeren informationswissenschaftlichen Verständnis sollte man in diesen Fällen nicht von Information sprechen (vgl. [Kuh89]), denn Information wird dort verstanden als die Teilmenge von potentiell relevantem Wissen, die von einem individuellen Nutzer in einer speziellen Situation gerade tatsächlich benötigt und – wenn bereitgestellt – dann auch verwendet wird. Information zeichnet sich also durch ihren pragmatischen Charakter aus. Alles, was Informationssysteme in den bislang geschilderten Ausprägungen bereitstellen, sind häufig genug lediglich Daten oder Wissensfragmente, die nicht auf die aktuelle Situation zugeschnitten sind, also nicht den Namen Informationen verdienen¹.

In der Medizin, wie auch bei jedem Fachgebiet mit heterogenen Benutzern, ist es extrem

schwierig, Informationssysteme in ihren Leistungen auf spezielle Informationsbedürfnisse hin auszurichten bzw. dem tatsächlichen Informationsverhalten zu entsprechen. Daher sind Informationssysteme häufig genug im Design und in der Leistung Kompromisse, die jeden einzelnen dann partiell enttäuschen werden. Zwar liegen seit den fünfziger Jahren einige empirische Studien vor, die die ärztliche Informationssituation beleuchten (vgl. [Ele92], 17ff), jedoch sind sie in bezug auf Untersuchungspopulation, empirische Basis, Datenerhebungstechnik und Zielsetzung so heterogen, daß kaum verallgemeinerbare Ergebnisse abzulesen sind. Wie sollte es auch anders sein? Informationsbedarf und Informationsverhalten müssen immer wieder neu erhoben werden.

Klar zeichnet sich jedoch ab, daß die massivsten Informationsprobleme den großen Bereichen Diagnose und Therapie, also der direkten Patientenbehandlung, zuzuordnen sind. Das ist gleichermaßen richtig für den ambulanten und den klinischen Bereich. Richtig ist auch, daß die Leistung eines Informationssystems dann akzeptiert wird, wenn es unmittelbar in die Arbeitsumgebung integriert ist, also keine langen Wege erforderlich sind. Zu der Arbeitsumgebung gehört auch die Einbindung in die sonstige informationstechnische Ausstattung: Textverarbeitung, Graphik und Statistik, Tabellenkalkulation, interne Datenbanken, externe Informationsbanken des Informationsmarktes, e-mail, ... Ein isolierter Kommunikationsanschluß für Recherchen in Online-Informationsbanken wird z.B. dann kaum akzeptiert werden, wenn die Ergebnisse nicht direkt in die lokale Arbeitsumgebung auf komfortable Weise integriert werden können.

Die typische Situation eines medizinischen »knowledge worker« ist also dadurch gekennzeichnet, daß er laufend mit »Informationen« aus heterogenen Quellen überschüttet wird und sein Hauptproblem deshalb darin besteht, die vielen wichtigen Detailinformationen zum einen überhaupt zu speichern und zu behalten, und zum andern auf geeignete Weise in die bestehenden Wissensbestände einzuordnen. Gesucht

¹ Trotzdem werden wir natürlich nicht den herrschenden Sprachgebrauch verändern können und daher weiterhin auch z.B. bei Online-Systemen, die oft genug nur »Information« von der Stange liefern, von »Informationssystemen« sprechen.

wird also ein Informationssystem, das heterogenen Ressourcen Rechnung tragen kann und eine flexible, an die individuelle Situation angepaßte Einbindung in bestehende Wissensnetze erlaubt. Und weiterhin scheint es nach den Erfahrungen mit Akzeptanzproblemen mit wissensbasierten Systemen ([Kuh90a]) wichtig zu sein, daß, wie schon angedeutet, die eigentliche Interpretations- und Inferenzleistung weitgehend beim Menschen selber bleibt. D.h. es sind Informationssysteme erwünscht, die gestatten, auf flexible Weise in Wissensbeständen zu navigieren, nicht unbedingt solche, die schon fertige Problemlösungen anbieten. Das wird uns zum Konzept der offenen Hypertextsysteme führen.

4. Potentiale von Hypertext mit informationellem Mehrwerteffekt

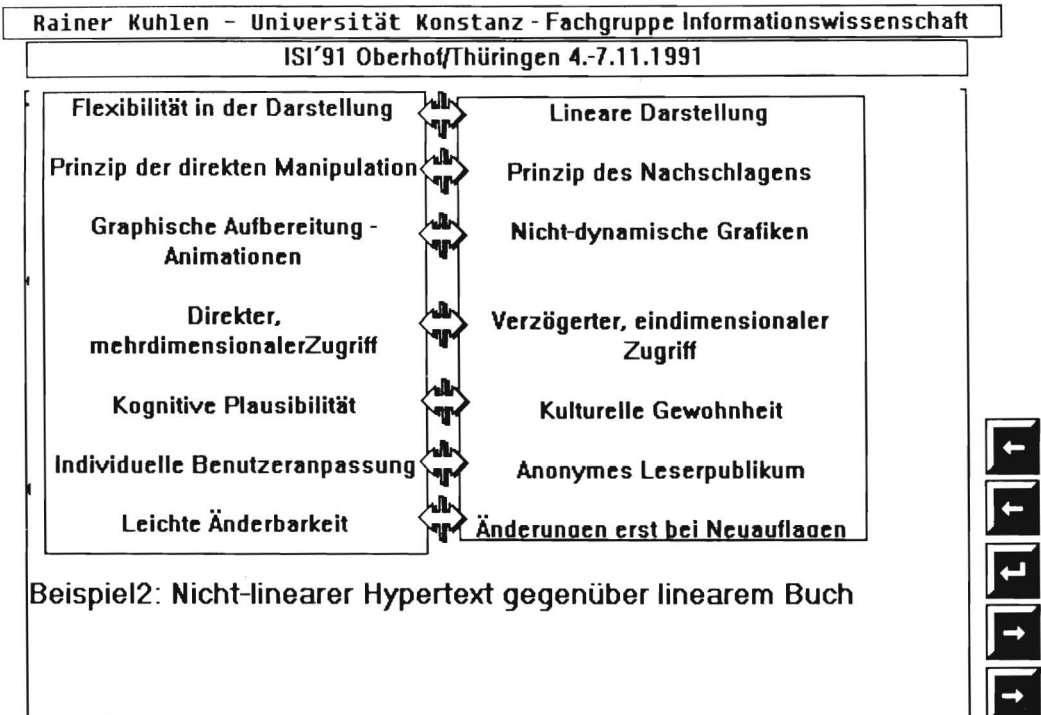
Neue Informationssysteme werden von ihren Nutzern nur dann dauerhaft akzeptiert, wenn sie

gegenüber bestehenden Formen einen Nutzen erbringen. Wir haben diesen Vorgang über das Konzept des informationellen Mehrwertes zu erklären versucht. Der Rest dieses Artikels soll also herausarbeiten, a) was informationelle Mehrwerte überhaupt sind und b) – und dies ausführlicher und mit Beispielen belegt – welche hypertextspezifischen Mehrwerte auszumachen sind (vgl. auch [BCD91]) und ggf. auf dem Gebiet der Medizin Anwendung finden können (vgl. die annotierte Bibliographie zum Einsatz von Hypertext/Hypermedia in den »health sciences« [Wid92]).

Was sind informationelle Mehrwerte?

Man muß bei dem Konzept des informationellen Mehrwertes zwischen zwei Sichten unterscheiden. Dies ist zum einen die Systemsicht und zum andern die Nutzersicht. Entsprechend dem pragmatischen Ansatz der Informations-

Abb. 2. Informationelle Mehrwerte von nicht-linearen Hypertexten gegenüber linearen Büchern



wissenschaft kann man im Grunde von einem informationellen Mehrwert nur dann sprechen, wenn er für den Nutzer eines Informationssystems als solcher auszumachen ist. Informationelle Mehrwerte sind also im pragmatischen Sinne keine Systemeigenschaften. Jedoch beruht der informationelle Mehrwert für einen Nutzer natürlich auf systembezogenen Mehrwertleistungen eines Systems gegenüber einem anderen, das sich auf ähnliche Nutzergruppen bezieht. (Beispiel s. Abb. 2)

Ein elektronischer Katalog einer Bibliothek hat vermutlich gegenüber einem traditionellen Zettelkatalog für die meisten Benutzer informationelle Mehrwerte (für manche Benutzer unter bestimmten Bedingungen möglicherweise auch einen informationellen »Minderwert«). Dieser Mehrwert kann im einzelnen durch bestimmte Merkmale beschrieben werden, z.B. Schnelligkeit, Selektivität, Aktualität, Genauigkeit etc. Diese nutzerbezogenen Mehrwerteffekte hängen weitgehend von systembezogenen Merkmaleigenschaften ab, z.B. von der Organisation der Daten in einer maschinenlesbaren Datei oder Datenbank, von den Zugriffsmöglichkeiten über eine flexible Retrievalsprache², von Programmen zum Update der Daten, etc.

Wir stellen in der Abbildung 2 (aus [Kuh91d], S. 36) einige Punkte zusammen, die allgemein Unterschiede und mögliche informationelle Mehrwerte zwischen der Darstellung von Wissen in klassischer linearer Buchform und in Hypertextform deutlich machen können (wobei jeder einzelne Punkt sicherlich bezüglich seiner Einschätzung als »mehr« oder »minder« diskutiert werden müßte).

² An diesem Punkt erkennt man erneut, daß der systembezogene Mehrwert sich durchaus für manche Benutzer in einen informationellen Minderwert verwandeln kann, wenn der Nutzer z.B. nicht willens oder in der Lage ist, sich die Technik der Recherche über eine formale Kommandosprache anzueignen. Das war bei dem gewählten Beispiel des Katalogs sicher auch schon der Fall beim Übergang von einem Steilkatalog in Papierform auf einen Katalog in Microfiche-Form.

Wir haben in [Kuh90b] und [Kuh91d] einige Formen informationeller Mehrwerte unterschieden:

1. Komparativer Mehrwert: Größerer Informationswert der elektronischen Version gegenüber der korrespondierenden konventionellen

2. Inhärenter Mehrwert: Größerer Informationswert durch Verbesserung einzelner Komponenten eines elektronischen Produkts, einer Dienstleistung oder auch Verbesserung der Gesamtleistung

3. Agglomerativer Mehrwert: Größerer Informationswert durch Agglomeration ursprünglich isolierter Leistungen oder Produkte

4. Integrierter Mehrwert: Größerer Informationswert durch Kombination verschiedener Typen von Informationsprodukten oder -dienstleistungen.

Um diese Aufstellung nutzbar zu machen, müssen zum einen die Merkmale der einzelnen Instanzen des jeweiligen Mehrwerttyps herausgearbeitet und zum andern die Kriterien festgelegt werden, nach denen Nutznießer der jeweiligen Mehrwertleistung ihre Urteile festlegen können. Das letztere sei kurz an dem erwähnten komparativen Mehrwertbeispiel »Bibliothekskatalog vs. bibliographische Online-Informationbank« erläutert (s. Tab. 1).

Man kann an diesem Beispiel sehr deutlich sehen, daß es in den seltensten Fällen absolute Mehrwerte gibt. Jeder Endnutzer muß den Kriterien seine eigenen Gewichte zuteilen, wenn auch in diesem Beispiel die Nutzungsmehrwerte eher eindeutig zu überwiegen scheinen.

Hypertextspezifische Mehrwerteffekte – Beispiele

Fassen wir noch einmal kurz zusammen, was wir unter Hypertext verstehen wollen (vgl. auch [Hof91]):

Nutzerkriterien	Kataloge	Bibliographische Datenbank
Schnelligkeit	schnell bei einfachen Suchen; langsam bei komplizierten	hohe Schnelligkeit bei allen Suchtypen
Kosten	niedrig in der Nutzung	relativ hoch bei der Nutzung
Genauigkeit des Datenbestandes	systemabhängig	systemabhängig
Wartungsfreundlichkeit, Update	eher mühsam	eher leicht zu bewerkstelligen
Umfang der Information pro Einheit	begrenzt auf das Format des Papiermediums	im Prinzip unbeschränkt; festgelegt im Record-Format
Aktualität des Datenbestandes	systemabhängig	systemabhängig
Vollständigkeit des Datenbestandes	systemabhängig	systemabhängig
Selektivität	begrenzt	hoch wegen Prinzip der Postkoordination
leichte Hantierbarkeit	unproblematisch	braucht Erfahrung

Tab. 1. Leistungsvergleich von Bibliothekskatalog und bibliographischer Datenbank

1. Unter strukturellen Gesichtspunkten sind Hypertexte Netzwerke von informationellen Einheiten (Knoten, Objekte), die über assoziative oder etikettierte bzw. typisierte Verknüpfungen (Kanten, Relationen) verbunden sind.

Diese Netzwerkstruktur ist dafür verantwortlich, daß sowohl die Organisation des Wissens als auch die Erarbeitung von Information auf nicht-lineare Weise geschehen kann. Die Abbildung 3 zeigt diesen Zusammenhang.

2. Unter operationalen Gesichtspunkten beruht das Finden von Informationen nicht auf dem Matching-Prinzip der Übereinstimmung

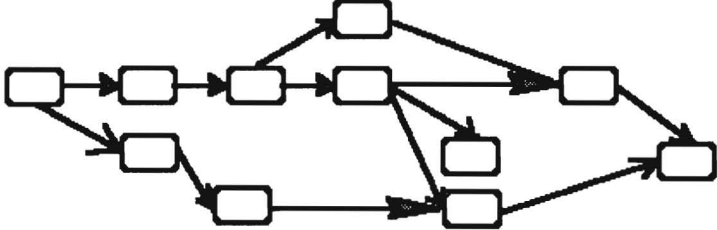
von Frageformulierung und Einträgen in Datenbanken, sondern auf der Navigationsmetapher; d.h. Benutzer von Hypertextsystemen bewegen sich unter Ausnutzung der nicht-linearen Organisationsstruktur eines Netzwerkes eher nach dem Browsing-Prinzip; anders formuliert: es wird nicht gezielt gesucht, sondern eine sukzessive, assoziative oder semantisch kontrollierte Annäherung an ein anfangs häufig noch sehr undeutliches Ziel versucht.

3. Unter medialen Gesichtspunkten sind Hypertextsysteme grundsätzlich nur als rechnergestützte Systeme zu realisieren, denen eine nach

Zur Theorie informationeller Mehrwerte

Hypertext als Medium der nicht-linearen Wissensorganisation und nicht-linearen Informationserarbeitung

Von den vielen Definitionsvorschlägen für Hypertext ist die Kennzeichnung von Hypertext als ein Medium der nicht-linearen Organisation von multimedialen Einheiten am zutreffendsten.



ÜV
 EB
 IT
 LEX
 BG
 MW
 Lit
 HTX
 SPD
 ↶
 ↷
 ↺
 ↻

Abb. 3. Nicht-Linearität durch Netzwerkorganisation

dem jeweiligen Hypertextmodell angemessene graphische Präsentationsform quasi inhärent ist. Zu Hypertext gehört unbedingt eine graphische Benutzeroberfläche, die Prinzipien der direkten Manipulation verwirklicht.

Kognitive Plausibilität

Aus der für Hypertext typischen Netzwerkstruktur bzw. Nicht-Linearität wird als wichtiger Mehrwerteffekt die kognitive Plausibilität von Hypertext behauptet. Diese Hypothese, die vor allem für das Gebiet des Lernens wichtig ist, wird allerdings bislang in der Literatur kontrovers diskutiert bzw. durch unterschiedliche Befunde empirisch widersprüchlich belegt (vgl. Kap. 3.2 »Hypertext und Lernen« in: [Kuh91b]): »Hypertext scheint unter der An-

nahme kognitiv plausibel zu sein, daß Wissen, dessen Erwerb allgemeines Ziel von Lernen ist, im menschlichen Gehirn in vernetzten topologischen, nicht-linearen Strukturen organisiert sei. Unter dieser Annahme könnte die Wissensaufnahme über eine vergleichbare Organisationsform, wie sie durch Hypertext gegeben ist, effizienter sein als eine Aufnahme, die den 'Umweg' über lineare Präsentationsformen (Vorlesungen, Texte) nimmt« ([Kuh91b], 182). Abb. 4 deutet dieses in der statischen Graphik an (besser wäre es über eine Animation; s. Fußnote 3, S. 53). Sicherlich ist diese Hypothese der kognitiven Plausibilität von Hypertext, auch wegen ihres interdisziplinären Charakters, eines der spektakulärsten Themen von Hypertext. Wir wollen uns im folgenden jedoch auf einfachere Mehrwertbeispiele beziehen.

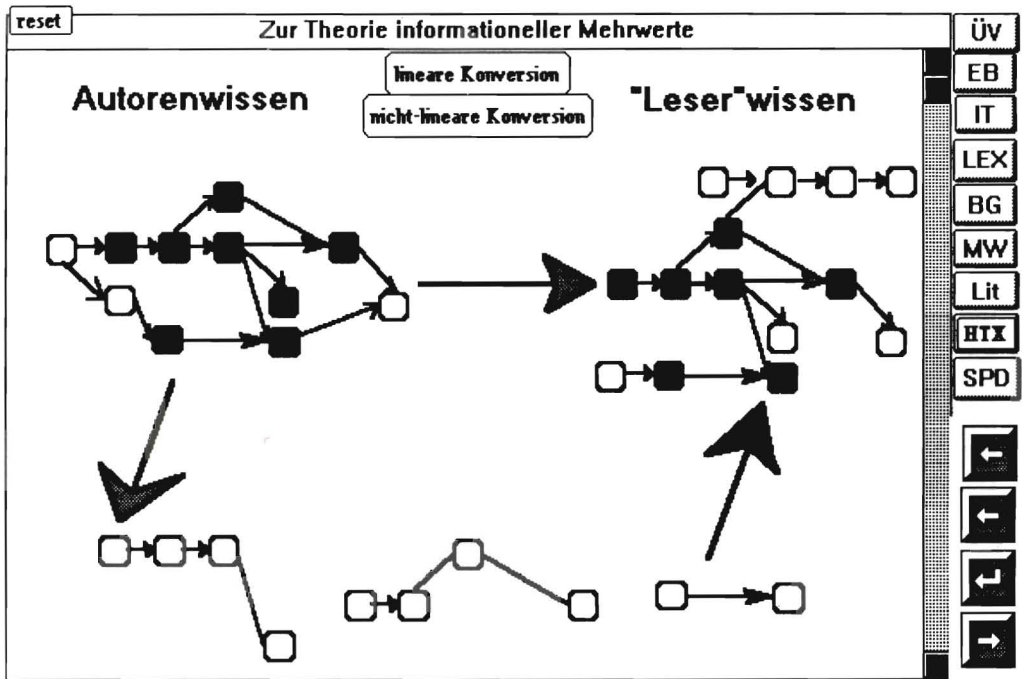


Abb. 4. Zur kognitiven Plausibilität von Hypertext

Mehrwerte durch Flexibilisierung und Integration

³ Die meisten Abbildungen dieses Textes sind verschiedenen Hypertexten entnommen, die unter Verwendung der Hypertextsoftware ToolBook erstellt worden sind. Der Vortrag am 29.4.1992 zum Technikfolgenkolloquium »Aspekte von Grenzen, Folgen und Kosten des Machbaren im Gesundheitswesen«, der Grundlage dieses Textes ist, wurde ursprünglich auch aus einer ToolBook-/Hypertextbasis heraus gehalten. Die Hypertextpräsentation ermöglicht natürlich andere Mehrwerteffekte als der lineare Text. So können die durch Abb. 4 verdeutlichten Zusammenhänge besser durch eine Animation gezeigt werden, indem zuerst über das Anklicken des Knopfes »Lineare Konversion« die sukzessive Linearisierung über den unteren Weg gezeigt wird und schließlich durch Anklicken des Knopfes »nichtlineare Konversion« die direkte Übertragung des Teilnetzes vom Autor zum Leser.

Die meisten Mehrwerteffekte durch Hypertext werden über die Möglichkeit der Flexibilisierung von Information erzeugt. Mit Blick auf die multimedialen Eigenschaften von Hypertext/Hypermedia besonders attraktiv sind natürlich Animationen und die Einbindung von audio-visuellen Elementen. Auch hier ist aus kognitiver Sicht der Mehrwerteffekt durch den Einsatz von multimedialen Materialien durchaus umstritten. Es führt sicherlich eine gerade Linie von der Fotografie über das Fernsehen zu multimedialen Darstellungen, während Hypertext, trotz des grundlegenden Charakters der Nicht-Linearität, eher die diskursive Darstellung von Wissen, wie wir sie traditionell aus Texten gewohnt sind, fortsetzt. Es wird also in der Zu-

kunft darauf ankommen – darauf wies eindrücklich Jay D. Bolter in seinem Schlußvortrag auf der ACM-ECHT-Konferenz im Dezember 1992 in Mailand hin –, die diskursive, argumentative Tradition von Hypertext mit der graphischen, ganzheitlichen Tradition von Multimedia zu verbinden. Erst diese Verbindung wird Mehrwerteffekte nicht nur auf dem Freizeitbereich, sondern auch in der Fachkommunikation bewirken.

Unproblematischer ist die Flexibilisierung von Information in einfachen Fällen wie der Dynamisierung von Inhaltsverzeichnissen. Abb. 5 zeigt den Einstieg in die ToolBook-/Hypertextversion von [Kuh91b]. Die oberen vier Felder entsprechen den vier Hauptkapiteln des Buches.

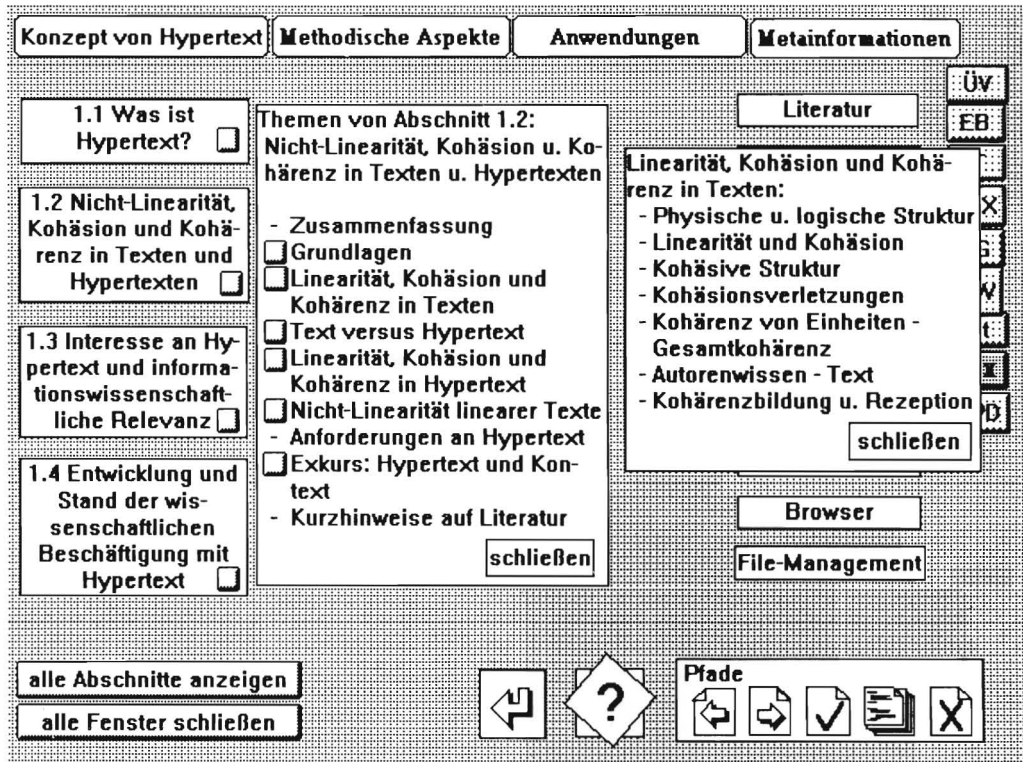
Durch Anklicken von »Konzept von Hypertext« wird das linke Fenster mit der Anzeige der vier Unterabschnitte 1.1 – 1.4 geöffnet. Natur-

lich könnte man durch Anklicken dann sofort zu dem gewünschten Abschnitt springen. Informativer ist es jedoch, z.B. den Knopf in 1.2 anzuklicken, wodurch sich im mittleren Fenster der Abschnitt 1.2 weiter ausdifferenziert. Bei weiterem Interesse an dem Thema der Linearität kann man sich dann noch im rechten Fenster die einzelnen Unterthemen des Hauptthemas »Linearität etc.« zeigen lassen, um dann direkt zu der konkreten Information zu springen.

Wir sehen an diesem Beispiel auch, daß das freie Navigieren in Hypertext durch flexible Metainformationsformen unterstützt wird, die kontrollierteres Vorgehen gestatten. Dazu zählen z.B. neben den dynamischen Inhaltsverzeichnissen

- flexible, mehrdimensionale Register,
- graphische, lokale oder globale Übersichten,

Abb. 5. Dynamisches Inhaltsverzeichnis eines Hypertextbuches



BGB - Zweites Buch: Recht der Schuldverhältnisse	
Siebenter Abschnitt: Einzelne Schuldverhältnisse	
3. Titel: Miete Pacht	
I. Miete Kommentar zu § 535	
1. Mietvertrag - a) Abschluß	

1	Mietvertrag - a) Abschluß
a) Abschluß	
<p>Nach §§ 145 ff. Erforderlich ist Einigung über Mietgegenstand, -zeit und -preis, sowie darüber, daß die Überlassung zum Gebrauch erfolgt nicht notwendig ist in der Regel Einigung über den konkreten Umfang des Gebrauchs (herrschende Meinung; vgl. Leenen MDR 80, 353).</p> <p>Nur einseitige Gebrauchsannaßung ohne Zustimmung des Vermieters ist kein Mietvertrag.</p> <p>Zusage im Rahmen von Vertragsverhandlungen kann Haftung aus c.i.c. (vgl. § 276 Anm 6) begründen (LG Mannheim ZMR 71, 133), falsche Selbstausskunft des Mieters die Anfechtung (hierzu Hille WoM 84, 292 mwN: Schmid DWW 85, 302).</p>	

Eigene Pfade:	Blättern:	Hilfe:	Nachschlagen:	Merken:

Abb. 6. Beispielseite eines offenen Hypertextes aus dem Gebiet des Mietrechts

- autoren-spezifische Pfade, durch die also eine bestimmte Navigation vorgeschlagen wird,
- Einstiegsmöglichkeiten durch gezielte Suche mit Hilfe von Mechanismen, wie sie aus dem Information Retrieval bekannt sind, z.B. Boolesche Frageformulierungen,
- Navigationsangebote über Formen des Passagenretrieval, bei denen auf statistischer Basis Ähnlichkeiten zwischen Passagen verschiedener Hypertexteinheiten festgestellt worden sind.

Das für den Anfang der Hypertextentwicklung typische und vorherrschende assoziative Verhalten, das »Browsing« in Hypertextbasen, wird also in Systemen der zweiten Generation durch zahlreiche Angebote an kontrollierter Orientierung und Navigation bzw. Suche ergänzt. Die dritte Generation von Hypertextsystemen, an der zur Zeit im Zusammenwirken von Hyper-

text und Künstlicher Intelligenz gearbeitet wird, könnte am besten durch das Konzept der adaptiven Hypertextsysteme gekennzeichnet werden, d.h. solche Systeme werden in der Lage sein, sich kooperativ in dem Sinne zu verhalten, daß sie aufgrund von Vorwissen oder durch während einer Dialogsituation erworbenes Wissen in der Lage sind, situationsspezifisch oder benutzerspezifisch zu reagieren. Nicht jeder Navigator in einer Hypertextbasis bekommt die gleichen Einheiten und Verknüpfungsmöglichkeiten angezeigt, sondern nur die, die aufgrund der systemeigenen Analyse der Situation und des Benutzerprofils vielversprechend erscheinen. Man sieht, daß dieses flexible adaptive Verhalten wiederum aus der grundsätzlichen netzwerkartigen nicht-linearen Struktur von Hypertext ableitbar ist, sofern das System über Wissen über die Hypertexteinheiten bzw. deren Verknüpfungen und die externen Situations- und Benutzerspezifika verfügt.

Wie zu Anfang erwähnt, ist in absehbarer Zeit mit der Entwicklung solcher intelligenter adaptiver Hypertextsysteme nicht in großem Stil zu rechnen. Nach unserer Einschätzung werden sich in mittlerer Perspektive sogenannte offene Hypertextsysteme durchsetzen, deren wesentlicher Mehrwerteffect in der Integration bislang eher getrennter Leistungen besteht. Bei dieser Integration heterogener Ressourcen versteht es sich von selbst, daß solche Systeme auch in dem Sinne offen sind, daß sie – wie es in Situationen der Fachkommunikation die Regel ist – kontinuierlich durch Einbringen neuer Materialien erweitert werden.

Abb. 6 zeigt ein einfaches Beispiel für einen offenen Hypertext. In Zusammenarbeit mit einem juristischen Fachverlag wurde in einer Diplomarbeit ([Mic91]) ein Abschnitt des BGB zum Mietrecht in eine ToolBook-Hypertextbasis umgesetzt. In der Beispielseite aus Abb. 6 enthält lediglich das große mittlere Fenster die eigentlich interessierende Information. Umgeben ist es von verschiedenen Formen der Orientierung (z.B. die hierarchische Anzeige aus dem BGB, aus der ersichtlich wird, auf welcher Stufe und an welcher Stelle sich die aktuelle Einheit zum Kommentar zum Mietvertrag befindet). Die unteren Knöpfe eröffnen verschiedene Such- und Navigationsmöglichkeiten, wie Pfade, Blättern, Hilfe-Funktionen (»?»), graphische Anzeigen (»V«), gezielte Suchmöglichkeiten nach Paragraphen, Inhaltsverzeichnis (»iV«), Register (»SV«), Stringsuche (»S«), Annotationen (»A«) sowie das Setzen von Lesezeichen (»LZ«).

Was uns an diesem Beispiel besonders interessiert, ist die Einbettung des Gesetzestextes in weitere Textgattungen, wie Kommentare, externe Fachliteratur aus Online-Datenbanken wie JURIS, Verweise auf andere Gerichtsentscheidungen etc. Die Sprungmöglichkeiten zu anderen Teilen der Hypertextbasis oder aus der Hypertextbasis hinaus in andere Hypertextbasen oder in andere Systeme (wie zu JURIS als Beispiel einer Online-Informationsbank) sind durch

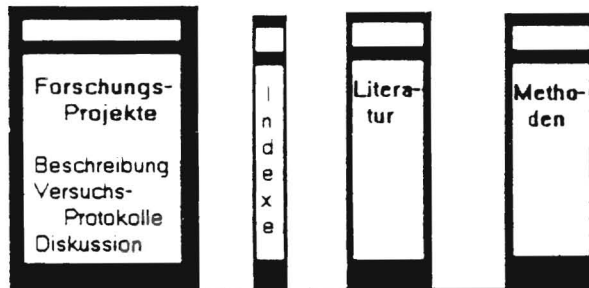
die Verknüpfungsanzeiger im Text sichtbar (erkennbar an der unterschiedlichen Typographie). Ein Aktivieren der entsprechenden Stellen im Text führt nach dem Prinzip der direkten Manipulation unmittelbar zu der gewünschten Zieladresse. Dies macht den integrierenden Mehrwerteffect offener Hypertextsysteme aus.

In einer weiteren Arbeit in der Konstanzer Informationswissenschaft ([Zab92]) wurde diese Idee des offenen Hypertextsystems für die Unterstützung der Arbeitssituation einer naturwissenschaftlichen Arbeitsgruppe in der Biologie eingesetzt. Ich gehe auf diese Entwicklung, die zur Zeit in der entsprechenden Arbeitsgruppe eines Lehrstuhls (Prof. Brdiczka in der Fakultät für Biologie) angewendet wird, mit einigen Abbildungen ein, weil diese Anwendung vielen Situationen im Medizinbereich nicht unähnlich sein dürfte. Sämtliche Abbildungen sind der erwähnten Diplomarbeit ([Zab92]) entnommen. Die Originalnumerierung der Abbildungen wurde zwecks Unterscheidung von der durchgehenden Abbildungsnumerierung dieses Beitrags alphabetisiert (3=c, 4=d usw.).

Die Aufgabe des Systems besteht darin, die Versuche der verschiedenen Forschungsprojekte für die beteiligten Forscher/innen übersichtlich zu halten. Neben den Informationen zu den Forschungsprojekten selber gibt es Zugriffsmöglichkeiten zu Literatur und zu den zum Einsatz kommenden Methoden (Abb. c zeigt als Eingangsseite die verschiedenen Zugriffsmöglichkeiten). Daß es sich um einen offenen Hypertext handelt, der in unterschiedlichen Anwendungssituationen genutzt werden kann, sieht man in Abb. d. Neben der Basissoftware ToolBook kommen andere Anwendungsprogramme zum Einsatz (Winword, Excel, Paintbrush, Coreldraw, Sigmaplot), die alle aus der Hypertextbasis heraus aktiviert werden können. Dazu sollten zu Beginn die jeweils nutzerspezifischen DOS-Pfade festgelegt werden (Abb. d).

Wie erwähnt, sind die wesentlichen Informationseinheiten der Hypertextbasis die Versuchsprotokolle (vgl. Abb. k), die von dem ge-

Verwaltung von Informations-Ressourcen der AG Brdiczka



Pfade für externe Programme

Klicken Sie das gewünschte Ordner an!
("Doppelklick" ist nirgends erforderlich)

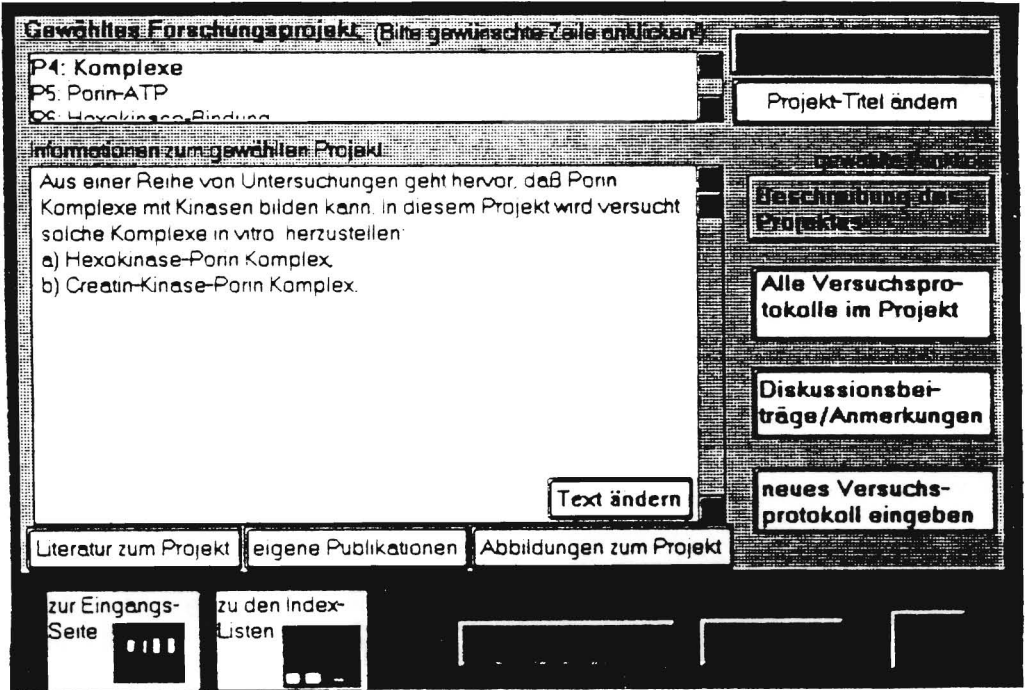
Hilfe

Ende

△ Abb. c. Eingangsseite

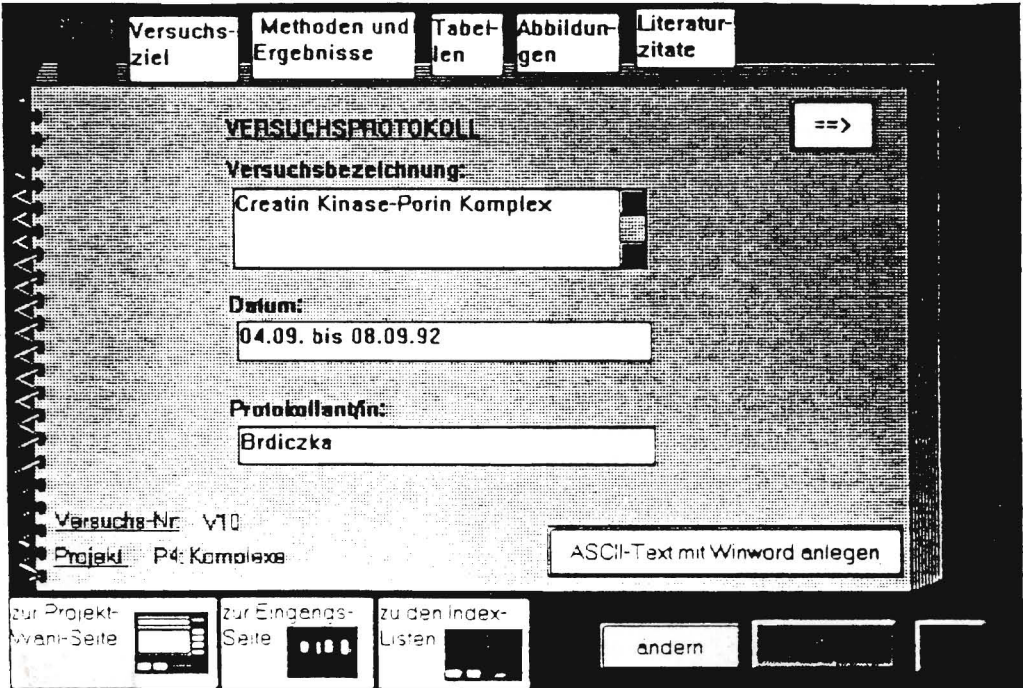
▽ Abb. d. Seite zum Eintragen der Pfade für die externen Programme

Winword:		Beispiel
Aufrufen:	C:\winword\winword.exe	
Dateipfad:	C:\winword\versuche\	Beispiel
leere Datei:	C:\winword\versuche\leer.doc	Beispiel
Excel:		
Aufrufen:	C:\excel\excel.exe	
Dateipfad:	C:\excel\versuche\	
leere Datei:	C:\excel\versuche\leer.xls	
Paintbrush:		
Aufrufen:	C:\windows\pbrush.exe	
Dateipfad:	C:\windows\	
leere Datei:	C:\windows\leer.bmp	
Coreldraw:		
Aufrufen:	C:\windows\coreldrw\coreldrw.exe	
Dateipfad:	C:\windows\coreldrw\samples\	
leere Datei:	C:\windows\coreldrw\samples\leer.cdr	
SigmaPlot:		
Aufrufen:	C:\plot41\plot.plt	
<p>Tragen Sie die Detail-Pfadnamen zum Aufrufen von Programmen und Dateien ein! Legen Sie im entsprechenden Dateipfad eine leere Datei mit dem Namen "leer" und der passenden Extension an. Wichtig: Dateipfad mit Schrägstrich "/" am Ende!</p>		zurück



△ Abb. j. Projekt-Übersichtsseite

▽ Abb. k. Titelblatt



wählten Forschungsprojekt (Abb. j) aus angewählt werden können. Aus der Beschreibung des Forschungsprojektes kann man aber auch direkt zu fremden oder eigenen Publikationen springen, sich Abbildungen aus dem Projekt anzeigen lassen, die Projektbeschreibung ändern oder Protokolle bzw. Anmerkungen zum Projekt anfügen (alles ersichtlich aus Abb. j).

Den einzelnen Versuchen sind die zum Einsatz gekommenen Methoden zugeordnet. Abb. l zeigt die Beschreibung einer Methode mit dem mit ihr erzielten Ergebnis. Bislang kann ein Protokoll maximal 14 Methoden- und Ergebnisseiten enthalten. Auch von hier ist der Sprung zu (Excel-)Tabellen, Abbildungen oder Literaturzitate möglich, d.h. es werden von der Basis aus die externen Programme aktiviert. Nach der Bearbeitung in diesen können die Ergebnisse in die Hypertextbasis importiert werden. Abb. o zeigt die Möglichkeit des Anlegens von Tabellen.

Da die Methoden für die Versuche besonders wichtig sind, gibt es einen gesonderten Metho-

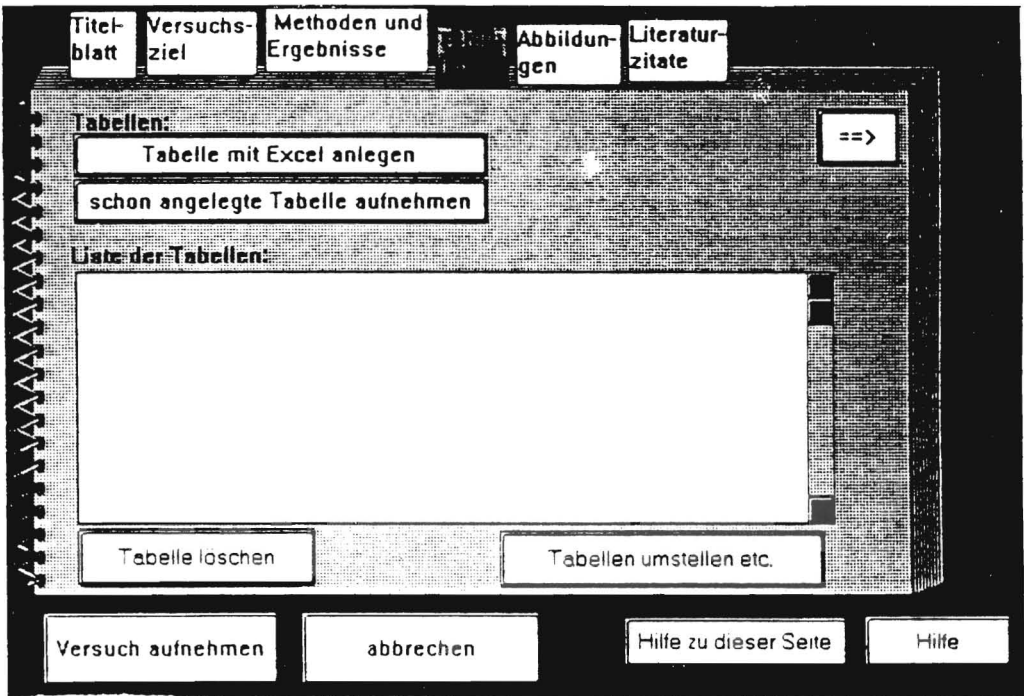
denindex (Abb. g), aus dem einzelne Methoden mit deren Anleitung angewählt werden können (Abb. m). Sehr hilfreich ist ein besonderer Methodeneditor, mit dem die verschiedenen, den Protokollen zugeordneten Methoden manipuliert werden können (Abb. n). Ebenfalls vorhanden ist ein Literaturindex (Abb. e), der durch Aktivieren einer Position direkt zu dem vollständigen Zitat führt (Abb. f). Geplant und beispielartig schon realisiert ist die Erweiterung um eine Volltextbasis, so daß direkt Einsicht in den vollständigen Text genommen werden kann. Die Literaturzitate können von allen Teilen des Hypertextes aus aufgerufen werden, z.B. auch aus dem Methodenteil, so daß einer bestimmten Methode direkt Zitate beigefügt werden können, sei es durch Übernahme oder Neueingabe (Abb. i).

Wir haben es bei der Diskussion der informationellen Mehrwerte erwähnt – entscheidend für informationelle Mehrwerte ist die Nutzersicht. Nach der Systemvorgabe durch dieses Tool-Book-/Hypertextsystem müssen Evaluierungs-

Abb. l. Seite für Methoden und Ergebnisse

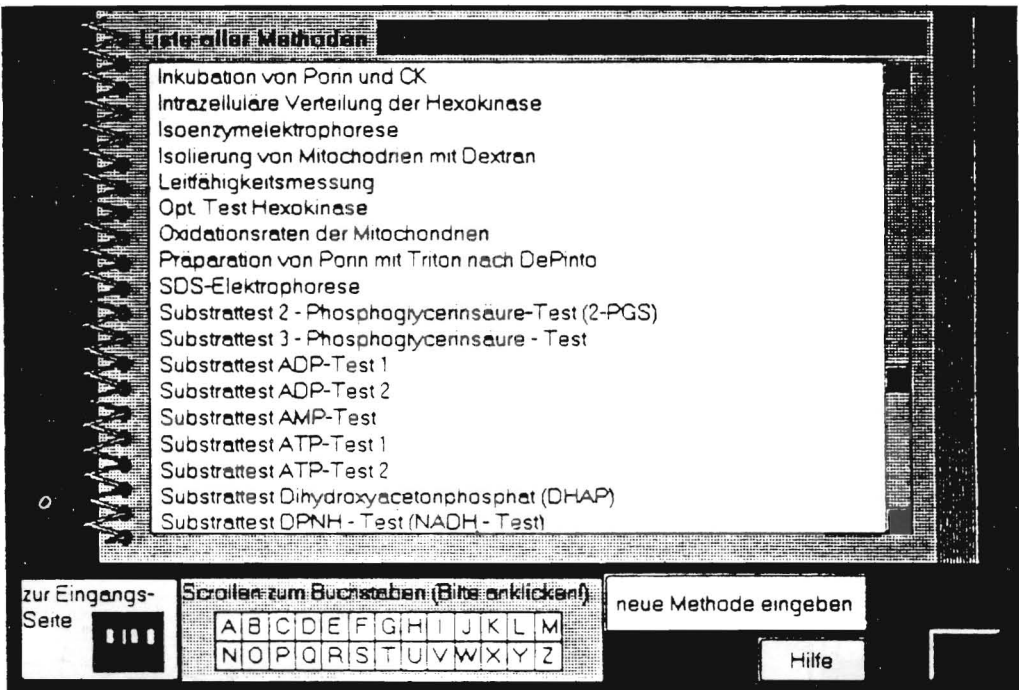
The screenshot shows a hypertext interface with the following content:

- Titelblatt**: (Empty)
- Versuchsziel**: (Empty)
- Tabellen**: (Empty)
- Abbildungen**: (Empty)
- Literaturzitate**: (Empty)
- Methoden**:
 - Chromatographie auf Superose 6B
 - Die Säule wird mit 50mM NaPi pH 7.2, 0.2 mM EGTA und 2 mM Mercaptoethanol äquilibriert. Danach werden 200 µl des resuspendierten Komplexes aufgetragen.
 - Es wird mit einer Rate von 0.5 ml/min und dem Puffer wie oben eluiert. 100 µl Fraktionen werden gesammelt. Nach etwa einer Stunde ist das Säulevolumen von 25 ml
- Ergebnis**:
 - Die chromatographische Analyse wurde mit folgenden Proben durchgeführt
 - 1. CK Präparat Kaldis aufgetragen 1U CK Aktivität
 - Abb1 zeigt die OD 280 nm und die Aktivität der einzelnen Fraktionen. Das Elutionsprofil zeigt zwei Peaks deren Molekulargewichte 90 kDa (Dimer) und 350 kDa (Oktamer) entsprechen.
 - 2. CK-Porin Komplex wie oben beschrieben präpariert.
 - Abb 2 zeigt das gleiche Ergebnis wie in Versuch vom 26.08., daß das Enzym nunmehr
- Literaturzitate**:
 - Determination of creatine kinase activity
 - Präparation von Porin mit Triton nach DePitro
 - Inkubation von CK mit HirnPorin
- Navigation**:
 - zur Projekt-Wahl-Seite
 - zur Eingangs-Seite
 - zu den Index-Listen
 - ändern



△ Abb. o. Seite zur Aufnahme von Tabellen

▽ Abb. g. Methodenindex




Bitte gewünschte Methode anklicken		Anleitung zur Methode	Methoden
Substratetest Oxalacetat - Test	Substratetest Phosphoenol - Pyruv	Substratetest Pyruvat - Test	8-14
Substratetest Pyruvat - Test	Test auf Verunreinigung der Mitoc	Na-Pyruvat Boehringer, MG: 110, Ansatz 360 mM	
Zentrifugation		Testbedingungen: Volumen = 1 ml d = 1 cm t = 25°C pH 7,6 Ø 366 nm	
		TRAP/450 A - Puffer: 100 mM Triethanolamin, 10 mM EDTA, pH 7,6	
Scrollen zum Buchstaben:			
A B C D E F G H I J K L M			
N O P Q R S T U V W X Y Z			
neue Methode eingeben		Wahl von Methoden beenden	
Methoden-Text ändern			

△ Abb. m. Wählen von Methoden

▽ Abb. n. Methoden ersetzen, löschen, einfügen

Titelblatt	Versuchsziel	Tabellen	Abbildungen	Literaturzitate	Methoden
8-14					
Sie haben auf dieser Seite schon eine Methode eingegeben!					
Möchten Sie eine neue Methode eingeben? Dann springen Sie zu einer Seite, auf der noch keine Methode eingegeben wurde.		neue Methode			
Möchten Sie diese Methode durch eine andere ersetzen?		ersetzen			
Möchten Sie diese Methode im Versuch löschen? (Ergebnisse zur Methode werden auch gelöscht!)		löschen			
Möchten Sie eine Methode vor dieser Methode einfügen?		einfügen			
abbrechen					
Versuch aufnehmen		abbrechen		Hilfe zu dieser Seite	

Ackerman, J.J.H., Grove, T.H., Wong, G.G., Gadian, D.G. and Redda, G.K. (1980)
 Adams, V., Bosch, W., Schlegel, J., Wallimann, T., and Brdiczka, D. (1989)
 Adams, V., Brdiczka, D. and Bosch, W. (1988)
 Adams, V., Griffin, L.D., Gelb, B.D. and McCabe, E.R.B. (1991)
 Adams, V., Griffin, L.D., Tobin, J., Gelb, B.D., Worley, K., and McCabe, E.R.B. (1991)
 Adams, V., Bosch, W., Hammerle, Th., and Brdiczka, D. (1988)
 Ades, I.Z. and Butow, R.A. (1980a)
 Ades, I.Z. and Butow, R.A. (1980b)
 Agnus, B.L. and Hancock, W.R. (1983)
 Allmann, D.W., Bachmann, E., Orme-Johnson, N., Tan, W.C., Green, D.E. (1968)
 Ardail, D., Lermé, F., and Louisot, P. (1990)
 Ardail, D., Louisot, P. and Levrat, C. (1989)
 Ardail, D., Privat, J.P., Egret-Charlier, M., Levrat, Ch., Lermé, F., and Louisot, P. (1990)
 Arora, K.K., Fanciulli, M., and Pedersen, P.L. (1990)
 Arora, K.K., and Pedersen, P.L. (1988)
 Aubert-Foucher, E., Font, B., Gautheron, D.C. (1984)

zur Ein-
gangs-
Seite 

Suchen zum Buchstaben (Bitte anklicken!)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

neues Zitat eingeben

Hilfe

suchen nach...

Ende

△ Abb. e. Literaturindex

▽ Abb. f. Seite für ein Literaturzitat


Jahr: 1992


Autoren: Benz, R., Brdiczka, D.

Titel: The cation-selective substate of the mitochondrial outer membrane pore: single-channel conductance and influence on intermembrane and peripheral kinases.

Quelle: J. Bioenergetics and Biomembranes, 24, 33-39.

Bemerkungen:

zur Literatur-
Liste 

zur Ein-
gangs-
Seite 

ändern

Seite löschen

Hilfe

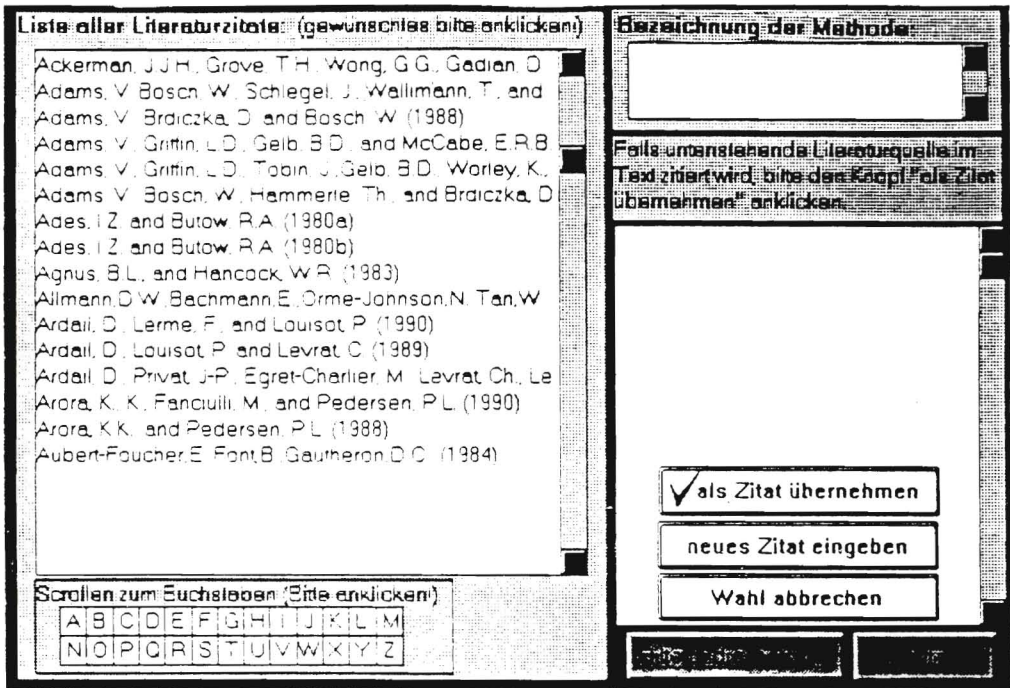


Abb. i. Seite zum Übernehmen von Literaturzitationen aus der Literatursammlung

studien zeigen, inwieweit die Hypertextsystemumgebung von den Nutzern angenommen wird, in welcher Form sich die bisherige Arbeitsorganisation verändert hat und ob Auswirkungen auf die Produktivität der Arbeitsgruppe feststellbar sind.

Hypertexte dieser Art sind offen. Sie können nicht einfach als fertige Produkte, wie z.B. ein Hypertextlexikon oder ein medizinisches Handbuch, genutzt werden, sondern verlangen ständige Wartung und Weiterentwicklung. Es muß sich in der Zukunft herausstellen, ob das Werkzeug Hypertext so endbenutzerfreundlich ist, daß auch die permanente Pflege von den Wissenschaftler/innen selber betrieben werden kann, oder ob auch solche Systeme Hypertextmanager oder -ingenieure verlangen, die gleich wie bei Datenbank- oder Expertensystemen für die Wartung auf technisch-methodischem Niveau zuständig sind. Zur Zeit scheint sich in der jetzigen Anwendung durch die Arbeitsgruppe die Integrationsfunktion der verschiedenen Sy-

stemkomponenten als äußerst nützliches Werkzeug zu erweisen.

Wir haben gesehen, daß offene Hypertextsysteme sich dadurch auszeichnen, daß sie die simultane Bearbeitung verschiedener Ressourcen gestatten. Damit unterscheiden sie sich prinzipiell von den sogenannten Mono-Ressourcen-Hypertextbasen. Bei den Multi-Ressourcen-Hypertextbasen kann man integrierte oder nicht-integrierte unterscheiden. Abb. 7 macht diese Unterschiede deutlich. Bei den integrierten Systemen wird versucht, sämtliche Ressourcen in einer Hypertextbasis zu vereinigen, bei den nicht-integrierten können sowohl verschiedene Hypertextbasen zusammenspielen als auch andere externe Anwendungsprogramme. In der Praxis werden Mischformen vorkommen. Das oben dargestellte biologische Hypertextsystem war ein Beispiel für eine integrierte Multi-Ressourcen-Hypertextbasis mit Zugriffsmöglichkeiten auf externe Anwendungen.

Als letztes Beispiel für ein offenes Hypertextsystem verweisen wir noch kurz auf das Konstanzer Projekt WITH, in dem als Prototyp das Konstanzer Hypertextsystem KHS mit SMALLTALK auf SUN-Rechnern entwickelt wird ([KH91]). Abb. 8 zeigt die allgemeine Anwendungsarchitektur.

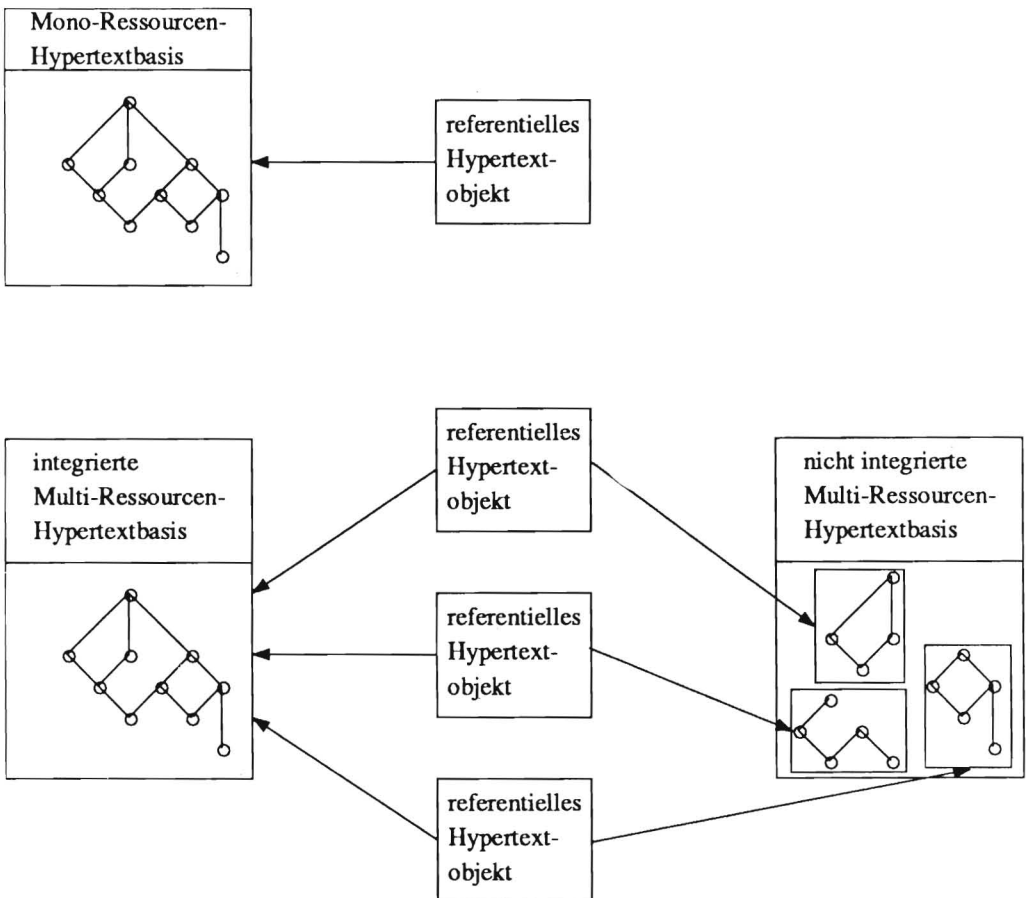
Zur Zeit (Ende 1992) kann die gesamte elektronische Mail über KHS erledigt werden; der Zugriff auf externe Datenbanken ist in einer ersten Version realisiert, und die Integration der internen, mit der Software Publisher/ArborText erstellten Dokumente wird über einen fertigen

SGML-Parser realisiert werden, so daß diese Dokumente dann gleich in hypertextgerechte Einheiten zerlegt werden können.

Die Abb. 9 ist ein Bildschirmabdruck von KHS nach dem gegenwärtigen Entwicklungsstand, wie er bislang weitgehend von Rainer Hammwöhner konzeptionell und softwaremäßig realisiert wurde⁴. Im oberen linken Fenster werden die verschiedenen zur Zeit vorhandenen

⁴ Seit Sept. 1992 läuft unter der Leitung des Autors und R. Hammwöhners ein DFG-gefördertes Projekt, in dem WITH bzw. KHS weiterentwickelt wird.

Abb. 7. Typen von Hypertextbasen



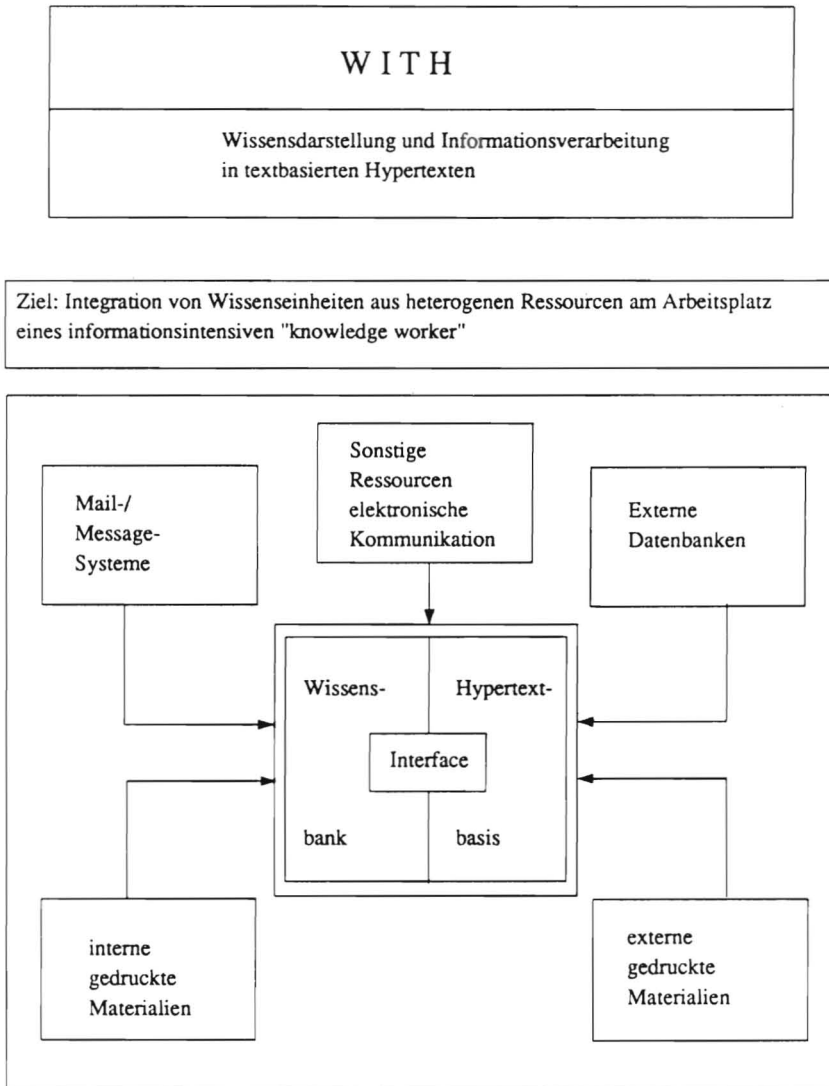


Abb. 8. Anwendungsarchitektur des Konstanzer Systems WITH

KHS-Hypertextbasen angezeigt. Aktiv ist im Moment der Aufnahme die Demonstrations-Hypertextbasis zum Projekt WITH selber (zusammengestellt für die ECHT'92-Konferenz in Mailand). Im oberen Fenster der unteren Abbildung wird das Forschungsprojekt WITH allgemein beschrieben, darunter werden die Projektmitglieder vorgestellt, zu denen dann weitere, auch graphische und akustische Information abgerufen werden kann. In der Projektbeschreibung

von WITH wird der Ausdruck »open hypertext system« erwähnt. Ein Aktivieren dieses »hot words« führt zu der Information in dem großen Textfenster in der Mitte der oberen Abbildung (im übrigen eine brauchbare allgemeine Beschreibung von offenen Hypertextsystemen). Zur Orientierung werden links und rechts unten in der oberen Abbildung die hierarchischen Zuordnungen zu der aktiven Einheit »Open hypertext« gezeigt, d.h. WITH hat vier Hypertextsei-

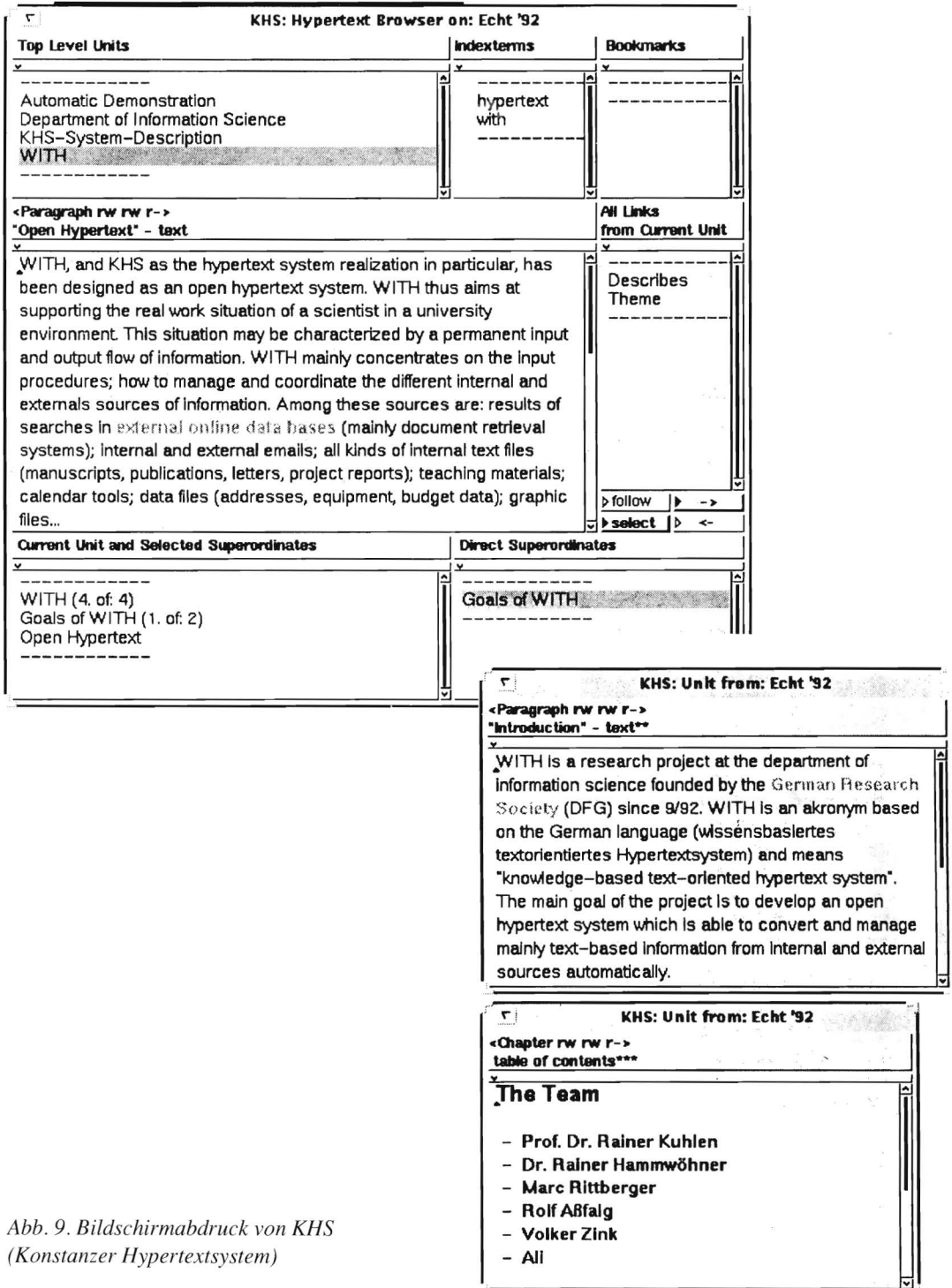


Abb. 9. Bildschirmabdruck von KHS
(Konstanzer Hypertextsystem)

ten, die Ziele werden in zwei Seiten beschrieben, wovon die aktuelle die erste ist. Als Besonderheiten erkennt man noch die Möglichkeiten der Indexierung (Fenster: »indexterms«) und der Anzeige der getypten, d.i. semantisch spezifizierten Verknüpfungen, die von dieser Einheit ausgehen (»Describes« und »Theme«).

Die aktuelle Arbeit konzentriert sich zum einen darauf, die verschiedenen, für alle Projektmitglieder gemeinsam genutzten Ressourcen (z.B. kontrolliertes Deskribierungsvokabular (Thesaurus), Literaturverwaltung, Personen-/Expertendateien, Terminverwaltung, Projekttex-te, Abbildungen/Folienvorlagen) aufzubauen, wobei für jeden einzelnen Projektmitarbeiter individuelle Ausprägungen möglich sind. Es wird damit eine kollaborative, also an einem gemeinsamen Ziel orientierte Arbeitsumgebung aufgebaut, die stark kooperativen Charakter hat, bei der also die Ressourcen gemeinsam über Hypertext genutzt werden. Zum anderen wird untersucht, welche Verknüpfungstypen (syntaktisch-referentielle, semantische (assoziative und typisierte) und pragmatisch-argumentative) festgelegt und maschinenunterstützt entwickelt werden können. Und nicht zuletzt sollen durch geeignete Konversionstechniken, z.B. über den erwähnten SGML-Parser, die heterogenen Ressourcen, z.B. die Ergebnisse von Online-Recherchen oder eingegangene elektronische Mails, in die Hypertextbasen hypertextgerecht eingebracht werden.

5. Mögliche Konequenzen

Hypertext – vor allem in der Kombination mit multimedialen Eigenschaften – ist sicherlich ein Informationssystemtyp, der, unabhängig von der aktuellen Popularität, sich durch dauerhafte Erfolgsfaktoren auszeichnet. Das Hypertextpara-

digma, besonders deutlich im Design offener Systeme (vgl. auch [Wal90]), das auf der Nicht-Linearität, d.i. der flexiblen Verknüpfung heterogener Ressourcen und deren Informationseinheiten, beruht, wird, wie zu Anfang erwähnt, Eingang auch in andere Informationssystemtypen finden. Die Nutzung von Online-Informationbanken wird schon gegenwärtig durch Hypertexteigenschaften verbessert (vgl. [BMT91]; [Kuh91d]; [McC89]; [MB91]), und Kombinationsmöglichkeiten von Hypertext und Expertensystemen werden z.B. durch [Sim92], mit direktem Bezug zur Medizin durch [Bar92]; [Cha88]; [CC90] aufgezeigt.

Was folgt für medizinische Anwendungen? Wie zu erwarten, gibt es umfangliche Anwendungen der Hypertextmethodologie auch im Medizinbereich. Neben den zahlreichen, eher anwendungsorientierten, oft HyperCard benutzenden Beispielen (vgl. [Bey88]; [Bon90]; [Bro91]; [BvHY91]; [CRO91]; [EOH89]; [Gil90]; [LT89]; [Osb92]; [Shu88]; [Tim89]; [Usd92]; [Wer91]) existieren auch einige grundlegendere Arbeiten im Umfeld Hypertext und Medizinanwendung, die vor allem in methodischer Hinsicht interessant sind ([FC89]; [FC92]; [FCH91]).

Angesichts des Standes dieser Forschungen und der Hypertextmethodologie insgesamt ist zu erwarten, daß die informationellen Mehrwerte, die durch Hypertext möglich werden und die wir u.a. durch Begriffe wie Flexibilität, Integration, Multimedialität, Adaptivität gekennzeichnet haben, gerade im Medizinbereich mit seinem extremen Informations- und Koordinierungsbedarf genutzt werden. Es wird darauf ankommen, über größere Projekte im Zusammenwirken von Forschung und medizinischer Anwendung den jetzt noch eher typischen Laborstand in Richtung wirklicher Produkte weiterzuentwickeln.

Literatur

- [Ass91] Canon Associates: The online database directory. Mercury Business Books, 1991.
- [Bar92] S. Barney: Biomedical visualization and hypertext – creating integrated, intelligent systems for clinical medicine. Information and decision technologies, Vol. 18(2), Seite 135-141, 1992.
- [Bat86] M. J. Bates: An exploratory paradigm for online information retrieval, Band B. C. Brooks (ed.): Intelligent information systems for the information society. Proceedings of the 6th International Research Forum in Information Science (IRFIS6), Seite 91-99. Elsevier/North Holland, 1986.
- [BCD91] P. Baird, B. Cronin und L. Davenport: Hypertext and added value, Band H. Brown (ed.): Hypermedia/Hypertext and object-oriented databases, Seite 70-90. Chapman&Hall: London, 1991.
- [Bey88] R. J. Beynon: A macintosh hypercard stack for calculation of thermodynamically-corrected buffer recipes. Computer Applications in the Biosciences, Vol. 4(4), Seite 487-490, 1988.
- [BMT91] N.J. Belkin, P.G. Marchetti und M. Albrecht; L. Fusco; S. Skogvold; H. Stokke; G. Troina: User interfaces for information systems. Journal of Information Science, Vol. 17(9), Seite 327-344, 1991.
- [Bon90] F. Bonadonna: HyperShell: an expert system shell in a hypermedia environment – application in medical audiology. Medical Informatics, Vol. 15(2), Seite 105-114, 1990.
- [Bro91] J. W. Brown: Material & methods: macintosh hypercard stack for laboratory protocols. Computer Applications in the Biosciences, Vol. 7(3), Seite 397, 1991.
- [BvHY91] A. Bekker, S. von Hagen und J. Yarmush: A macintosh hypercard stack to simulate the pharmacokinetics of infusion of intravenous anaesthetic drugs (NarSim). Computer Applications in the Biosciences, Vol. 7(4), Seite 531-532, 1991.
- [CC90] R. M. Chavez und G. F. Cooper: Hypermedia and randomized algorithms for medical expert systems. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 32, Seite 5-16, 1990.
- [Cha88] R. M. Chavez: Knet-integrating hypermedia and decision-analysis for medical expert systems. Medical Decision Making, Vol. 8(4), Seite 269, 1988.
- [Coo89] J.H. Coombs: Hypertext, full text, and automatic linking, Band J.L. Vidick (ed.): Proceedings of the 13th International Conference on Research and Development in Information Retrieval, Seite 83-98. ACM: New York, 1989.
- [Cro87] W.B. Croft: Approaches to intelligent information retrieval. Information Processing & Management, Vol. 23(4), Seite 249-254, 1987.
- [CRO91] A. Colosimo, R. Rota und P. Omodeo: A hypercard program for the identification of biological specimens. Computer Applications in the Biosciences, Vol. 7(1), Seite 63-69, 1991.
- [Ele92] G. Elenz: Informationsbedarfsanalyse – Entwicklung eines Konzeptes am Beispiel des Kantonsspitals St. Gallen. Diplomarbeit im Aufbaustudiengang Informationswissenschaft an der Universität Konstanz: Konstanz, 5/1992.
- [EOH89] K. W. Estep, L. Omli und F. Macintyre: A. Hasle: Linnaeus – interactive taxonomy using the macintosh computer and hypercard. Bioscience, Vol. 39(9), Seite 635-638, 1989.
- [ES86] R. Engelbrecht und K. Schlaefer: Information und Kommunikation im Krankenhaus: ein Leitfa-den zur Systemanalyse. Informationsverarbeitung im Gesundheitswesen 6: Landsberg/Lech, 1986.
- [Etz92] H.-J. Etzel: Datenmanagement nützt Patienten und Pflegepersonal. Handelsblatt, 50, 11.3.1992.
- [FC89] M. E. Frisse und S. B. Cousins: Information retrieval from hypertext: Update on the dynamic medical handbook project. In: Proceedings of Hypertext '89. ACM Press: Pittsburgh, PA, Seite 199-212, 1989.
- [FC92] M. E. Frisse und S. B. Cousins: Models for hypertext. Journal of the American Society for Information Science, Vol. 43(2), Seite 183-191, 1992.
- [FCH91] M.E. Frisse, S.B. Cousins und S. Hassan: WALT: A research environment for medical hypertext. In: Proceedings, Third ACM Conference on Hypertext, San Antonio (Texas), Seite 389-394. ACM, 1991.
- [FD84] N. Fazzino und M. G. DeSimone: MEDLARS utilization profile in New England. Bulletin of the Medical Library Association, Band 72, Seite 6-11, 1984.
- [Fuh92] N. Fuhr: Konzepte zur Gestaltung zukünftiger Information-Retrieval-Systeme, Band R. Kuhlen (ed.): Experimentelles und praktisches Information Retrieval. Festschrift für Gerhard Lustig, Seite 59-75. Universitäts-Verlag Konstanz: Konstanz, 1992.
- [Gil90] D. G. Gilbert: Two hypercard stacks for molecular biology. Computer Applications in the Biosciences, Vol. 6(2), Seite 113-116, 1990.
- [HM87] S.M. Humphrey und N.E. Miller: Knowledge-based indexing of the medical literature: The indexing AID project. Journal of the American Society for Information Science, Vol. 38(3), Seite 184-196, 1987.
- [HMR90] R. B. Haynes, K. A. McKibbin und D. Fitzgerald; N. Ryan; C. J. Walker; M. F. Ramsden: Online access to Medline in clinical settings: a study of use and usefulness. Annals of Internal Medicine, Band 112, Seite 78-84, 1990.
- [HMS86] R. B. Haynes, K. A. McKibbin und D. Fitzgerald; G.H. Guyatt; C. J. Walker; D.L. Sackett:

- How to keep up with the medical literature V: Access by personal computers to the medical literature. *Annals of Internal Medicine*, Band 105, Seite 810-816, 1986.
- [Hof91] M. Hoffmann: Hypertextsysteme – Begrifflichkeit, Modelle, Problemstellungen. *Wirtschaftsinformatik*, Vol. 33(3), Seite 177-185, 1991.
- [Hut89] E. J. Huth: The underused medical literature. *Annals of Internal Medicine*, Band 110, Seite 99-100, 1989.
- [KH91] R. Kuhlen und R. Hammwöhner: Flexible Konversion von Fachtexten in nicht-lineare Strukturen. Ein Beitrag zur Automatisierung der Segmentierung von Hypertexteinheiten, der semantisch und pragmatisch spezifizierten Verknüpfung dieser Einheiten und des Aufbaus von benutzerangepaßten Pfadangeboten. Fachgruppe Informationswissenschaft, Universität Konstanz: Konstanz, Mai 1991.
- [Kra92] J. Krause: Intelligentes Information Retrieval. Rückblick, Bestandsaufnahme und Realisierungschancen, Band R. Kuhlen (ed.): *Experimentelles und praktisches Information Retrieval*. Festschrift für Gerhard Lustig, Seite 35-58. Universitäts-Verlag Konstanz: Konstanz, 1992.
- [Kuh89] R. Kuhlen, Hrsg.: *Pragmatischer Mehrwert von Information: Sprachspiele mit informationswissenschaftlichen Grundbegriffen*. Universität Konstanz: Konstanz. Informationswissenschaft, Bericht 1/89, 1989.
- [Kuh90a] R. Kuhlen: Rahmenbedingungen der Akzeptanz für den Einsatz wissenschaftlicher Verfahren am Beispiel der Sachbearbeitung einer Kreditbank, Band H. Bonin (ed.): *Entmythologisierung von Expertensystemen. Entscheidungsunterstützung in der öffentlichen Verwaltung*, Seite 87-103. Decker&Müller: Heidelberg, 1990.
- [Kuh90b] R. Kuhlen: Theoretische Grundlagen des pragmatischen Primats der Informationswissenschaft. In: J. Herget; R. Kuhlen (eds.): *Pragmatische Aspekte beim Entwurf und Betrieb von Informationssystemen*. Proceedings des 1. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft, Seite 13-18. Universitätsverlag Konstanz: Konstanz, 1990.
- [Kuh91a] R. Kuhlen: Aktivierung von Online-Informationenbanken aus Hypertextbasen. In: *Proceedings Online '91 Hamburg*, Seite IV.01-14. Online GmbH: Velbert, 1991.
- [Kuh91b] R. Kuhlen: Hypertext. Ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank. Springer-Verlag, Berlin etc. Edition SEL-Stiftung, 1991.
- [Kuh91c] R. Kuhlen: Nicht-lineare Strukturen in Hypertext. Joachim Haessler: Schömborg, 1991
- [Kuh91d] R. Kuhlen: Zur Theorie informationeller Mehrwerte. In: H. Killenberg and R. Kuhlen and H.-J. Manecke (eds.): *Wissensbasierte Informationssysteme und Informationsmanagement*. Proceedings des 1. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft, Seite 26-39. Universitätsverlag Konstanz: Konstanz, 1991.
- [Kuh92] R. Kuhlen: Hypertext und Information Retrieval – mehr als Browsing und Suche, Band R. Kuhlen (ed.): *Experimentelles und praktisches Information Retrieval*. Festschrift für Gerhard Lustig, Seite 309-324. Universitäts-Verlag Konstanz: Konstanz, 1992.
- [LT89] A. H. Levy und D. R. Thursh: The implementation of a knowledgebased pathology hypertext under hypercard. *J.Med.Syst.*, Vol. 13(6), Seite 321-329, 1989.
- [Mar92] K. Y. Marcaccio: *Directory of online databases*. Cuadra Ass.: Detroit, 1992.
- [MB91] P.G. Marchetti und N.J. Belkin: Interactive online search formulation support. In: M.E. Williams (ed.): *12th National Online Meeting*, Seite 291-293. Learned Information, 1991.
- [McC89] B. McClelland: Online hypertext: Intelligent linking across databases. In: *National Online Meeting Proceedings*, Seite 291-293. Learned Information, 1989.
- [Mic91] E. Michel: Hyper-Advokat – Konzeption und Realisierung eines juristischen Hypertextsystems. In: H. Killenberg and R. Kuhlen and H.-J. Manecke (eds.): *Wissensbasierte Informationssysteme und Informationsmanagement*. Proceedings des 1. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft, Seite 182-196. Universitätsverlag Konstanz: Konstanz, 1991.
- [MT88] C. J. McDonald und W. M. Tieney: Computer-stored medical records: their future role in medical practice. *Journal of American Medical Association*, Band 259, Seite 3433-3440, 1988.
- [NLoM86] Medical Subject Headings Section National Library of Medicine: *Medical subject headings, annotated alphabetical list*. National Technical Information Service: Springfield, Virginia, 1986.
- [Osb92] B. I. Osborne: HyperPCR: a macintosh hypercard program for the determination of optimal PCR annealing temperature. *Computer Applications in the Biosciences*, Vol. 8(1), Seite 83, 1992.
- [Pup87] F. Puppe: *Diagnostisches Problemlösen mit Expertensystemen*. Springer-Verlag: Hamburg etc. Informatik-Fachberichte 148, 1987.
- [Rei92] U. Reimer: Verfahren der automatischen Indexierung. Benötigtes Vorwissen und Ansätze zu seiner automatischen Akquisition: Ein Überblick, Band R. Kuhlen (ed.): *Experimentelles und praktisches Information Retrieval*. Festschrift für Gerhard Lustig, Seite 171-194. Universitäts-Verlag Konstanz: Konstanz, 1992.
- [Rhe92] H. Rheingold: *Virtuelle Welten. Reisen im Cyberspace*. Rowohlt: Reinbek bei Hamburg, 1992.
- [RSM87] G. D. Rennels, E. H. Shortliffe und F. E. Stoekdale; P. L. Miller: *A computational model of*

- reasoning from the clinical literature. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, Band 24, Seite 139-149, 1987.
- [Sch90] K. Schill: *Medizinische Expertensysteme: Methoden und Techniken*. München, 1990.
- [Sel88] H. K. Selbmann: *Probleme und Hoffnungen medizinischer Informationssysteme*, Band F. Baur (ed.): *Nutzungsbilanz moderner Informations- und Kommunikationssysteme aus Anwendersicht: Vorträge des am 15./16. Juni 1988 in München abgehaltenen Kongresses*, Seite 233-249. *Telecommunications: Berlin etc.*, 1988.
- [Sho76] E. H. Shortliffe: *Computer-based medical consultations: MYCIN*. *Artificial intelligence series 2*: New York, 1976.
- [Sho87] E. H. Shortliffe: *Computer programs to support clinical decision making*. *Journal of the American Medical Association*, Band 258, Seite 61-66, 1987.
- [Shu88] A. T. Shulgin: *Development of a drug database – hypercard is valuable in the construction of an intuitively usable and quickly distributed source of reference material*. *Journal of the Forensic Science Society*, Vol. 28(4), Seite 268, 1988.
- [Sim92] L. Simon: *Intelligente Handbücher für Expertentätigkeiten*. Dissertation Erlangen, 1992.
- [Tim89] T. Timpka: *Introducing hypertext in primary health care: study on the feasibility of decision support for practitioners*. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, Band 29, Seite 1-13, 1989.
- [Usd92] K. Usdin: *Hypercard-based data management tools for molecular biologists*. *Computer Applications in the Biosciences*, Vol. 8(2), Seite 107-111, 1992.
- [Wal90] J. Wallmansberger: *Open hypertext environments: towards the integrated information workplace*. In: *Online Information 90, Proceedings, 14th International Online Information Meeting*, Seite 361-368, 1990.
- [WB89] S. H. Woolf and D. A. Benson: *The medical information needs of internists and pediatricians at an academic medical center*. *Bulletin of the Medical Library Association*, Band 77, Seite 372-380, 1989.
- [Wer91] T. Werner: *A hypercard shell for the human genome mapping database (Hgm) including a stand-alone reference database*. *Nucleic Acids Research*, Vol. 19(7), Seite 1711, 1991.
- [Wid92] L. Widzinski: *Annotated bibliography of hypertext/hypermedia in the health sciences*. *Journal of Biocommunications*, Vol. 19(1), Seite 9-13, 1992.
- [Zab92] S. Zabka: *Entwicklung einer Hypertext-Umgebung zur Unterstützung der Forschungsarbeit einer naturwissenschaftlichen Arbeitsgruppe*. *Diplomarbeit im Aufbaustudiengang Informationswissenschaft an der Universität Konstanz: Konstanz, 12/1992*.