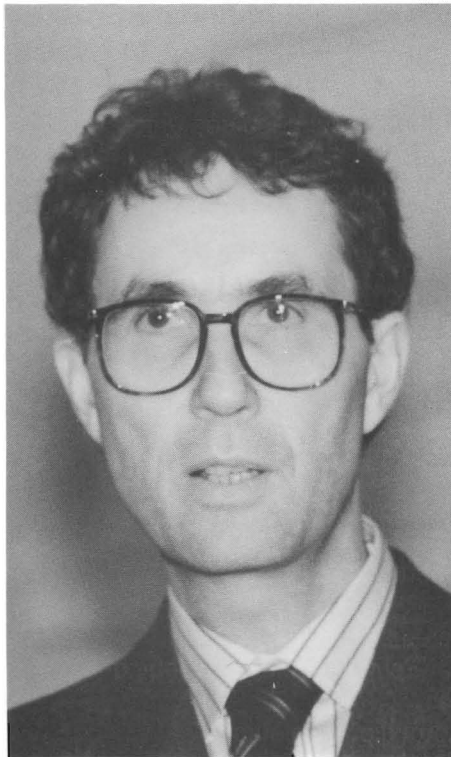


Rainer Kuhlen
Nicht-lineare Strukturen
in Hypertext

1991

H A E S S L E R



Univ. Prof. Dr. phil. Rainer Kuhlen

Der Autor

Univ. Prof., Dr. phil.; Jahrgang 1944; verheiratet mit Dr. E. Couper-Kuhlen; 2 Kinder; seit 1980 Inhaber des Lehrstuhls für Informationswissenschaft an der Universität Konstanz;

Berufungen an die Gesellschaft für Information und Dokumentation, Frankfurt, und die Universität Hamburg;

1990 Forschungspreis "Technische Kommunikation" der SEL-Stiftung;

Forschungsschwerpunkte: Information Retrieval, wissensbasierte Informationsverarbeitung, Informationslinguistik, Informationsmanagement, Grundlagenprobleme der Informationswissenschaft, Hypertext;

Aufbau und Betrieb des viersemestrigen Diplom-Aufbaustudiums der Informationswissenschaft mit den Schwerpunkten Informationsvermittlung und Informationsmanagement;

Mitgliedschaft in zahlreichen nationalen und internationalen Fachkomitees, Beiräten,

Gutachterausschüssen und wissenschaftlichen Gesellschaften;

Mitherausgeber/Editorial von Fachzeitschriften: Nachrichten für Dokumentation, Journal of Information Science, Information Processing & Management sowie der Reihe "Sprache und Information" (Niemeyer);

Vorstandsvorsitzender der Gesellschaft für angewandte Informationswissenschaft e.V. Konstanz (GAIK);

Vorstandsvorsitzender des Hochschulverbandes Informationswissenschaft (HI).

Wichtige Veröffentlichungen des Autors finden sich im Anhang.

Inhaltsverzeichnis

Nicht-lineare Strukturen
in Hypertext

1. Was ist Hypertext?
2. Hypertext im Kontext bestehender Informationssysteme
3. Die Architektur eines Hypertextsystems
4. Hypertext-Pioniere
5. Erfolgsfaktoren von Hypertext
6. Anwendung von Hypertext
7. Entwicklung und Stand
8. Systeme
9. Forschungsprobleme

Einige Literaturhinweise

Wichtige Veröffentlichungen des Autors

1. Was ist Hypertext?

Hypertext bzw. Hypermedia¹⁾ beruht auf der Idee, daß Wissen, zumal unter den Bedingungen einer fortschreitenden Informatisierung auch von Bereichen des intellektuellen Lebens, nicht länger auf lineare und einheitliche Weise, z.B. in Texten, dargestellt bzw. rezipiert werden muß, sondern in mehrfacher Hinsicht flexibilisiert werden kann: Zum einen kann sich die Darstellung von Wissen der ganzen Bandbreite und der Kombination heute über Rechner verfügba-

¹⁾ Wir gebrauchen der Einfachheit halber im folgenden Text die Bezeichnung "Hypertext", auch wenn wir die multimedialen Eigenschaften von Hypertext dabei mit ansprechen. Mit der Bezeichnung "Hypertext" werden eher die methodischen Probleme bei der Entlinearisierung von Text bzw. der entlinearierten Darstellung von Wissen angesprochen, während der Ausdruck "Hypermedia" die technische Bandbreite der zum Einsatz kommenden Medien assoziieren läßt. Beides gehört aber mit Blick auf die Entwicklung multimedialer Hypertextsysteme zusammen.

Die Gedanken und zum Teil auch die Formulierungen dieses Buches stützen sich auf eine Gesamtdarstellung des Autors von Hypertext, die 1990 mit dem Forschungspreis "Technische Kommunikation" der SEL-Stiftung ausgezeichnet wurde und die im Frühjahr 1991 im Springer-Verlag unter dem Titel "Hypertext - ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank" erscheinen wird.

rer Medien (Texte, Graphiken, Tonträger, bewegte Bilder) bedienen, zum andern kann Wissen in kleinere, handhabbare, in sich selbständige Einheiten oder Objekte zerlegt werden, die wiederum auf sehr vielfältige Art untereinander verknüpft werden können. Assoziative Verknüpfung von Einheiten (Objekten) ist das kreative Element von Hypertext.

Verknüpfung ("linking") ist somit die fundamentale Idee von Hypertext. Das in einer Menge verknüpfter Objekte dargestellte Wissen ist komplexer als das in der Gesamtheit isolierter Objekte dargestellte. Der zuweilen erhobene Anspruch der kognitiven Plausibilität von Hypertext leitet sich weitgehend aus dieser vermuteten Analogie zur Speicherung von Wissen im menschlichen Gehirn ab. Kreative Assoziation hängt sicherlich von dem Ausmaß der Verknüpfung ab. Verknüpfungen herstellen und festhalten zu können, gilt ja nicht erst seit Hypertext, sondern wohl immer schon als wesentliche Intelligenzleistung: Zum einen, Ähnlichkeiten, Gegensätze, allgemein semantische, argumentative oder nur assoziative Bezüge zwischen unterschiedlichen Objekten oder Ereignissen erkennen zu können; zum andern aber auch, diese oft nur flüchtigen assoziativen Einblicke,

Gedankenblitze dauerhaft und damit verfügbar zum Bestandteil des aktiven Gedächtnisses machen zu können. Die Anzahl der aktiven Verknüpfungen macht unser bestehendes Wissen, die Summe unserer Erfahrung, aus. Neues Wissen aufzunehmen bedeutet, neue Verknüpfungen zwischen schon Bekanntem zu entdecken oder gezeigt zu bekommen. Dazu leistet Hypertext Hilfestellung.

Wissensobjekte und ihre Verknüpfungen werden in einer sogenannten *Hypertextbasis* verwaltet. Man kann sich eine Hypertextbasis als ein sehr komplexes Netzwerk vorstellen, in dessen Knoten die (multimedialen) Objekte des Wissens eingetragen und über dessen Kanten die Verknüpfungen realisiert sind. Von jedem Objekt kann eine Vielzahl von Verknüpfungen ausgehen, so daß sich dem Nutzer der Hypertextbasis die (Qual der) Wahl eröffnet, der Verknüpfung zu einem neuen Objekt nachzugehen, die ihm besonders attraktiv erscheint. In Hypertexten assoziiert man eher, als daß man gezielt sucht. Man wandert sozusagen freinavigierend in Hypertexträumen, die andere hoffentlich vernünftig aufgebaut haben. Aus dem Bild des gesponnen Netzwerks wird deutlich, daß aus Hypertexten keine ein-

deutig linearen Wege abgeleitet werden können. Ein Netz kann nicht eindeutig linearisiert werden. Jeder Benutzer baut sich seine eigenen Pfade auf. Auf dieser freien Assoziationsidee beruhen die *Hypertextsysteme der ersten Generation*.

Bleiben Benutzer größerer Hypertextbasen jedoch sich bzw. ihren Assoziationen selber überlassen, so entsteht das, was im Amerikanischen anschaulich "lost in hyper space" heißt. Die Gefahr des Orientierungsverlustes bei rein assoziativen Hypertexten ist zu offensichtlich. Ohne weitere Unterstützung ist tendenziell die Perspektive des Lesers nur auf die jeweils aufgerufene Hypertexteinheit eingeeengt. Zur Beschreibung dieser Fixierung auf den näheren Kontext hat sich die Bezeichnung "informationelle Kurzsichtigkeit" eingebürgert. Mit jedem neu aufgerufenen Knoten kann sich die Notwendigkeit ergeben, aus einer Vielzahl möglicher Verzweigungen eine Entscheidung mit sich daraus ergebenden Konsequenzen zu fällen. Der Informationsgehalt der Folgeinheit läßt sich jedoch erst im nachhinein bestimmen, so daß nach jeder Abzweigung der Nutzen des jeweils eingeschlagenen Weges von neuem abzuschätzen und gegebenenfalls ein alter-

nativer Weg zu ermitteln ist. Dieses Problem wird beim weiteren Fortschreiten immer schwieriger zu lösen sein, da ja nicht nur die direkten Nachbarn oder Nachfolger eingeschätzt werden müssen, sondern auch die daran anschließenden, zum Teil langen Ketten, die entsprechend der nicht-linearen Verknüpfungstechnik zu komplexen Netzen werden. Entsprechend sind wohl Formen der Übersicht, der Anleitung und der Kontrolle unverzichtbar. Auch die Freiheit in Hypertext wird nicht unbeschränkt sein. Dieser Problematik wurde dann auch sehr bald in *Hypertextsystemen der zweiten Generation* Rechnung getragen. Diese Systeme der zweiten Generation können übersichtlicher werden durch

- a) Strukturierung der gesamten Hypertextbasis, z.B. durch durchgängige Hierarchisierung der Modellierungstechniken. Sicherlich widerspricht ein strikt hierarchischer Aufbau dem nicht-linearen Grundgedanken von Hypertext, jedoch zeigen erste empirisch gestützte Untersuchungen, daß Benutzer auch von Hypertextsystemen sich gerne, zumindest zur Übersicht, auf hierarchische Strukturen verlassen wollen. Dies schließt ja nicht aus, daß in die hierarchische Gesamtstruktur netzartige Querweisungen eingebaut sind, also die nicht-lineare Technik dennoch zum Einsatz kommen kann.

- b) Orientierungsformen vielfältiger Art, z.B. durch graphische Übersichten, aber auch durch die Anpassung traditioneller Formen, wie Register oder Inhaltsverzeichnisse, an die Möglichkeiten von Hypertext. Benutzer können ebenfalls "Lesezeichen" setzen, zu denen sie als zu gesicherten Bezugspunkten zurückspringen können.
- c) Navigationsangebote, mit denen in sich kohärente Teilmengen von Hypertexteinheiten unter thematischen Gesichtspunkten in sogenannten Pfaden von den "Autoren" der Hypertextbasis - vielleicht sollte man eher von Hypertext-Ingenieuren sprechen - zusammengestellt werden. Natürlich sollte man aus diesen geführten Besichtigungstouren ("guided tours") jederzeit herauspringen können.

2. Hypertext im Kontext bestehender Informationssysteme

Auch beim Entwurf von Hypertextsystemen geht man davon aus, daß Wissen, traditionell als interne kognitive Struktur in Menschen verstanden, in eine kommunizierbare Form der Darstellung gebracht werden muß. Unsere natürliche Sprache ist eine solche Darstellungsform, auch das konzeptuelle Modell, mit dem ein Weltausschnitt mit Blick auf die Verwendung in einem Datenbanksystem modelliert wird, ebenso die Menge der Regeln, die die Wissensbasis eines Expertensystems ausmacht. Wir nehmen an, daß - neben den multimedialen Möglichkeiten und der Verknüpfungsidee - die besondere Attraktivität von Hypertext darin besteht, daß verschiedene, traditionelle und gegenwärtige, Formen der Darstellung von Wissen und der Erarbeitung von Information in Hypertext zusammengebracht werden können.

Hypertext erscheint uns so als eine attraktive und realistische Chance, unsere *Informationsprobleme* in vielen privaten und professionellen Situationen besser in den Griff zu bekommen - attraktiv deshalb, weil der

Zugriff zu den Informationen leichter und natürlicher geschieht als bei den bislang das Feld der elektronischen Informationssysteme beherrschenden Datenbanken oder On-Line-Informationenbanken; realistisch deshalb, weil es angesichts der ungeheuer großen und ständig anwachsenden Menge an Informationen auf dem Gebiet der Fachkommunikation auf absehbare Zeit noch nicht möglich sein wird, flächendeckend wissensbasierte Systeme, Expertensysteme oder Wissensbanken, auf automatisierter Grundlage, aufzubauen. Hypertext ist so eine attraktive und realistische Zwischenstufe in der Entwicklung von Informationssystemen, zwischen den "unintelligenten" Datenbanksystemen und den "intelligenten" Wissensbanksystemen. Hypertext befreit uns von den formalen Kommandosprachen, beläßt uns aber noch die vertrauten Formen der Wissensdarstellung (Texte, Bilder, Töne, bewegte Bilder), vielleicht in fragmentierter, komprimierter und vernetzter Form, aber nicht aufgelöst in formale Wissensstrukturen der Sprachen der Künstlichen Intelligenz. Hypertextsysteme sind in dem Sinne keine Wissensbanken und auch keine Problemlösungssysteme. Die Interpretations- und Schlußfolgerungsleistung, aus den Objekten der Hypertextbasis das benötigte Wissen

herauszuziehen und sich anzueignen, bleibt beim Menschen.

3. Die Architektur eines Hypertextsystems

Das Wissen über einen Objektbereich wird, wie erwähnt, in einem Hypertextsystem in einer Hypertextbasis dargestellt (zuweilen spricht man aber auch einfacher von "dem Hypertext"). Die Hypertextbasis kann entstanden sein aus einem einzelnen Gegenstand, z.B. einem Handbuch oder einem Lexikon, oder aus heterogenen und kontinuierlich wachsenden Quellen eines Objektbereichs, aber sie kann auch direkt, d.h. ohne den "Umweg" über eine oder mehrere vorgegebene Wissensquelle(n) durch die Autoren der Hypertextbasis direkt erstellt werden. In den ersten beiden Fällen spricht man von der Konversion von Text in Hypertext, im letzten Fall ordnet man Hypertext in die Autorensysteme ein, da in diesem Fall die Hypertextmethode dafür verwendet wird, den kognitiv komplizierten Prozeß des Schreibens durch Autoren zu unterstützen. Besonders anspruchsvoll wird dies, wenn, wie es heute in wissenschaftlichen aber auch administrativen Umgebungen immer

häufiger der Fall ist, mehrere Autoren an einem "Text" bzw. an einem "Hypertext" gemeinsam "schreiben". Bislang geht man noch eher davon aus, daß der Prozeß des Schreibens, auch unter Verwendung der Werkzeuge von Hypertext, letztlich in einem linearen Text herkömmlicher Art endet. Dies wird in der Zukunft aber nicht der Fall sein müssen. Ein Hypertext kann durchaus ein Endprodukt für sich sein. Der Teil des Hypertextsystems, der für die Eingabe - sei es über Textkonversion oder Direktschreiben - zuständig ist, wird die *Autoren-* oder auch *Analyse-Komponente* genannt. Sie dient dem Aufbau der Hypertextbasis.

Neben der Eingabe muß auch der Zugriff zu der Hypertextbasis organisiert sein. In der englischsprachigen Literatur wird dafür die Bezeichnung "Browsing" verwendet. Eine Übertragung dieser englischen Bezeichnung ins Deutsche ist nicht einfach. Vielleicht ist "Blättern" oder "Stöbern" noch am passendsten. Der Browsing-Effekt ist z.B. im Bibliotheksbereich seit längerem bekannt. Er entsteht z.B. dadurch, daß Benutzer in systematisch geordneten Beständen nach einem bestimmten Buch suchen und dabei im Mitnahmeeffekt andere, auch einschlägige Informationen aufnehmen. Läßt man sich

durch die mitgenommene Information so ablenken, daß man das ursprüngliche Ziel darüber ganz vergißt, spricht man im Englischen vom "Serendipity"-Effekt. Beides - Browsing und Serendipity - ist nach allgemeiner Einschätzung wesentlich für kreatives Informationsverhalten.

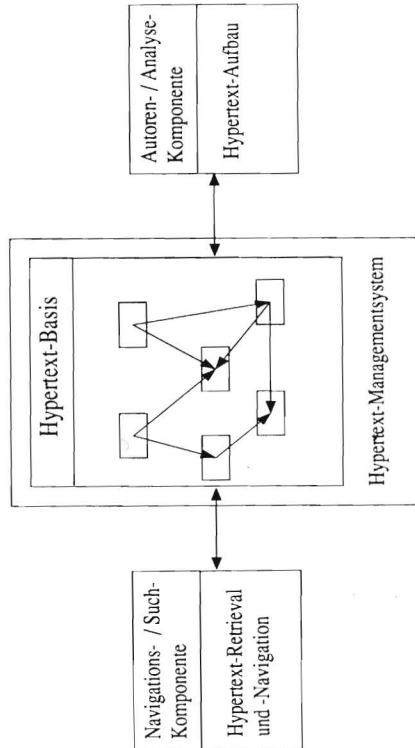
Nach den bisherigen Erfahrungen wird man Hypertext sicher nicht nur im "Browse-Mode", also nicht nur auf eher assoziative Weise nutzen; vielmehr wird "Browsing", spätestens seit den Systemen der zweiten Generation, ergänzt sowohl durch mehr kontrolliertes Navigieren als auch durch gezieltes Suchen, entsprechend den Prinzipien des Information Retrieval (vgl. den Beitrag von G. Salton, Automatic Information Processing, in dieser Reihe, 1990). Was bei Hypertext verkürzt "Browsing" heißt, ist eher ein Zusammenspiel von freiem Stöbern, Navigieren und Suche. Wurde in der Vergangenheit "Browsing", und damit assoziatives Suchverhalten, als das wesentliche Merkmal von Hypertext angesehen, so weiß man heute durch den Umgang mit größeren Hypertexten, daß freies assoziatives Suchverhalten nicht in jeder Hinsicht zum gewünschten Erfolg führt. Entsprechend sind in weiterentwickel-

te Hypertextsysteme Navigationsangebote und eher klassische Suchfunktionen des Information Retrieval eingebaut. Mit solchen Funktionen ist es möglich, aus einer großen Hypertextbasis eine relevante Teilmenge zu selektieren, in der dann anschließend freier "herumgewandert" werden kann. Auch bei Navigationsangeboten, z.B. bei den erwähnten "geführten Besichtigungstouren", bleibt die Möglichkeit des Ausstiegs aus den Systemangeboten und damit das Umsteigen zum freien "Browsing" erhalten, so daß wir die Bezeichnung "Navigation" als Oberbegriff für das für Hypertext typische "Wandern" in Hypexträumen ansehen wollen, das durch das im Information Retrieval übliche gezielte Suchen ergänzt wird. Wir wollen also mit Blick auf die Nutzerseite von der Navigations-/Suchkomponente oder auch verkürzt von der Navigationskomponente sprechen.

Wenn man sich zuletzt noch vergegenwärtigt, daß die Hypertextbasis über ein geeignetes Verwaltungssystem, ein Hypertext-Managementsystem, verfügen muß, wozu in der Zukunft objektorientierte Datenbanktechniken verwendet werden dürften, dann kann man das Zusammen-

spiel der verschiedenen Komponenten in folgende Darstellung bringen:

Abb. 1 Architektur von Hypertextsystemen



4. Hypertext-Pioniere

Die Idee, Wissen in einer freieren, assoziativen Form zu organisieren, ist nicht neu. Die Hypertextforscher beziehen sich dafür gerne auf die Ausführungen von Vannevar Bush in seinem Aufsatz "As we may think" von 1945, die sicherlich in den letzten vier Jahren zu den am meisten zitierten Arbeiten im Umfeld von Hypertext gehören. Bushs "Memex" ist ein (auf dem Papier entworfenes, nicht experimentell realisiertes) Informationssystem, das auf dem methodischen und technischen Stand dokumentarischen Wissens (Indexieren, kontrollierte Vokabularien, Relationierung und Mikroverfilmung) von 1945 aufsetzt, dieses allerdings mit der Radikalisierung der Idee der Verknüpfung ("association") kritisiert und erweitert und damit einen richtungsweisenden Entwurf vorgelegt hat, der bis heute die Ideen von Systemgestaltern befruchtet. Memex ist sicher auch aus der Frustration entstanden, sich ständig mit linearen Ordnungsmitteln (Akten, Katalogen, Registern) auseinandersetzen zu müssen - wo habe ich meinen Sachverhalt abgelegt: unter C wie Computer oder R wie Rechner oder W wie Workstation oder doch unter P wie Personal Computer? So terminologisch kontrolliert

und linear angeordnet funktioniere unser Gehirn - so Bush - nicht.

Memex war als eine Maschine konzipiert, welche das menschliche Gedächtnis und sein Assoziationsvermögen erweitern und unterstützen sollte. Kurios und originell und bis heute in der persönlichen Verfügbarkeit nicht von optischen Beleglesern erreicht, ist die Art der Eingabe. Sie sollte, noch einmal: es war 1945, so funktionieren, daß alles Material, das dem Besitzer eines Memex im Lauf eines Tages vorkommt und das er festhalten will, über eine an der Stirn befestigte Kamera fotomechanisch dauerhaft in Massenspeichern verfügbar gemacht und über leistungsstarke assoziative Verknüpfungstechniken miteinander verbunden wird. Daß Bush durchaus in Dimensionen heutiger optischer Speicher dachte, wird an seiner Abschätzung deutlich: Selbst wenn ein Mensch 5000 Seiten an Materialien pro Tag eingäbe, sollte der Speichervorrat für einige hundert Jahre reichen. Anders als manchen heutigen Vertretern der optischen Speichertechnik, die mit der Verfügbarkeit von Massenspeichern auch gleichzeitig die Probleme der Ordnung, der Inhaltserschließung und des Retrieval als gelöst ansehen, war sich Bush der Indexierungsaufgabe und

-problematik durchaus bewußt. Wir zitieren hier die einschlägige, berühmte Passage (Bush, 1945, 106):

"The real heart of the matter of selection, however, goes deeper than a lag in the adoption of mechanisms by libraries, or lack of development of devices for their use. Our ineptitude in getting at the record is largely caused by the artificiality of systems of indexing. When data of any sort are placed in storage, they are filed alphabetically or numerically, and information is found (when it is) by tracing it down from subclass to subclass. It can be in only one place, unless duplicates are used; one has to have rules as to which path will locate it, and the rules are cumbersome. Having found one item, moreover, one has to emerge from the system and reenter on an new path.

The human mind does not work that way. It operates instantly to the next that is suggested by the association of thoughts, in accordance with some intricate web of trails carried by the cells of the brain. It has other characteristics, of course; trails that are not frequently followed are prone to fade, items are nor fully permanent, memory is transitory. Yet the speed of action, the intricacy of trails, the detail of mental pictures, is awe-inspiring beyond all else in nature."

Um zu ähnlichen Leistungen auf maschineller Basis zu kommen, schlug Bush ein assoziatives Indexieren vor (ohne dies aller-

dings in methodischer oder gar experimenteller Hinsicht ausführen zu können), auf dessen Grundlage ein Benutzer des Memex assoziative Pfade (Bush nannte sie "trails") durch das gesamte Material schlagen könnte, die er dann auch an Bekannte weitergeben könnte.

Nicht minder wegweisend für die Hypertextforschung waren die Arbeiten von Douglas C. Engelbart und die Entwicklung von AUGMENT. Auch wenn diese meistens eher in den für Hypertext wichtigen technologischen Entwicklungsstrang eingebettet werden, so sollte doch festgehalten werden - und Engelbarts Absicht spiegelt sich ja auch im Namen seines Systems wider -, daß AUGMENT als ein Instrument zur Erweiterung der Fähigkeiten eines sogenannten "knowledge worker" entworfen wurde. AUGMENT wurde schon ab 1963 am SRI International in Stanford entwickelt, ursprünglich auf "Time-sharing"-Großrechnern in einer Netzumgebung. Richtungsweisend wurden dann die eingesetzten Werkzeuge, die den heutigen Standard von Personalcomputern und individuellen Arbeitsplatzrechnern bestimmen: Maus als Eingabemedium, Mehrfachfenstertechnik mit "paralleler" Verarbeitung, Verknüpfung

heterogener Materialien über Zeiger, intensiver, integrierter Einsatz von Graphik (allerdings erst später durch "bitmap displays" möglich geworden). Engelbart sah die durch AUGMENT zu erzielenden Mehrwerteffekte gegenüber linearen Formen wie Bücher in aller Deutlichkeit, umschrieb sie auch schon in Reiseumphern ("traveling through the working files") und wollte sie vor allem durch eine Einbindung in eine kooperative Arbeitsumgebung erreichen. AUGMENT war von Anfang an in eine elektronische Kommunikationsumgebung eingebettet, die z.B. verteiltes Publizieren und Editieren, elektronische Dokumentauslieferung, elektronische Post, Telekonferenzen erlauben sollte.

Für die engere Hypertextentwicklung waren dann sicherlich die Arbeiten von Ted Nelson am einflußreichsten. Nicht nur, daß die beiden Bezeichnungen "Hypertext" und "Hypermedia" auf ihn zurückgehen, sondern vor allem seine unkonventionellen und über Jahrzehnte verfolgten Ideen eines universalen Wissensverwaltungs- und Informationsbereitstellungssystem, XANADU, machen ihn zu einem der kreativsten Hypertextforscher. Die im Prinzip beabsichtigte weltweite Realisierung von

XANADU soll darauf abzielen, die physikalische Präsenz relevanter Information am Arbeitsplatz zugunsten der logischen Verknüpfung zu beliebig entfernten Einheiten jeder medialen Art aufzuheben. In der Sprache der einfachen Textverarbeitung mag das bedeuten, daß das alte "cut/copy/paste"-Paradigma zugunsten permanenter oder temporär limitierter Verknüpfung aufgegeben werden kann, oder, noch plastischer, den Wechsel vom "clipboard" zum "linkboard". Nicht länger muß alles kopiert, bestellt, besorgt oder gekauft, also vor Ort präsent gehalten werden, wenn über die richtigen Verknüpfungen die richtigen Materialien angesteuert und über Telekommunikationsverbindungen sichtbar gemacht werden können. In diesem Sinne ist XANADU eine besonders ambitionöse Variante elektronischer Publikationssysteme, die offen für alle öffentlich zugänglichen "Materialien" ist, obgleich auch private Dokumente in persönlichen Dateien ("private files" - wie sie im Bereich des Information Retrieval heißen) von ihren Besitzern in XANADU gekennzeichnet und damit vor fremdem Zugriff geschützt werden können. Besonderer Wert wird auf die Versionenkontrolle, d.h. die Verwaltung verschiedener Textfassungen und Kommentare, gelegt. Für jedes Doku-

ment, jede Version oder jeden Kommentar gibt es Speicher- und entsprechende Abfragegebühren. Für den Inhalt, die Verknüpfungen oder die Indexierung (bzw. sonstige Erschließung) des Materials sind die jeweiligen Benutzer selber verantwortlich. XANADU stellt nur die Speicherkapazität bzw. die Technik zur Verwaltung heterogener verteilter Speicher und das Wissen zur Verwaltung der Materialien, ihrer Versionen und Verknüpfungen und das Abrechnungsverfahren bereit, enthält sich selber aber jeglicher inhaltlicher Aufbereitung oder gar einer Zensur bzw. Zugriffsreglementierung. Ebenso sind die Endbenutzer für ihre Hypertext-"Browsing"-Software als "front-ends" zuständig.

5. Erfolgsfaktoren von Hypertext

Hypertext ist ein typisch *interdisziplinäres* Forschungs-, Entwicklungs- und Anwendungsgebiet. Unabhängig von der Disziplinenzuordnung kann man drei allgemeine Interessen an Hypertext ausmachen:

- In Umgebungen der experimentellen Informatik und Informationswissenschaft, aber auch in Organisationen kommerzieller Softwareerstellung, ist man an der Entwicklung neuer Systemtypen oder neuer Systemeigenschaften interessiert und entsprechend werden wissenschaftliche und technische Beiträge erstellt und auf den einschlägigen Fachkonferenzen präsentiert. Das Interesse an Hypertext zielt also auf allgemeine *System- und Software-Entwicklung* ab.
- Hersteller von Informationsprodukten des Informationsmarktes nutzen bereits entwickelte Hypertextbasis-Software, um bestimmte Anwendungsgebiete mit Blick auf Hypertext zu modellieren und auf dieser Grundlage kommerziell verwertbare Hypertextbasen aufzubauen und anzubieten. Hier deuten sich ähnliche Entwicklungen wie in der Künstlichen Intelligenz an, wo allmählich wissensbasierte Produkte auf der Basis von "Shell"-Systemen entstehen. Es sieht so aus, daß sich analog zur Wissenindustrie eine Hypertextindustrie entwickelt, deren Leistung darin bestehen wird, entweder Produkte für den allgemeinen Markt zu erstellen, z.B. Enzyklopädien, Reiseführer, allgemeine Auskunftssysteme, oder aber, ebenfalls unter Verwendung

kommerzieller Software, für Kunden spezielle Hypertextbasen zu erstellen. Auf dieser Ebene handelt es sich um ein Interesse an der *Konstruktion von Wissensprodukten durch Erstellung von Hypertextbasen*.

- Experimentelle und kommerzielle Hypertextsysteme werden nach unterschiedlichen Aspekten, überwiegend aus kognitivem Interesse, empirisch und theoretisch untersucht, z.B. inwieweit durch die Technik des Aufbaus von Hypertextbasen der Prozeß der Wissenserstellung oder des technischen Schreibens beeinflusst wird bzw., aus der anderen Sicht der Informationserarbeitung, welchen Einfluß nicht-lineare "Browsing"- und Navigations-Techniken auf Wissensrezeption oder, allgemeiner, auf Lernen haben können. Hier zielt das Interesse (von Schreibforschern, Psychologen, Erziehungswissenschaftlern, Linguisten, aber auch Informationswissenschaftlern), eher auf die *Modellierung und Simulation kognitiver Prozesse*.

Betrachtet man die Karriere neuer technischer Produkte - und auch Hypertext ist ja ein solches -, dann fällt auf, daß erfolgreiche zwar immer etwas grundsätzlich Neues und Attraktives anbieten müssen, daß sie aber zumindest partiell an Bekanntes und Gewohntes anknüpfen, so z.B. das Automobil an die Kutsche. Das ist auch bei Hypertext gegeben - vielleicht radikalisiert Hypertext nur, was in unseren gewohnten,

klassischen linearen Formen der Darstellung von Wissen, z.B. Reden oder Texte, immer schon angelegt war. Vorträge und Reden sind die klassischen linearen Formen der Darstellung von Gedanken. Aber sind Reden wirklich nur sequentiell? Verweisen wir nicht auch zuweilen auf das, was kommen wird, z.B. um die Spannung zu erhöhen, oder beziehen wir uns nicht auf Gesagtes, um Konsistenz, die Kohärenz der Rede, zu bewirken? Gibt es etwa so etwas wie Linearität bei der Mitteilung von Gedanken gar nicht in Reinkultur? Kann es dies vielleicht deshalb nicht geben, weil offenbar in unserem menschlichen Gehirn Wissen auch nicht linear angeordnet, sondern in hohem Ausmaß vernetzt ist?

Der Verdacht der Nicht-Linearisierung trifft sicherlich in noch höherem Maße auf unsere Aufnahme von Wissen zu. Zwar wird mit Rücksicht auf das reine Hören eine Rede sequentiell aufgenommen - aber was die Zuhörenden intern damit machen, ist ihre Sache. Jeder wird anderes Vorwissen haben, heftet das Stück neuer Information an andere vorhandene Knoten an. Vorbei ist es aber auf jeden Fall mit der Linearität. Nur der Gedächtniskünstler wird nach wenigen Minuten noch größere Passagen mündlich

vorgetragener Reden sequenzialisieren können. Aufgelöst, zerstückelt, atomisiert, aber wohl kaum hermetisch fragmentiert oder isoliert, sondern eingebunden in den alten Bestand - bereit, bei neuer Gelegenheit neu und anders wieder linearisiert zu werden.

Was schon für gesprochene Sprache gilt, trifft weitaus mehr für die Form zu, in der wir, zumindest in der Wissenschaft, am meisten gewohnt sind, Gedanken auszudrücken: Texte oder Bücher. Bücher, die als Massenmedium auch erst kaum 500 Jahre alt sind, werden natürlich in erster Linie linear gelesen, sind aber schon von ihrer Erscheinungsform - zweidimensional auf einer Seite, dreidimensional als ganzes Buch - auf Nicht-Linearität angelegt. Man kann auf Buchseiten hin- und herspringen, die Seiten durchblättern, überfliegen, an beliebiger Stelle auf eigene Rechnung einsteigen und vor allem Hilfsmittel der Orientierung verwenden, die uns gezielt auf Information zugreifen lassen. Wir sind alle im Gebrauch von Inhaltsverzeichnissen, Registern oder Fußnoten durch einige Gewöhnung geschult, so daß wir, zumindest in Fachtexten, weniger bislang in literarischen Produkten, nur ganz selten von "links oben" auf der ersten Seite bis "rechts unten"

auf der letzten Seite durchlesen. Wer liest technische Hand- und Wartungsbücher linear, wer ein Lexikon oder ein Kochbuch, wer die Bibel, wer einen Opernführer?

Hypertext ist also keineswegs die Hyperrealität von Text, nicht etwas grundlegend Neues, sondern bringt auf der Grundlage moderner Informations- und Kommunikationstechnologie das einer Verwirklichung näher, was zu unserer menschlichen Ausstattung gehört und wozu sich jeder häufig Unterstützung sucht. Jeder kommt ständig in die Situation - im privaten Alltag oder in der professionellen Umgebung -, in der ein Gedankensplitter oder eine kreative Assoziation dauerhaft festgehalten werden soll, wo man einen Artikel, der interessant ist, den man aber gerade nicht verarbeiten kann, zur späteren Verwendung an der richtigen Stelle, sozusagen am assoziativen Ausgangspunkt, verankern will.

Hypertext, so wollen wir deutlich herausstellen, ist vom Prinzip her eine humane Technik, nicht nur in dem einfachen Sinne, daß Technik ohnehin als das von Menschen Hervorgebrachte immer Teil ihrer kulturellen Geschichte ist, sondern in dem Sinne, der oft mit dem Etikett "kognitive Plausibilität" belegt wird, daß die nicht-linearen asso-

ziativen Techniken von Hypertext uns einen quasi natürlichen Umgang mit allen Formen der Wissensdarstellung ermöglichen, sei es in textueller, graphischer, optischer oder akustischer Form. Unser Gehirn liest wohl kaum Texte, sondern assoziiert Bilder, erinnert sich an Tonfolgen, kann Düfte und Geschmäcke noch nach Jahren lebendig werden lassen. Unser menschliches Gehirn ist die assoziative, multimediale Maschine schlechthin - kein Buch, keine Datenbank, kein Expertensystem, allerdings wohl auch kein Hypertext. Dennoch, diese assoziative, multimediale Maschine ist die große Vision von Hypertext: Das menschliche Gehirn als Vorbild.

Unabhängig von einer großen Vision hängt der "Erfolg" einer neuen Idee auch von dem glücklichen Zusammenspiel vieler Faktoren ab, zu einem Teil auch von der treffenden Bezeichnung. "Hypertext" scheint eine solche zu sein. Aber das reicht sicher nicht aus. Wir machen die folgenden allgemeinen "Erfolgsfaktoren" für Hypertext aus:

- (i) Interesse, gegebene informationstechnische Möglichkeiten anzuwenden: Graphik, "Maus", Mehrfachfenster-Technik, "pull-down"-Menüs, direkte Manipulation von Objekten auf dem Bildschirm,

große Speicher- und Verarbeitungskapazitäten auch am individuellen Arbeitsplatz etc.;

(ii) vordergründig leichte Handhabbarkeit von Hypertext, sowohl bei der Erstellung als auch bei der Nutzung, leichter z.B. gegenüber Datenbank- oder Expertensystemen, aber auch gegenüber integrierter Bürokommunikationssoftware, wobei - wie wir angedeutet haben - zumindest der Aufbau von Hypertext-basen eine "Kunst" für sich ist, wenn nicht die angedeuteten Desorientierungsprobleme entstehen sollen;

(iii) Annahme einer kognitiven Plausibilität der Darstellung von Wissen in nicht-linearen (topologischen) Strukturen, unter der Annahme, daß auch Wissen in Menschen in ähnlicher Form organisiert ist;

(iv) Hohe Anpassungsfähigkeit von Hypertext an vielfältige Verwendungszwecke (s. nächsten Abschnitt) und große Flexibilität bei der Darstellung von Wissen und der Erarbeitung von Information, auch unter Ausnutzung multimedialer Möglichkeiten;

(v) Befriedigung des Bedarfs nach Erhaltung bzw. Steigerung von kreativitätsfördernden "Browsing"- und "Serendipity"-Effekten zur Kompensation der eher einschränkenden gezielten Suchtechniken bei anderen elektronischen Informationssystemen.

6. Anwendung von Hypertext

Alle wissenschaftlichen und Anwendungsaktivitäten im Umfeld von Hypertext bzw. Hypermedia aufzuzählen, ist kaum noch möglich. Hypertext ist innerhalb weniger Jahre in die Welt elektronischer Informationssysteme vollständig integriert. Noch fehlen allerdings die großen, mit kommerzieller Software aufgebauten, als neue Informationsprodukte angebotenen Hypertext-basen. Es wird aber nur eine Frage der Zeit sein, bis vor allem Verlage ihre jetzt schon betriebene Diversifikationsstrategie - ein Ausgangsprodukt z.B. als Text, als Online-Datenbank oder als CD-ROM zu verwerten - durch Hypertext erweitern. Warum auch nicht den juristischen Kommentar als Hypertext herstellen, das medizinische Handbuch, das Lexikon oder, im Produktionsbereich, die technische Dokumentation oder, in der Ausbildung, eine Vorlesung, ein Tutorium?

Wir deuten im folgenden Anwendungsgebiete von Hypertext an. Im Prinzip scheint uns aber jeder Bereich der Darstellung von Wissen und der Erarbeitung von Information für die Hypertextmethode passend zu sein:

- Hypertext als Möglichkeit der Bewahrung und Weiterverarbeitung von Wissensstrukturen von Autoren. Dies wird unter der Bezeichnung "*individuelle oder kooperative Autorensysteme*" zusammengefaßt. Im Anschluß an Arbeiten zur Schreibforschung wird Hypertext unter dem Gesichtspunkt untersucht, in welcher Form der komplexe Prozeß des Erstellens von Texten durch Hypertext unterstützt werden kann. Dieser Forschungsrichtung liegt die Annahme zugrunde, daß in einem Hyperdokument die internen Wissensstrukturen eines Autors besser abgebildet werden können als dies in traditionellen Dokumenten möglich ist. In Hyperdokumenten blieben die Wissensstrukturen von Autoren besser lebendig als in linearisierten Texten. Dadurch - so die weitere Annahme - könne nicht nur die Rezeption von Wissen erleichtert werden, sondern auch Weiterverarbeitungsmöglichkeiten wie automatische Übersetzung oder automatisches "Abstracting", die bei linearen Texten an den bislang weitgehend ungelösten Problemen der automatischen Textanalyse scheitern bzw. in der Leistung eingeschränkt sind.

- Hypertext als Instrument des "*Endbenutzer-Computing*" am Arbeitsplatz, z.B. von Managern, Politikern oder Sachbearbeitern in Verwaltungen. Hypertext unterstützt damit die allgemeine Tendenz, auch nicht-computererfahrenen Endbenutzern die Verwaltung ihres arbeitsplatzbezogenen Wissens möglich zu machen. In der Informationswissenschaft Konstanz sind so z.B. Anwendungen für Mitglieder eines Gemeinderates, Informationsfachleute in einer Informationsvermittlungseinrichtung oder Rechtsanwälte in Kanzleien entwickelt worden.

- Es deutet sich schon jetzt an, daß große und aufwendig zu erstellende bzw. aktuell zu haltende *Verlagsprodukte*, z.B. Lexika, Enzyklopädien, Wörterbücher oder Handbücher jeder Art, vorteilhaft auf Hypertextgrundlage aufgebaut, vertrieben und dann genutzt werden können. Dies betrifft sowohl den allgemeinen Publikumsbereich, z.B. Wörterbücher wie das Oxford English Dictionary, als auch Texte, z.B. medizinische Handbücher, aus dem Gebiet der Fachkommunikation.

- Im *technischen Umfeld* bieten sich Hypertextversionen von Handbüchern, Wartungsanweisungen, System- oder Produktbeschreibungen an, die ständig aktualisiert werden müssen und die besonders auch nach multimedialer Ausstattung verlangen. Gute Einsatzmöglichkeiten ergeben sich auch bei der dynamischen Dokumentation komplexer Softwareentwicklungsvorhaben.

- Hypertext ist für *Präsentationszwecke* jeder Art sehr gut geeignet, z.B. zur Selbstdarstellung von Organisationen in kommerziellen und öffentlichen Bereichen, zur Einführung und Orientierung in Ausstellungen oder Museen, zur Information im Touristik- oder Sportbereich. Der Einsatz von Hypertext ist vor allem dann sinnvoll, wenn es sich um heterogene Benutzergruppen (ohne große Vorkenntnisse in der Datenverarbeitung) handelt, wenn der Gegenstandsbereich sich in isolierbare und kombinierbare Einheiten zerlegen läßt und raschen Veränderungen unterworfen ist und wenn der Einsatz multimedialer Formen wirkliche Mehrwerteffekte entstehen läßt.

- Unter der Bezeichnung "*Hyperfiktion*" hat sich eine umfassende literarische Richtung von Hypertext entwickelt, bei der die Autoren in der Regel auf kommerzielle Basissoftware, z.B. Storyspace auf Macintosh-Rechnern, zurückgreifen. Durch Hyperfiktion sollen literarische Produkte erzeugt werden, die nicht-linear "gelesen" werden, bei denen Leser also ihre eigenen Pfade aufbauen können, ohne daß bloßer Unsinn durch beliebige Permutationen entsteht. Der Leser sollte auch selber Einträge machen können, so daß sich durch Hyperfiktion ein aktiveres, vielleicht kreativeres Leseverhalten entwickeln könnte.

- Durch Hypertext können im weiteren Umfeld der Geisteswissenschaften ganz *neue Produkte auf dem Informationsmarkt* entstehen, durch die ein Ausgangstext nicht nur in seinen literarischen Kontext, einschließlich der Interpretationsvorschläge der Fachwelt, gestellt wird, sondern in die auch weitere Kontexte, z.B. aus dem sozialen, politischen, ökonomischen oder allgemein kulturellen Umfeld, eingebracht und wieder abgerufen werden können. Hypertext kann so die für kreatives Rezeptionsverhalten erwünschte Kontextualisierung literarischer Produkte begünstigen.

- Die umfassendsten Untersuchungen zur Anwendung von Hypertext sind wohl zum Thema "Hypertext und Lernen" durchgeführt worden. Hypertext kann zum einen als flexibles Präsentationsinstrument im Unterricht eingesetzt werden, das bisherigen Formen der Visualisierung über Dias oder Overheadprojektor überlegen ist. Zum andern ergänzen thematisch auf Lehrveranstaltungen bezogene Hypertextbasen die bisherigen eher linearen

Vermittlungsformen durch Vorträge und Vorlesungen oder durch traditionelle Texte. Bisherige Untersuchungen legen den Schluß nahe, daß die flexiblen Navigationsformen von Hypertext und die durch Verknüpfung mögliche Kontextualisierung von Wissen in bestimmten Lernsituationen und für bestimmte Lerngruppen von Vorteil sein können. Hypertext wird vermutlich den klassischen (Hochschul)Lehrer oder traditionelle Lernformen nicht ersetzen, aber Lernende aktiver in den Lernprozeß einbeziehen und erwünschtes multiperspektivisches Denken begünstigen können.

- Für die Fachkommunikation sind die wichtigsten Anwendungen von Hypertext im Kontext des erweiterten Information Retrieval zu erwarten. Durch Hypertext ist sowohl ein gewisser Paradigmenwechsel beim Retrieval als auch eine Ausweitung der Nutzungsgruppen zu erwarten. Anstelle der im Rahmen des bisherigen Matching-Paradigma üblichen gezielten (rationalen) Recherche in strukturierten Dateiverwaltungs- oder Datenbanksystemen, nach der eine Übereinstimmung ("match") von formal definierten Suchfragen und ebenfalls formalen Speicherstrukturen angestrebt wird, kommt die Technik des freien Navigierens bzw. des "Browsing" zum Einsatz. Dadurch können verstärkt auch nichtprofessionelle Endbenutzer über den Einsatz von Hypertexttechniken Nutzen aus Retrievalsystemen ziehen. Hypertext unterstützt informelle, personalisierte und inhaltsorientierte Suchstrategien. Im einzelnen wird sich eine Zusammenarbeit von Hypertext und Information Retrieval z.B. auf die folgenden Aspekte beziehen:

- Unterstützung der Frageformulierung bzw. -modifikation durch Navigation in Wissensnetzen;
- hypertextgerechte Verwaltung von Wissensrepräsentationssprachen des Information Retrieval, z.B. Thesauri oder semantische Netze;
- intellektuelle und maschinelle Techniken des Indexing zum Aufbau von Hypertextbasen;
- Retrievaltechniken für den Zugriff zu Hypertextbasen, z.B. zur Vorselektion größerer Bestände;
- Weiterverarbeitung von Retrievalergebnissen zum Aufbau individueller Hypertextbasen;
- Realisierung von Frageverknüpfungen zur Verbindung von Hypertexten und externen Online-Informationenbanken;
- Öffnung von Hypertextsystemen zu elektronischen Kommunikationsdiensten.

7. Entwicklung und Stand

Konnten die frühen Stationen über Namen wie Bush, Engelbart oder Nelson personalisiert werden, so hat sich die weitere Entwicklung sehr bald institutionalisiert. Wissenschaftliches Interesse organisiert sich, sobald eine kritische Masse an Personen erreicht ist, die im Umfeld einer Idee arbeiten, zumal dann, wenn deren Verwirklichung durch den technischen Stand der Informations- und Kommunikationstechnologien begünstigt wird. Ein Indikator für die Institutionalisierung ist das Bedürfnis nach Workshops, die dann bald den Status von Konferenzen annehmen. Hier sind die folgenden Stationen zu verzeichnen:

- 1. Hypertext-ACM-Workshop, 13.-15. Nov. 1987 an der "University of North Carolina at Chapel Hill" (Proceedings nachgedruckt, New York: ACM 1989)
- AI and Hypertext: Issues and Directions. AAAI-88 Workshop Proceedings, August 23, 1988, St. Paul, MN, Mark Bernstein (ed.) Watertown, MA: Eastgate Systems, Inc. (P.O. Box 1307, Cambridge Mass 02238, USA)
- 1988 Hypertext I in Aberdeen (Proceedings hrsg. McAleese 1989)
- 1989 Hypertext II in York (Proceedings hrsg. McAleese/Green 1990)

- NATO Advanced Research Workshop: "Designing Hypertext/Hypermedia for Learning", veranstaltet von der "University of Colorado", Denver, und dem Deutschen Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen. 3.-7. Juli 1989, Rottenburg, FRG (Jonassen/Mandl 1990).

- 1989 Hypertext '89. ACM-Konferenz, unter Mitwirkung von SIGIR SIGOIS und SIGCHI, 5.-7. November 1989 in Pittsburgh, PA. (Proceedings New York: ACM 1989).

- Vom 27.-30. November 1990 ECHT '90 in Paris, die erste europäische Konferenz über Hypertext (Rizk/Streitz/André 1990)

Die American Computing Association (ACM) hat sich sehr stark für die Entwicklung von Hypertext eingesetzt. Die in der nächsten Zeit jährlich zwischen Europa und den Vereinigten Staaten wechselnden Hypertext-konferenzen (1991 in St. Antonio, Texas, 1992 voraussichtlich im Mailänder Raum) werden von einer neu eingerichteten Hypertext "Interest Group" der ACM organisiert. Für den deutschsprachigen Bereich fanden 1990 die ersten Hypertext-"Workshops" statt (vgl. Gloor/Streitz 1990):

- 6. April 1990 Hypertext/Hypermedia-Fachtagung in Basel (veranstaltet gemeinsam von der Schweizer Informatik Gesellschaft, der deutschen Gesellschaft

für Informatik und der Österreichischen Computer-Gesellschaft)

- 23.-24. April 1990 Hypertext/Hypermedia Workshop (veranstaltet gemeinsam von der Gesellschaft für Informatik und dem IPSI ("Integrated Publication and Information Systems Institute" oder: Institut für Integrierte Publikations- und Informationssysteme) der GMD); dort auch Gründung der Fachgruppe 4.9.1 "Hypertext" in der Gesellschaft für Informatik (GI).

Zu den beiden ACM-Konferenzen zu Hypertext - 1987 in Chapel Hill, 1989 in Pittsburgh - wurde von Mitgliedern des "Institute for Research in Information und Scholarship" (IRIS) der Brown University, Providence, Rhode Island jeweils eine Hypermedia-Bibliographie herausgegeben. Vermutlich wird dieser Service fortgesetzt, so daß damit gute und aktuelle Überblicke gegeben sind. Weitere umfassende Literaturhinweise sind in den ersten Monographien zu Hypertext enthalten, z.B. Gloor (1990), Nielsen (1990), Kuhlen (1991b) (vgl. auch Franklin 1988).

Die erste gänzlich einschlägige Zeitschrift wurde mit *Hypermedia* (Vol. 1, No 1, Frühjahr 1989) gegründet, weitgehend unter der Federführung des "Department of Information Science, University of Strathclyde", Glasgow, hrsg. von Patricia Baird; London, U.K.: Taylor Graham. Hypertextthemen werden aber auch in anderen Zeitschriften abgehandelt, z.B. in:

- ACM Transactions on Information Systems (insbesondere Sonderheft zu Hypertext Vol. 7 No. 7, Januar 1989);
- Communications of the ACM (insbesondere Sonderheft zu Hypertext Vol. 31, No. 7, Juli 1988, auch Sonderheft 1/90);
- Journal of the American Society of Information Science (insbesondere Sonderheft zu Hypertext Vol. 40, No. 3, Mai 1989);
- Byte (insbesondere Sonderheft zu Hypertext Vol. 12 No. 10, Oktober 1988);
- Computers and the Humanities;
- Electronic Publishing Origination, Dissemination and Design;
- International Journal of Man-Machine Studies;
- Journal of Research on Computing in Education.

8. Systeme

Schon auf der ersten Hypertextkonferenz 1987 in Chapel Hill beeindruckte die in Vorträgen und Systemdemonstrationen gezeigte Breite und die sowohl methodisch als auch technisch hohe Qualität der entwickelten Hypertextsysteme. Dies setzte sich mit einer gewissen Konsolidierung in Pittsburgh 1989 (ACM-Hypertext 1989) und 1990 in Versailles (ECHT '90) fort. Zu den bekanntesten Systemen in Forschung und Entwicklung gehören z.B. (ausführlicher beschrieben in Kuhlen 1991b, wo in einer strukturierten Zusammenstellung fast 100 Systeme ausgewiesen sind, ebenso bei Irlrer/Colazzo 1990):

- AUGMENT (zur Unterstützung von wissensintensiven Arbeitsplätzen)
- Document Examiner (Hypertext-Version der Dokumentation von Symbolics-Maschinen)
- gIBIS (zur Unterstützung streitfragenorientierten Planens)
- HyperCOSTOC (unterstützt die Entwicklung von Hypertextbasen für die Ausbildung)
- INTERMEDIA (universales Hypertextsystem mit verschiedenen Ausbildungsanwendungen)
- KMS (mit strukturierten Hypertexteinheiten)
- Neptune (mit komfortablen graphischen Übersichten)
- NoteCards (sehr breite Funktionalität bezüglich Navigation und Übersichten)

- SEPIA (Autorensystem zur Unterstützung von Argumentationen)
- SuperBook (Autorensystem nach der Buchmetapher)
- XANADU (als universales elektronisches Publikationssystem)

Die Anwendungssituation Anfang 1991 ist dadurch gekennzeichnet, daß immer mehr kommerzielle Systeme, vor allem für den PC-Bereich, auf dem Markt auftreten, ohne bislang auch nur annähernd die Funktionalität der experimentellen Systeme aus den Forschungseinrichtungen zu erreichen. In der Macintosh-Welt dominiert das von Apple zunächst kostenlos mitgelieferte Produkt HyperCard mit der Skriptsprache HyperTalk (jetzt in der 2.0-Version). In der MS-DOS-Welt hatten HyperTIES und GUIDE (mit 2.0, jetzt 3.0) gewisse Starterfolge. Eingesetzt werden u.a. auch Black Magic, HyperDoc, HyperPad, LinkWay, PLUS, SuperCard. Die verschiedentlich gegebene Programmierbarkeit der Systeme, z.B. von GUIDE über LOGiiX oder von TOOLBOOK über OpenScript, erweitert die Funktionalität und damit die Anwendungsmöglichkeiten, so daß bald größere und kommerzielle Einsätze zu erwarten sind. Diese sind allerdings auch auf höhere Hardwarevorleistungen (mindestens 386er-Rechner, 8 MB

RAM, mindestens 100 MB externe Speicher) angewiesen.

9. Forschungsprobleme

Wir haben oben die frühen assoziativen Systeme der ersten Generation von den Systemen der zweiten Generation mit erweiterten Navigations- und Orientierungshilfen unterschieden. Die Forschung wird sich in der nächsten Zeit mit dem Aufbau der dritten Generation von Hypertextsystemen beschäftigen. Diese wird u.a. durch

- differenzierte semantische und rhetorisch-argumentative Verknüpfungen,
- differenzierte Erschließung multimedialen Materials,
- wissensbasierte Techniken zur Beschreibung der Hypertexteinheiten,
- dynamische, flexible (auch benutzerspezifische) Orientierungshilfen,
- objektorientierte Hypertext-Managementsysteme,
- automatische Verfahren der Analyse von zu importierenden Texten (Segmentierung inhypertextgerechte Einheiten und automatische Kontrolle der Verknüpfungen),

- benutzerspezifische Ableitung von Navigationspfaden (unter Berücksichtigung von Benutzermodellen und der Analyse von Situationen und Handlungszielen)

gekennzeichnet sein. Als Perspektive zeichnet sich unserer Einschätzung nach ab, daß man in Zukunft wohl weniger von Hypertextsystemen in der Absetzung von anderen Formen elektronischer Informationssysteme sprechen wird, sondern daß Bausteine der Hypertextmethode selbstverständliche, integrale Bestandteile maschineller Informationssysteme generell sein werden. D.h. Desktop-Publishing-Systeme z.B. werden Verknüpfungstechniken zur Integration von Text- oder Graphikfragmenten bereitstellen, Retrieval- oder Datenbanksysteme werden z.B. auf freiere Navigationsformen zurückgreifen, intelligente (Experten-)Systeme werden z.B. hypertextbasierte Erklärungskomponenten anbieten. Insofern ist Hypertext kein rasch sich verflüchtigendes Modethema, sondern wird zur selbstverständlichen Ausstattung unseres maschinengestützten Umgangs mit Wissen und Information gehören.

Einige Literaturhinweise

- ACM-Hypertext (1987/89): Proceedings of the Hypertext '87 Workshop, (Nov. 13-15, 1987, Chapel Hill, NC). New York: ACM 1989.
- ACM-Hypertext (1989): Proceedings of the Hypertext '89 Conference, (Nov. 5-8, 1989, Pittsburgh, PA.). New York: ACM 1989.
- Barrett, E. (ed.) (1988): Text, ConText, and HyperText. Cambridge, MA: The MIT Press 1988.
- Barrett, E. (ed.) (1989): The society of text: Hypertext, hypermedia, and the social construction of information. Cambridge, MA: The MIT Press 1989.
- Bush, V. (1945): As we may think. Atlantic Monthly 176, July 1945, 101-108.
- Conklin, J. (1987): Hypertext - An introduction and a survey. IEEE Computer 20, 1987, 9, 17-41.
- Engelbart, D.C. (1984): Authorship provisions in AUGMENT; in: Digest of Papers COMPCON Spring '84. 28th IEEE Computer Society International Conference (San Francisco, CA, 27 Feb - 1 March 1984). Silver Spring, MD: IEEE Computer Society Press 1984, 465-472.
- Franklin, C. (1988): An annotated hypertext bibliography. Online 12, 1988, 2, 42-46.
- Frisse, M. (1988): From text to hypertext. Byte 1988, 10, 247-254.
- Gloor, P.A. (1990): Hypermedia - Anwendungsentwicklung. Stuttgart: D.G. Teubner 1990 [Leitfäden der angewandten Informatik].
- Gloor, P.A.; Streitz, N.A. (eds.) (1990): Hypertext und Hypermedia. Von theoretischen Konzepten zur praktischen Anwendung. Berlin: Springer Verlag 1990 [Informatik-Fachberichte 249].
- Halasz, F.G. (1987/1988): Reflections on Notecards:

- seven issues for the next generation of hyper media systems; in: ACM-Hypertext (1987/89), 345-366 [auch Communications of the ACM 31, 1988, 7, 836-852].
- Hammwöhner, R. (1990): Ein Hypertext-Modell für das Information Retrieval. Dissertation. Universität Konstanz, Sozialwissenschaftliche Fakultät, 1990.
- Horn, R.E. (1989): Mapping hypertext. The analysis, organization and display of knowledge for the text generation of on-line-text and graphics. Waltham, MA: Information Mapping, Inc. 1989.
- Irlter, W.J.; Colazzo, L. (1990): Hypertext systems and computer-supported learning. Education in Computing Newsletter 2, 1990, 1, 39-58.
- Jonassen, D.H.; Mandl, H. (eds.) (1990): Designing Hypermedia for Learning [Proceedings NATO Advanced Research Workshop on Designing Hypertext/Hypermedia for Learning, Rottenburg, 3.-8. Juli 1989]. Heidelberg. Springer 1990 [CSS, Vol. 67].
- Kuhlen, R. (1990): Informationstechnische Potentiale - nutzbar gemacht, auch für Geisteswissenschaftler, in informationswissenschaftlicher Ausbildung; in: Zimmerli, W.Ch. (ed.): Wider die "Zwei Kulturen". Fachübergreifende Inhalte in der Hochschulausbildung. Berlin: Springer-Verlag 1990, 148-170.
- Kuhlen, R. (1991a): Aktivierung von Online-Informationenbanken aus Hypertextbasen; in: Proceedings Online '91. Hamburg 4.-8. Febr. 1991.
- Kuhlen, R. (1991b): Hypertext - ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank (erscheint 1991 im Springer Verlag Hamburg).
- Kuhlen, R. et al. (1989) [Kuhlen, R.; Hammwöhner, R.; Sonnenberger, G.; Thiel, U.]: TWRM-TOO-GRAPHIC: Ein wissensbasiertes System zur situationsgerechten Aufbereitung und Realisierung von Textinformation in graphischen Retrievaldialogen. Informatik - Forschung und Entwicklung 4, 1989, 89-107.
- McAleese, R. (ed.) (1989): Hypertext: Theory into practice. London: Intellect Limited; Norwood, N.J.: Ablex Publishing Corporation, 1989 [Proceedings Hypertext I Aberdeen 1988].
- McAleese, R.; Green, C.(eds.) (1990): Hypertext: State of the art. London: Intellect Limited; Norwood, N.J.: Ablex Publishing Corporation, 1990.
- Nelson, T.H. (1987): Literary machines, Edition 87.1. (erhältlich von den Verteilern: 702 South Michigan, South Bend, IN 46618).
- Nielsen, J. (1990): Hypertext and hypermedia. New York: Academic Press 1990.
- Rizk, A.; Streitz, N.; André, J. (eds.) (1990): Hypertext: concepts, systems and applications. Proceedings of the European Conference on Hypertext, INRIA, France, November 1990. Cambridge University Press [The Cambridge Series on Electronic Publishing], 1990.
- Shneiderman, B.; Kearsley, G. (1989): Hypertext hands-on! An introduction to a new way of organizing and accessing information. Reading, MA: Addison-Wesley 1989.

Wichtige Veröffentlichungen des Autors

- R. Kuhlen: Experimentelle Morphologie in der Informationswissenschaft. Verlag Dokumentation. DGD Schriftenreihe Bd. 5. München 1977.-
- R. Kuhlen (Hrsg.) Datenbasen - Datenbanken - Netzwerke. Zur Praxis des Information Retrieval. Verlag Dokumentation KG Saur München. Bd. 1 Aufbau von Datenbasen (1979); Bd. 2 Konzepte von Datenbanken (1979); Bd. 3 Nutzung und Bewertung von Retrievalsystemen (1980).-
- R. Kuhlen (Hrsg.): Koordination von Informationen. Die Bedeutung von Informations- und Kommunikationstechnologien in öffentlichen und privaten Verwaltungen. Springer-Verlag: Hamburg etc. 1984.-
- R. Kuhlen: Informationslinguistik. Theoretische, experimentelle, curriculare und prognostische Aspekte einer informationswissenschaftlichen Teildisziplin. Mit Beiträgen von Udo Hahn, Rainer Kuhlen und Ulrich Reimer. Sprache und Information Band 20. Max Niemeyer Verlag, Tübingen 1986.-
- R. Kuhlen/J.Herget (Hrsg.): Pragmatische Aspekte beim Entwurf und Betrieb von Informationssystemen. Konstanz: Universitäts-Verlag 1990 [Proceedings ISI '90 = Konstanzer Schriften zur Informationswissenschaft Band 1]
- R. Kuhlen: Hypertext - ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank (erscheint im Springer-Verlag, Hamburg 1991).-