Universität Konstanz
Informationswissenschaft
Postfach 5560

7750 Konstanz

Nutzeffekte nicht-linearer Eigenschaften von Hypertext in einem informationswissenschaftlichen Aufbau-Studium

Rainer Kuhlen

Bericht CURR-23/90

Januar 1990

Rainer Kuhlen

Fachgruppe Informationswissenschaft an der Universität Konstanz

Postfach 5560

D-7750 Konstanz

Nutzeffekte nicht-linearer Eigenschaften von Hypertext in einem informationswissenschaftlichen Aufbau-Studium

Dieser Text ist eine weitgehend überarbeitete Fassung des Vortrags "Einsatz von Hypertext in einem informationswissenschaftlichen Studium", gehalten auf dem Kongreß "Informationsspezialisten für Europa", 17.-19. Oktober 1989, in Hannover. Dieser Beitrag wird in einer anderen Formatierung 1990 in dem Tagungsband des Kongresses erscheinen.

Zusammenfassung

Lernen im Hochschulbereich beruht traditionell weitgehend auf der Aneignung linear angebotenen Wissens, sei es in Form von sequentiell angeordneten Lehrveranstaltungen oder durch die Lektüre und Verarbeitung von wissenschaftlichen Texten. Zunehmend mehr wird aber bezweifelt, ob das allgemeine Lernziel wissenschaftlicher Ausbildung - nämlich ein flexibler, die verschiedenen Kontexte berücksichtigender Umgang mit Wissen, weniger ein rezeptives Aneignen und Wiedergeben von Fakten - auf der Grundlage dieser linearen Formen erreicht werden kann. Entsprechend wird diskutiert, inwieweit Hypertext als eine Möglichkeit der nicht-linearen Darstellung von Wissen und der Erarbeitung von Information sinnvoll in der Hochschulausbildung eingesetzt werden kann. Dazu wird systematisch in das Hypertext-Konzept eingeführt, einige Anwendungsmöglichkeit werden skizziert und die Probleme beim Erstellen von Hypertextbasen (hier weitgehend aus vorgegebenen linearen Texten) diskutiert. In der Ausbildung sollte den Studierenden nicht nur das nachvollziehende Browsen/Navigieren in vorgebenen Systemen, z.B. zum Vor- und Nachbereiten von Unterrichtseinheiten und zum Rekapitulieren des Stoffes vor Prüfungen, ermöglicht werden; besonderer Wert wird vielmehr auf die aktive Teilhabe der Studierenden auch schon beim Aufbau von Hypertextbasen (Authoring) gelegt.

Abstract

Learning in academic environments is traditionally based foremost upon linearly organized knowledge; we learn either by listening to sequentially provided courses/lectures or by reading and understanding printed scientific texts. Hypertext is a tool for the non-linear organisation and representation of knowledge and for the creative acquisition of information. We discuss here whether it can be successfully used for teaching purposes in general, and for a post-graduate programme of information science in particular. The main principles of hypertext are introduced, some applications are discussed as well as problems which occur in constructing actual hypertext bases (authoring principles); for example, which types of text are appropriate for transforming them into hypertext and how hypertext-based learning can be compared with learning on the basis of traditionally organized texts. Hypertext should not only be used for more or less passive browsing or navigating in given hypertext bases, a technique which is useful in preparing oneself for lectures or revising them, but students should be involved in the active process of modeling and constructing hypertext bases.

Inhalt

1. Hypertext als Gegenstand der Informationswissenschaft und der informationswissenschaftlichen Ausbildung
2. Zu einigen Prinzipien von Hypertext
   2.1 Nicht-Linearität in Hypertext
   2.2 Nicht-Linearität in konventionellen Texten
   2.3 Anwendungsmöglichkeiten
3. Probleme beim Aufbau von Hypertextbasen in der Ausbildung
   3.1 Modellierung
   3.2 Ausgangsmaterial für den Aufbau von Hypertext-Basen
   3.3 Technische Rahmenbedingungen
   3.4 Hypertexteinheiten
   3.5 Verknüpfung
      3.5.1 Referentielle Verknüpfungen
      3.5.2 Strukturierte Verknüpfungen
      3.5.3 Darstellung von Verknüpfungen
      3.5.4 Automatischer Aufbau von Hypertext-Basen
   3.6 Orientierungshilfen, Navigationsmöglichkeiten, Abbau von Meta-Belastung
4. Aufgaben der Hypertext-Ausbildungsforschung
5. Literatur

1. Hypertext als Gegenstand der Informationswissenschaft und der informationswissenschaftlichen Ausbildung

Kaum eine Tagung in den letzten beiden Jahren im Umfeld von Informatik, Informationswissenschaft, aber auch von Disziplinen, wie Kommunikationswissenschaft, Schreibforschung, Psychologie, Künstliche Intelligenz, auf der nicht über Themen gesprochen wurde, die Hypertext oder Hypermedia zuzurechnen wären. So auch auf einem Kongreß über "Informationsspezialisten in Europa", auf der Informationswissenschaftler und -praktiker über neue Qualifikationsanforderungen in einem dynamischen Berufsfeld beraten, das durch rasche Entwicklungen auf dem Gebiet der Informationstechnik und -methodik gleichermaßen gekennzeichnet ist. Zu diesen Entwicklungen gehört zweifellos Hypertext, das technisch als eine integrierte Form von Datenbanktechnologie, Wissensmanagement und multimedialer

Form von Datenbanktechnologie, Wissensmanagement und multimedialer Präsentationstechnik (Text, Ton, Graphik, bewegte Bilder) angesehen werden kann. Der Grund für die Attraktivität von Hypertext für Informationswissenschaft, -praxis und Ausbildung liegt sicherlich allgemein in dieser Integrationsfähigkeit, spezieller aber darin, daß die nicht-linearen Eigenschaften von Hypertext und seine multimedialen Möglichkeiten einer immer wieder geforderten flexiblen Darstellung von Wissen und einer ebenso flexiblen Erarbeitung von Information entgegenkommen (vgl. **Stibic 1985; Kuhlen 1989a,b**). Beides - Darstellung von Wissen und Erarbeitung von Information - gehört zum zentralen Objektbereich der Informationswissenschaft. Entsprechend können alle Themen und Probleme professioneller und wissenschaftlicher Informationsarbeit unter dem Stichwort "Hypertext" gleichsam neu focussiert werden: Fragen der Mensch-Maschine-Kommunikation, des Information Retrieval, der Modellierung und Repräsentation von Wissen, der Informationsaufbereitung und -präsentation, ...

Wir wollen uns in diesem Beitrag jedoch nicht primär mit den (Konstanzer) informationswissenschaftlichen Forschungsperspektiven von Hypertext beschäftigen (vgl. **Hammwöhner 1989; Hammwöhner/Thiel 1987; Kuhlen 1989c; Kuhlen/Yetim 1989; Kuhlen et al. 1989a,b,c; Reimer 1988**), sondern mit den Möglichkeiten des Einsatzes in akademischer Ausbildung. Hierbei greifen wir auf einschlägige Literatur (z.B. **Beeman et al. 1987; Colbourn/Cockerton-Turner 1989; Duncan 1989; Gray/Shasha 1989; Hardman 1988; Jonassen 1989; Landow 1987; Stanton/Stammers 1989; Weyer 1982**) und auf Erfahrungen im Konstanzer Studiengang der Informationswissenschaft zurück (**Kuhlen et al. 1989b, c**), der als viersemestriges Diplom-Aufbaustudium organisiert ist.

Aufgrund des Curriculums, das 1983 eingerichtet wurde und das zu der Zeit natürlich nicht direkt auf Hypertext ausgerichtet war, können Hypertext-Themen in sehr vielen Veranstaltungen angeprochen werden, z.B.

Inhaltserschließung, Information Retrieval, Datenbanken, wissensbasierte Verfahren; systematisch ist dafür die curriculare Einheit B6: "Methoden der Informationsaufbereitung" vorgesehen.

Wegen des stark experimentellen Charakters des Arbeitens mit Hypertext, das intensive Teilnahme der Studierenden verlangt, also weniger eine weitgehend rezeptive Lernsituation nahelegt, haben sich die Hauptaktivitäten in der Hypertext-Ausbildung über die Veranstaltung B6 hinaus in Projektkurse verlagert, die von fortgeschrittenen Studenten ab dem 3. Fachsemester belegt werden müssen. Solche Kurse beruhen zu einem großen Teil auf selbst organisierter Projektarbeit, sollten aus Gruppen mit nicht mehr als 8 - 10 Personen bestehen und verlangen einen Arbeitseinsatz, der etwa die Hälfte der Semesterzeit in Anspruch nimmt. Wegen des großen Arbeitsaufwandes, der die Aufarbeitung der entsprechenden theoretischen Literatur einschließt, aber vor allem durch die konkrete empirische oder experimentelle Arbeit entsteht, verteilen sich Projektkurse häufig über zwei Semester. Teil der experimentellen Arbeit kann die Realisierung eines "Stücks" Software sein (zur Zeit bevorzugt aus dem Datenbank-Bereich oder dem wissensbasierter Systeme) oder aber der Aufbau einer Hypertextbasis zu einem nach Möglichkeit nicht zu weit gefaßten Fachgebiet. Es ist erwünscht, daß aus dem weiteren Kontext des Themas des jeweiligen Projektkurses die Diplomarbeiten entstehen, so daß Diplomanden zur konkreten Bearbeitung ihres Themas schon auf einen erheblichen einschlägigen Wissenshintergrund zurückgreifen können. In Konstanz haben in den letzten drei Semestern, einschließlich des WS 89/90, solche Projektkurse stattgefunden. Dadurch konnten sich etwa 15 Studierende intensiv mit Hypertext-Problemen beschäftigen; aber natürlich sind weitaus mehr - im Prinzip alle durch den Einsatz von Hypertext in der Lehre und durch die Demonstrationsobjekte im DV-Labor - in Kontakt mit Hypertext gekommen.

Hypertext selber ist aber nicht nur Gegenstand studentischer Arbeit als Vorstufe späterer wissenschaftlicher Tätigkeit, sondern wird zunehmend auch in der Ausbildung selber als didaktisches Instrument eingesetzt. Entsprechend hatte auch schon Ted Nelson 1965 den Aspekt "Ausbildung" explizit in seiner Einführung der Bezeichnung "Hypertext" aufgenommen:

Let me introduce the word "hypertext" to mean a body written or pictorial material interconnected in such a complex way that it could not be conveniently presented or represented on paper ... Let me suggest that such an object and system, properly designed and administered, could have great potential for education ... Such a system could grow indefinitely, gradually including more and more of the world's written knowledge. However, its internal file structure would have to be built to accept growth, change and complex informational arrangements. (**Nelson 1965**, 96)

Wir sehen im wesentlichen vier Einsatzmöglichkeiten von Hypertext in der Ausbildung:

(i) Hypertext als didaktische Unterstützung der Präsentation von Wissen durch die Lehrenden

(ii) Hypertext - in der Tradition des *computer-based training* (CBT) - als interaktive und nicht-lineare Möglichkeit des Selbststudiums, in Ergänzung und als Ersatz zu tradierten linearen Vermittlungsformen wie Lesen von Texten oder Zuhören von Vorlesungen

(iii) Hypertext als Mittel des *learning by modelling*, d.i. die Aneignung von Wissen durch den Aufbau von Hypertextbasen zu ausgewählten curricularen Gegenständen

(iv) Hypertext als Mittel der Orientierung im Studienangebot, aber auch als Mittel der Selbstdarstellung einer Ausbildungseinrichtung (Teil des Hochschul-Marketing)

Wir werden uns in diesem Beitrag weitgehend auf den zweiten und dritten Aspekt beschränken, also über erste Erfahrungen beim Einsatz von Hypertext in selbst bestimmten Lernsituationen und beim Aufbau von Hypertext-Basen in Projektgruppen berichten. Ohne Zweifel kann und wird Hypertext aber auch aufgrund seiner hervorragenden Präsentationseigenschaften zunehmend für die unter (i) "didaktische Unterstützung" und (iv) "Orientierungsmittel" angesprochenen Punkte eingesetzt. Verschiedene, auf dem

Markt erhältliche Systeme, wie z.B. KMS (**Akscyn/McCracken/Yoder 1988**) oder HyperTies (**Shneiderman 1989; Shneiderman/Kearsley 1989**), sind ursprünglich ausdrücklich für Präsentationszwecke entwickelt worden. Auch das wohl am meisten eingesetzte Hypertext-System - Hypercard mit der Entwicklungssprache Hypertalk auf Macintosh-Geräten (**Harvey 1988; Freeman 1989**) - wird häufig für solche Zwecke eingesetzt, nicht zuletzt wegen der leichten Kombinierbarkeit von Text und Graphik. Gleichermaßen wird Hypertext zunehmend als komfortablere und flexiblere Form von Overhead-Projektionen oder Dias-Vorführungen verwendet. Flexibler ist Hypertext deshalb, weil spontane Änderungen (Löschen oder Hinzufügen) - im Gegensatz zu Dias - sofort in die Hypertext-Dokumente eingefügt werden können - und zwar - anders als bei Folien - sofort für die Studierenden nachvollziehbar, wenn am Ende der Sitzung die entsprechende neue Version im DV-Labor zum Nacharbeiten eingerichtet wird. Die Hoffnung dabei ist auch, daß dadurch der Umsatz von Papierkopien verringert werden kann.

Mit Blick auf (iii) - *learning by modelling* - ist für das Sommersemester 1990 vorgesehen, den curricular und materialmäßig (textuell und graphisch) gut aufbereiteten Kurs "Automatische und intellektuelle Verfahren der Inhaltserschließung" nicht mehr als Vorlesung oder Seminar zu organisieren, sondern als Projekt. Hierzu werden die Studierenden kurz in die Hypertext-Methodik und die entsprechend verfügbare Software (zur Zeit GUIDE/OWL, Black Magic und HyperTIES auf PC, Hypercard auf Macintosh) eingeführt, und sie sollen dann den Gegenstandsbereich des bisherigen Kurses auf der Basis der linear geordneten Kursunterlagen (zentrale Texte, Normen, Skripten) modellieren und in entsprechende reale Hypertextbasen einbringen. Lernziel ist dabei die Aneignung des Wissens - in diesem Fall über Klassifikation, Thesauri, Indexieren, Referieren, automatische Verfahren des Indexing und Abstracting - durch aktive Modellierung und Strukturierung selber. Eine solche Ausbildungsform "schlägt sozusagen zwei Fliegen mit einer Klappe". Zum einen erlernen die Studenten aktiv, in diesem Fall durch eine hypertext-gerechte Modellierung, den

"Stoff" eines Lehrgebietes, denn um eine Hypertextbasis aufbauen zu können, muß man ausreichend kompetent auf dem Domänengebiet sein; zum anderen steht als Ergebnis eine Hypertext-Basis bereit, die nachfolgenden Studentengenerationen wiederum als (weiter auszubauendes) Lerninstrument zur Verfügung steht. Ein solches Vorgehen beruht auf der (sicherlich noch unzureichend gestützten) Annahme, daß das gewünschte allgemeine Lernziel, sich nämlich in einem Objektbereich (hier Verfahren der Inhaltserschließung) kreativ, assoziativ und nicht-linear bewegen zu können, kaum durch das passive Nachvollziehen linearer Präsentationsformen (Vorlesung) erreicht wird und auch nur unzureichend, wenn Studierende in fertigen Hypertext-Basen navigieren. Zwar haben sie im letzteren Falls durchaus schon die Chance, sich die realen Pfade selber zusammenzustellen, aber im Prinzip sind sie doch beim Navigieren immer auf die Linking-Vorschläge ihrer Lehrer (das sind in diesem Fall die Hypertext-Basen-Ersteller) angewiesen. Ergebnisse aus dem IRIS-Laboratorium (Brown-University) zu Ausbildungs-Experimenten mit dem Hypertext-System INTERMEDIA (zu INTERMEDIA vgl. **Yankelovich/Haan/ Meyrowitz/Drucker 1988**) zeigen, daß nicht-lineares Denken am ehesten noch von den "teaching assistants" erreicht wird, die sowohl beim Aufbau der Hypertext-Lehrmaterialien beteiligt waren als auch später bei der tutoriellen Unterstützung die fertigen Hypertext-Basen am intensivsten genutzt hatten (vgl. **Beeman et al. 1987**). Unklar war, ob der offensichtliche Lernerfolg auch der Studierenden sich lediglich auf den konkreten Gegenstand des hypertext-basierten Kurses bezogen oder insgesamt zu einem Erwerb nicht-linearen, kontextbezogenen Denkens geführt hat. Warum aus diesen Beobachtungen also nicht den Schluß ziehen, die Studierenden von vorneherein aktiv an dem Aufbau von Hypertextbasen zu beteiligen? Dies scheint im Konstanzer Aufbaustudiengang der Informationswissenschaft besonders gut möglich zu sein, weil es sich zum einen um erfahrene und selbständige Studierende handelt, die zum andern auch die Hypertext-Methodologie, unabhängig von einer konkreten Anwendung, zum Curriculums-Inhalt rechnen können.

Obgleich theoretisch durch eine solche Vorgehensweise sukzessive der gesamte curriculare Inhalt hypertext-mäßig aufgebaut und jeweils leicht auf den neuesten Stand gehalten werden kann, haben wir nach unserer bisherigen Erfahrungen nicht den Eindruck, daß die Verwendung von Hypertext den Einsatz der Lehrenden selber überflüssig machen wird. Die Dozentinnen und Dozenten werden vielmehr aktiv bei der Modellierung und dem Aufbau von Hypertextbasen beteiligt sein; lediglich die klassischen Formen der Wissensbereitstellung durch ausschließlich eigene didaktische Aufbereitung verschieben sich mehr in Richtung Motivation, Beratung, Hilfestellung oder Korrekturen. Zu wenig weiß man auch bislang, welche Lehr- und Lerngegenstände für eine Hypertext-Modellierung geeignet sind. Weiterhin wird es in einer normalen Ausbildungssituation (auch nicht in einer hoch-motivierten Lernsituation wie beim berufsfeld-orientierten Konstanzer Aufbaustudium) auch bei einer curricularen Aufbereitung des Stoffes kaum möglich sein, das entsprechende Wissen durch die Studierenden selbständig aneignen, modellieren und in Hypertextbasen einbringen zu lassen.

Nach den bisherigen Erfahrungen (vgl. **Beeman et al. 1987**, 78) sollten Hypertext-Basen zu Kursen sowohl zur gezielten Vorbereitung einer speziellen Kurssitzung als auch zu deren Nachbereitung eingesetzt werden, und natürlich auch abschließend zur Prüfungsvorbereitung bzw. zur allgemeinen Wiederholung. Genauso wie bisherige Formen der computerunterstützten Ausbildung den "Lehrer" nicht überflüssig gemacht haben, so wird dies auch Hypertext nicht tun. Allerdings werden durch Hypertext wohl aktivere Formen in der Lehre und beim Lernen unterstützt, und dies ist nach allen Einschätzungen der Lernpsychologie nur ein Vorteil.

2. Zu einigen Prinzipien von Hypertext

Was ist nun Hypertext? Für die einen ist Hypertext die konsequente Fort-

setzung nicht-linearer Lese- und Schreibhilfen linearer Texte, die uns in Form von Fußnoten, Querverweisen, Inhaltsverzeichnissen oder Registern geläufig sind (vgl. **Benest 1989; Weyer/Borning 1985**); für andere ist Hypertext ein hervorragendes Transitionsmittel zur Erzeugung linearer Produkte, sollte also als *Authoring*-System den kognitiv schwierigen Prozeß des Schreibens unterstützen; für andere eine grundsätzlich neue Möglichkeit, den Umweg über die Linearität von Texten zu vermeiden, also Wissensstücke ("*chunks of knowledge*") direkt in eine Hypertextbasis einzugeben, um sich oder anderen die Chance zu geben, darin komfortabel und frei assoziierend navigieren zu können (vgl. **Travers 1989**); für Literaten bzw. Literaturtheoretiker, wie Stuart Moulthrop, John McDaid oder Michael Joyce, bedeutet Hypertext "entering a space without any linear limitations or restrictions" (mündlich Hypertext '89) und eröffnet damit ganz neue, den "Leser" mit einbeziehende Möglichkeiten des Schaffens kreativer Räume, gleichzeitig aber auch die Gefahr des Verlustes von Realität bei beliebiger Manipulationsmöglichkeit fiktionaler, simulierter Realität (vgl. **Moulthrop 1989**); und für die XANADU-Gemeinde um Ted Nelson ist Hypertext eine Vision, die vielleicht letzte Chance der Menschheit, sich Wissen gemeinschaftlich über Milliarden Dokumente jeder medialer Art mit Trilliarden Verknüpfungen zum Nutzen der Menschheit zu erschließen (**Nelson 1987**).

2.1 Nicht-Linearität in Hypertext

Wir sehen für Hypertext das Prinzip der Nicht-Linearität als grundlegend an (vgl. **Conklin 1987, Boyle/Snell 1989**). Nicht-Linearität kann dadurch realisiert werden, daß semantische Strukturen (Konzepte und deren Beziehungen, vielleicht auch Argumentationsmuster (**Conklin/Begemann 1989**)) in und zwischen Texten - oder allgemeiner: in und zwischen Wissensobjekten.- flexibel manipuliert werden können. Eine Hypertext-Datenbasis kann man sich am plastischsten als Netzwerk vorstellen, dessen Knoten Objekte (Text, Graphik oder multimediales Material) und dessen Kanten die viel-

fältigen formalen und inhaltlichen Beziehungen zwischen diesen Objekten repräsentieren (vgl. **Conklin 1987**, 18f).

Hypertext leitet seine Plausibilität von der Grundannahme ab, daß Wissen selber vermutlich nicht linear im Gehirn gespeichert, sondern umfassend vernetzt ist und entsprechend auch über assoziative "trails" wieder aktiviert wird (vgl. **Gray/Shasha 1989**). Hypertext könne so auf Grund der nicht-linearen (oder assoziativen) Organisation zum einen den schwierigen Prozeß des Schreibens, d.i. das Externalisieren interner kognitiver Strukturen in eine für "Leser" aufnehmbare Form, unterstützen und zum andern - beim Retrieval und beim Lernen - das Einbinden neuer Wissenselemente in bestehende interne Strukturen erleichtern. Beide Aspekte können für eine Einteilung von Hypertext-Systemen in Authoring- und Browsing-Systeme verwendet werden:

a) Hypertext-Methoden für sogenannte *Authoring-Systeme* können die Darstellung von Wissen erleichtern (vgl. **Streitz/Hannemann/Thüring 1989**), d.h. "Autoren" von Hypertextbasen sollen in die Lage versetzt werden, anstelle eines sequentiell strukturierten Textes eine Hypertextbasis aus modularen Einheiten zu erstellen, die im Prinzip nach beliebig festzulegenden Kriterien speichertechnisch miteinander verknüpft werden können. Authoring-Systeme unterstützen - so die Hoffnung - damit die komplizierten kognitiven Prozesse des Schreibens und können diese möglicherweise auch durch hypertext-spezifische "value-added"-Verfahren entscheidend positiv verändern.

b) Hypertext-Methoden für sogenannte *Browsing-/Such-Systeme* sollen "Lesern" von vorgegebenen Wegen in linearen Texten befreien und ihnen gestatten, auf in Prinzip beliebig von ihnen festzulegenden Pfaden durch Hypertexte zu manövrieren. Hypertext unterstützt so vorbildlich das explorative Paradigma des Information Retrieval (**Bates 1986**). Browsing-Systeme unterstützen - so die Hoffnung - die komplizierten kognitiven Pro-

zesse des Aneignens/Lernens von Wissen und können diese möglicherweise auch durch hypertext-spezische "value-added"-Verfahren entscheidend positiv verändern (vgl. **Foss 1988; Marchionini/Shneiderman 1988; Frisse/Cousins 1989).**

2.2 Nicht-Linearität in konventionellen Texten

Natürlich werden auch in nicht-referentiellen konventionellen Texten nicht-lineare Hilfsmittel verwendet. Dies gilt sowohl aus der angeführten Autor- als auch aus der Leserperspektive:

a) Autoren verwenden in konventionellen Texten, vor allem in (wissenschaftlichen) Texten der Fachkommunikation, eine Fülle von Signalen und Meta-Informationen, mit denen sie für sich (und die späteren Leser) die inhaltliche Struktur sowie die Beziehungen zu externem Informationsmaterial verdeutlichen wollen: Inhaltsverzeichnisse, Sachregister, Fußnoten oder bibliographische Verweise gehören zum selbstverständlichen Repertoire eines gut gegliederten Buches bzw. eines informativen Artikels. Darüberhinaus hinterlegt ein Autor innerhalb eines Textes selbst semantische Querverweise, welche die Beziehungen der einzelnen Gedankenelemente zueinander transparenter (zuweilen auch verwirrender) machen sollen. Trotz dieser (und weiterer nicht-linearer) Möglichkeiten bleiben Autoren doch an die lineare Präsentationsform bisheriger Texte gebunden und müssen entsprechend versuchen - und dies wird in der Regel auch als eine besondere Leistung anerkannt - die Vielfalt ihrer Gedanken zu ordnen und aus den vielen Optionen der Darstellung die nach ihrer Ansicht optimale herauszufinden. Dies ist bei Hypertext prinzipiell anders: Hypertext-"Autoren" müssen sich nicht auf einen optimalen Pfad festlegen, sondern können im Prinzip jederzeit n:m-Beziehungen verwirklichen, d.h. von jeder Stelle können im Prinzip beliebige Verzweigungen ausgehen und zu jeder Stelle können im Prinzip beliebige Pfade hinführen.

b) Vergleichbar dem Erstellen von Texten wird in vielen Situationen der Wissensrezeption nicht den linearen Vorgaben des gedruckten Textes gefolgt, vielmehr ist nicht-lineares "Lesen" eine übliche Technik und in vielen Fällen auch die einzig erfolgversprechende Methode, um aus einer Fülle von Informationsangeboten das jeweils benötigte Material herauszufiltern. Dies gilt vor allem wiederum für Textsorten wie Lexika, Handbücher. Hypertext radikalisiert dieses Prinzip, sicherlich unter der Annahme, daß auch schon das Aneignen von Wissen aus linearen Drucktexten davon abhängt, inwieweit aus linearen Texten neue Wissenseinheiten identifiziert und unter Auflösen der linearen Struktur der Texte in das eigene Wissen integriert werden können. Theoretisch vollkommen unklar ist bislang, ob die Linearität von Texten dem menschlichem Lernvermögen quasi naturgegeben entgegenkommt oder ob die bisherige Präferenz für lineare Vorgaben nur auf erworbenen und damit prinzipiell veränderbaren Verhaltensmustern beruht (vgl. **Beeman et al. 1987**, 67). Entsprechend unklar ist, auf welche Weise topologische, d.h. nicht-lineare Wissensstrukturen aufgenommen werden und Lernverhalten beeinflussen.

Zusammenfassung zu 2.1 und 2.2: Hypertext als Beispiel für eine nonlineare Organisation von Lerntexten beruht auf der Annahme, daß der Wissenstransfer ohne den "Umweg" über eine lineare Textdokumentation begünstigt werden kann. Allerdings wird diese Aussage wohl dahingehend eingeschränkt werden müssen, daß auch in Hypertext-Systemen die elementaren Informationseinheiten, neben Graphiken, überwiegend auf Texten beruhen. Konventionelle Lese- und Schreibstrategien verlieren auch durch Hypertext nicht automatisch ihre Gültigkeit. Entsprechend wird sich auch ein Hypertext-Autor beim Design der "Hypertextknoten" und ihrer Verknüpfung an den herkömmlichen Verarbeitungsvorgängen von Lesern zumindest auch orientieren, um den Wissenserwerb bzw. den Lerneffekt nicht zu erschweren. Entsprechend wird die Akzeptanz von nicht-linearen Hypertext-Strukturen sicherlich auch davon abhängen, welche Hilfsmittel als Ersatz für bisherige Lesegewohnheiten angeboten werden. Solche Hilfsmittel können bisheriges Verhalten simulieren, z.B. indem Anmerkun-

gen in Form von Fenstern in Hypertexteinheiten eingestreut werden, oder aber durch neue komfortable Angebote den "Verlust" kompensieren, z.B. durch das in linearen Texten nicht mögliche Zooming, d.i. das Aufblenden eines Teils des gerade aktiven Informationsobjektes mit dem Ziel, genauere oder weitere Information zu erhalten.

2.3 Anwendungsmöglichkeiten

In diesem kurzen Überblick können wir nicht auf sämtliche Anwendungen von Hypertext eingehen. Umfassende Information liefern nach wie vor **Conklin 1987**, aktueller **Kuhlen 1989c; Kuhlen et al. 1989 b, c**; sowie die Monographien von **Horn 1990**; **Jonassen 1989**; **Shneiderman/Kearsley 1989**. Besonders hingewiesen sei aus informationswissenschaftlicher Sicht auf

- Systeme zur Unterstützung des Schreibens (individuelle und kooperative Texterstellung; Authoring-Systeme) (exemplarisch: **Streitz/Hannemann 1988; Streitz/Hannemann/Thüring 1989**)
- Idea-Processing-, Problemlösungssysteme (exemplarisch: **Conklin/Begemann 1989**)
- Hypertextverfahren im Umfeld des erweiterten Information Retrieval (exemplarisch: **Agosti 1988; Croft/Turtle 1989; Frisse/Cousins 1989; Kuhlen et al 1989a; Larson 1988; Marchionini/Shneiderman 1988**), z.B. Retrieval-Techniken zum Aufbau von Hypertext-Basen; Retrieval-Techniken für den Zugriff zu Hypertext-Basen; Hypertext-Durchgriff auf Online-Datenbanken; Weiterverarbeitung von Retrievalergebnissen in Hypertexten
- Verwaltung von Wissensstrukturen, z.B. in Thesauri, semantischen Netzen oder Frames (exemplarisch: **Rostek/Fischer 1988; Travers 1989**)

Alle diese Anwendungen bestehen natürlich auch außerhalb der Ausbildungssituation, können aber als Objekte eines informationswissenschaftlichen Curriculums auch in diese eingebracht werden, so daß Studierende

der Informationswissenschaft umfassend mit Hypertext-Themen konfrontiert werden können.

3. Probleme beim Aufbau von Hypertextbasen in der Ausbildung

In einem Projektkurs im Aufbaustudium der Informationswissenschaft hat sich unter der Leitung des Autors eine Gruppe damit beschäftigt, Einsatzmöglichkeiten nicht-linearer Textproduktion im wissenschaftliche Kontext allgemein zu untersuchen und speziell dieses am Entwurf und der Realisierung eines Lerntextes auf Hypertext-Basis zu konkretisieren (vgl. **Kuhlen et al. 1989b, c**). Wir stellen in diesem Abschnitt auf der Basis dieser Erfahrungen beim Aufbau von Hypertextbasen in der Ausbildung einige kritische Punkte eher exemplarisch zusammen:

Wie aus der bisherigen Beschreibung von Hypertext ersichtlich ist, besteht die wesentliche Aufgabe beim Aufbau von Hypertextbasen darin, einzelne Einheiten als Knoten in Hypertextnetzen zu segmentieren, untereinander zu relationieren, (graphisch) aufzubereiten und zu präsentieren und natürlich auch zu verwalten.

3.1 Modellierung

Hypertext-Systeme transformieren Wissen oder Wissensobjekte, vornehmlich Texte oder deren rekonstruierte Wissensstrukturen, in einen anderen *Aggregatzustand*. Die Transformation - so sie denn professionell und nicht auf intuitiven Vorstellungen beruhen sollte - setzt eine systematische Modellierung des infrage kommenden Weltausschnittes voraus. Für die Modellierung bieten sich die verschiedenen im Information Retrieval, in der Datenbanktheorie, in der Künstlichen Intelligenz, im Konnektionismus, aber auch in der Büromodellierung entwickelten Modelle und Sprachen an, z.B.:

- Assoziations-, Clustering-Verfahren, "spreading activation"
- Entity-Relationship-Modelle; Objekttypen-Modellierung
- Semantische Netze, Frame-Netze, Templates
- Petri-Netze, Information Control Netze (ICN), Aktor-Modelle

3.2 Ausgangsmaterial für den Aufbau von Hypertext-Basen

Die Modellierung wird unterschiedlich ausfallen, je nachdem welche der beiden grundsätzlich möglichen Vorgehensweise beim Aufbau der für Hypertext typischen non-linearen Struktur gewählt wird:

(i) Rückgriff auf vorhandene Quelltexte, d.h. in der Regel auf konventionelle Druckwerke

(ii) Komplette Neuerstellung von Wissensstrukturen ohne die Verwendung sequentieller Basistexte (sozusagen Neuaufbau "auf der grünen Wiese")

Die zweite Variante bietet den Vorteil, daß der "Autor" freien Gebrauch von hypertext-adäquaten Organisationsprinzipien machen kann, ohne sich an bereits vorliegende inhaltliche Strukturen anpassen zu müssen. Da aber auch in der näheren Zukunft zu modellierende Hypertexte in der Ausbildung vornehmlich auf konventionellem Quellenmaterial (Lerntexten) basieren werden, ist die Frage der Entlinearisierung - d.h. der Übersetzung einer sequentiellen vorgegebenen Textstruktur in einen angemessenen Hypertext - zumindest noch vorübergehend von vorrangiger Bedeutung. Wir gehen daher auf den ersten Typ etwas ausführlicher ein.

Bei der Einführung von Hypertext auf der Basis von primär linear abgefaßten Texten stellt sich fast zwangsläufig die Frage nach der Vereinbarkeit von herkömmlichen linearen Texten mit den Organisationsprinzipien

des Hypertext-Konzepts. Da bei der geringen Zahl der gegenwärtig realisierten Hypertext-Anwendungen und beim Fehlen entsprechender empirischer Untersuchungen eine verbindliche Einstufung von Texten in "geeignet" oder "ungeeignet" problematisch ist, sollen Plausibilitätsüberlegungen, auf der Basis der bisherigen Erfahrungen bei der Modellierung verschiedener Texttypen, einige Hinweise darauf geben, welche Formen der Darstellung von Wissen bzw. welche Textarten dem Hypertext-Konzept entgegenkommen und welche dafür weniger geeignet zu sein scheinen. Allerdings ist diese Einteilung nicht unproblematisch, da bei veränderter Sichtweise oder bei anderen Hypertext-Systemkonzeptionen die Zuteilung einzelner Punkte auch anders ausfallen könnte, z.B. könnte man der Ansicht sein, daß häufig zu aktualisierende Texte gerade besonders gut für Hypertext geeignet seien:

Für Hypertext geeignete Textsorten:

- Textsorten, deren Inhalt sich leicht in distinkte, elementare Blöcke zergliedern (z. B. Lexika) oder in Kategorienschemata überführen läßt (z.B. modulare Abstracts)
- Textsorten, die klar benennbare und formalisierbare Beziehungsmuster zwischen einzelnen Informationseinheiten aufweisen
- Statische, abgeschlossene Wissensstrukturen und entsprechend Texte, die sich mit der Darstellung von gesichertem, strukturell stabilen Faktenmaterial befassen (z.B. curriculare Texte)
- Textarten bzw. -fragmente, die sich in einer Phase der Planung und Konzepterstellung befinden. Texte dieser Art sind dadurch gekennzeichnet, daß die begrifflichen Beziehungen zwischen ihnen noch vage und unverbindlich sind und die sich ergebende Struktur assoziativ und oft polyhierarchisch organisiert ist (z.B. Skript-Entwürfe, allgemein: Manuskripte)

Für Hypertext problematische Textsorten:

- Größere Textsequenzen, bei denen durch die Entlinearisierung die Gefahr eines heillos verwirrenden Netzes aus atomisierten Textknoten und bedeutungslosen Verknüpfungen besteht

- Textsorten mit Wissensstrukturen, die sich ständig ändern und daher sowohl inhaltlich als auch strukturell schnell und zuverlässig aktualisiert oder revidiert werden müssen (z.B. Gesetzestexte, Vorschriften u.ä.)
- Textsorten, die auf eine bestimmte Präsentationsform angewiesen sind, z.B. Argumentationen, Gedankenentwicklungen, essayistische Texte
- Textsorten, die eine organische inhaltliche Strukturierung aufweisen, die nicht aufgebrochen werden kann, ohne daß die Gesamtaussage darunter leidet, z.B. Kunstprosa
- Interpretationen, Wertungen und zusammenfassende Beurteilungen von Faktenmaterial bzw. Beweisführungen und Herleitungen von Begründungszusammenhängen

Zusammenfassend läßt sich die folgende Grund"regel" formulieren: Deskriptive Elemente eines Textes können oft direkt in Hypertext umgesetzt werden, während die diskursiven oder gar argumentativen Komponenten eine Aufarbeitung erfordern, an deren Ende meist ein völlig neues Produkt, eben ein Hypertext, steht, der, bei guter Modellierung, einen informationellen Mehrwert gegenüber dem Ausgangstext produziert, im anderen Fall diesen unter Wert schlägt.

3.3 Technische Rahmenbedingungen

Gerade in Ausbildungssituationen sind hohe Anforderungen an die technische Qualität der Systeme bzw. an die technische Rahmenbedingungen insgesamt zu stellen. Kriterien sind z.B.

- Bildschirmgröße und -auflösung (nicht unterhalb des heutigen Workstation-Niveaus)
- Zeichenvorrat (Größe, Typographie)
- Editiermöglichkeiten
- Kontrast, Farbe

- Verarbeitungsgeschwindigkeit, d.h. mittlere Zugriffszeit zu den Knoten der Hypertext-Basis
- Möglichkeiten des Daten-Imports und -Exports (dazu gehören auch Scanning-Möglichkeiten)
- multimediale Unterstützung
- hohe Graphikunterstützung, z.B. zur Kennzeichnung unterschiedlicher Link-Typen

3.4 Hypertexteinheiten

Die Knoten repräsentieren die elementaren Informationsobjekte innerhalb einer Hypertext-Datenbasis. Die existierenden Hypertextsysteme kann man dabei in karten-orientierte (z.B. Hypercard) und textorientierte (z.B. Guide - **OWL 1988; Brown 1987**) unterteilen. Bei den ersteren können die elementaren Objekte nicht mehr Information vermitteln, als Platz auf einer "Karte", einem voll aufgeblendeten Fenster des Bildschirms, ist; in textorientierten kann der Benutzer im Prinzip beliebig das "Scrolling"-Prinzip anwenden. Die Atomisierung von Wissen auf Karten-Formate kann sehr beliebig und den argumentativen Zusammenhang zerstörend wirken, auf der anderen Seite begünstigt beliebiges Scrolling die ohnehin bei Hypertext gegebene Gefahr des Orientierungsverlustes. Auch wenn zur Zeit die Einheiten von Hypertext-Systemen noch überwiegend Textfragmente, Tabellen, Graphiken und - seltener - über Scanner eingefügte Bilder sind, so sind die Systeme doch prinzipiell offen für alle anderen "Objekte": Tonträger, bewegte Bilder (Videos), aber auch hypertextexterne Software, die durch Aktivierung eines Links aufgerufen und aktiviert werden kann.

3.5 Verknüpfung

Verknüpfung (Linking) ist das fundamentale Konzept von Hypertext. Links stellen die internen Bindeglieder zwischen den Knoten einer Hypertext-Datenbasis dar. Diese können generell nach zwei Grundprinzipien mitein-

ander verknüpft werden - hierarchisch oder assoziativ. Gerade die Möglichkeit der assoziativen Textorganisation zeichnet Hypertext-Software gegenüber konventionellen Textverarbeitungsprogrammen und auch gegenüber Konzeptverwaltungs-Software aus. Schließlich bewirkt die nicht-hierarchische Organisationsform genau die vernetzte Struktur, die charakteristisch für einen Hypertext ist.

Die Verknüpfungen selbst können in einem Dokument wiederum unterschiedliche Funktionen ausüben - z.B. Gliederungs-, Erläuterungs-, oder Verweischarakter haben. Jede dieser Verknüpfungsarten verlangt eine ihr angemessene Verarbeitungs- und Speicherungsmethode. Folgerichtigerweise sind in Hypertext-Systemen softwaremäßig verschiedene Typen von Verknüpfungen (Links) realisiert. Die wichtigsten Verknüpfungstypen bilden hierbei die referentiellen und die strukturellen Verknüpfungen.

3.5.1 Referentielle Verknüpfungen

Referentielle Verknüpfungen haben ihren Ausgangspunkt in einem bestimmten Bereich einer Informationseinheit - meist ein Wort oder eine Wortfolge oder auch eine Graphik bzw. ein Teil dieser, die als "Link" oder "Zeiger" zu anderen Textstellen fungieren -, der vom Autor zu definieren ist und für einen späteren Leser in einer geeigneten Weise (z.B. durch Highlighting, Fontwechsel, Einrahmung oder über ein separates Menü oder Kopf- bzw. Fußleisten) identifizierbar gemacht werden muß. Der Zielpunkt einer Verknüpfung kann eine andere Stelle innerhalb derselben Einheit oder eine ganz andere Einheit sein. Die meisten derzeit verfügbaren Hypertext-Systeme - so sie überhaupt die Möglichkeit der "punktgenauen" Ansteuerung von Zieleinheiten anbieten - unterstützen n:1-Verknüpfungen (ein Ausgangspunkt hat genau einen Zielpunkt; ein Zielpunkt kann aber von mehreren Ausgangspunkten angesteuert werden). Die für bestimmte Formen des Retrieval interessante Konstruktionsmöglichkeit von n:m-Beziehungen (ein oder mehrere Ausgangspunkte können zu mehreren

Zielpunkten führen, wobei hier natürlich eine geeignete Auswahlfunktion zwischengeschaltet sein muß) besteht gegenwärtig nur bei einigen experimentellen Systemen (vgl. **Smith 1988**, 36). Zu den referentiellen Verknüpfungen gehören auch "query links", die hypertext-externe Informationsmittel, z.B. öffentliche Online-Informationsbanken, aktivieren; "communication links", die Verbindungen zu externen Partnern, z.B. über elektronische Kommunikationsformen, herstellen; oder allgemein: "software links", durch die externe Dienstleistungsprogramme aktiviert werden.

3.5.2 Strukturierte Verknüpfungen

Viele Systeme begnügen sich mit einer rein assoziativen Organisation durch referentielle Verknüpfungen. Gerade bei einer größeren Menge von Informationsobjekten und bei dem in der Ausbildung anzunehmenden Bedarf nach einer gewissen Vorstrukturierung des Materials liegt jedoch die Notwendigkeit einer hierarchischen oder klassifikatorischen Gliederung des Materials auf der Hand, da nur so eine übersichtlichere thematische Organisation möglich ist. Erforderlich ist also eine formale oder auch inhaltliche Spezifikation der Link-Typen (vgl. **Conklin 1987; DeRose 1989; Gray/Shasha 1989; Kuhlen et al. 1989b und c; Smith 1988**). Wir schlagen vor, die folgenden Typen zu unterscheiden:

- **Annotative, definitorische Links** führen zu Erläuterungen von Konzepten
- **Syntaktisch spezifizierte Links** strukturieren größere Hypertext-Einheiten nach kohäsiven Prinzipien (vergleichbar den Kontextoperatoren beim Volltextretrieval); ermöglichen Zooming-Effekte
- **Semantisch spezifizierte Links** stellen Kohärenz, d.i. semantische textuelle Stimmigkeit, in größeren Hypertext-Einheiten her; relationieren Einheiten nach semantischen Kriterien
- **Pragmatisch spezifizierte Links** berücksichtigen pragmatische Rahmenbedingungen, wie Frageformulierung, Dialogkontext, Benutzermodelle, Handlungsziele

- **Argumentative Links** unterstützen, opponieren, verfeinern, verallgemeinern etc. Positionen und Argumente zu Aussagen oder Problemen in Hypertext-Einheiten

3.5.3 Darstellung von Verknüpfungen

Komplexe Hypertext-Basen enthalten komplexe Verküpfungen. Um die Orientierung in stark vernetzten Strukturen zu erleichtern, sollte versucht werden, zwischen den verschiedenen Verknüpfungstypen auch schon in der (graphischen) Präsentation zu unterscheiden. Für eine differenzierte Darstellung auf dem Bildschirm bieten sich die folgenden Formen an:

- ikonographisch etikettierte Kanten/Links
- textuell etikettierte Kanten/Links
- farbige Kanten/Links
- graphische Strukturierung von Kanten/Links
- Animationsmittel (akustisch, optisch)
- autorenspezifische Links

3.5.4 Automatischer Aufbau von Hypertext-Basen

Bei bisherigen Hypertext-SystemeN müssen die Beziehungen (links) zwischen den Knoten manuell von Benutzer editiert werden. Dies hat den unbestreitbaren Vorteil, daß die Erstellung eines Hypertextes nach individuellen Gestaltungspräferenzen erfolgen kann. In bestimmten Situationen - z.B. beim Umgang mit größeren, linearen Volltextbeständen - ist jedoch eine maschinelle Unterstützung für den Aufbau einer Hypertextstruktur wünschenswert. Der automatische Aufbau von Hypertextbasen (Identifika-

tion der Einheiten und deren semantisch kontrollierte Relationierung) stellt daher zur Zeit eine der größten Herausforderung an die Hypertextforschung dar (**Hammwöhner 1989; Hammwöhner/Thiel 1987; Kuhlen et. al 1989a; Kuhlen/Yetim 1989; Reimer 1988**).

3.6 Orientierungshilfen, Navigationsmöglichkeiten, Abbau von Meta-Belastung

Von den verschiedenen Problemen beim Umgang mit Hypertext, die sich vor allem in Ausbildungssituationen als hinderlich erweisen, ist die Schwierigkeit, in komplexen Netzen zu navigieren, ohne sich zu verlieren, am gravierendsten. Der Gefahr des Orientierungsverlustes (vgl. **Conklin 1987**) muß durch verschiedene Orientierungshilfen gegengesteuert werden. In der Literatur werden dabei u.a. unterschieden:

- (lokale und globale) graphische Browser
- (lokale und globale) Übersichtskarten
- autorendefinierte Übersichtsmittel
- Pfade (paths/trails)
- guided tours/On-line Präsentationen

Zu diesem Navigationsproblem gehört auch das Problem der informationellen Überlastung (information overload; **Conklin 1987**). Der Lernerfolg wird dann erheblich beeinträchtigt, wenn der Aufwand, mit der Meta-Information von Hypertext fertig zu werden, größer wird, als die Anstrengung, die eigentliche Objektinformation, der Stoff des Lernens, aufzunehmen. Faktoren, wie z.B.

- sorgfältiger Design der Hypertextbasis
- Navigationshilfen und Übersichten
- ergonomisch plausible, semantisch interpretierbare Links

- kohärente Hypertexteinheiten
- sukzessive Entfaltung der Information unter quantitativen und qualitativen Gesichtspunkten,
- Reaktionsfähigkeit auf unterschiedliche Benutzergruppen
- Interpretation der zurückliegenden Dialoghistorie

stellen große Anforderungen an die Konstrukteure ausbilduungsbezogener Hypertext-Basen dar. Von ihrer Realisierung werden die potentiell zweifellos vorhandenen Nutzeffekte von Hypertext für die Ausbildung abhängen.

4. Aufgaben der Hypertext-Ausbildungsforschung

Trotz der beeindruckend großen Anzahl schon existierender Hypertext-Systeme (vgl. die Beiträge in den Proceedings der beiden ACM-Hypertext-Konferenzen in Chapel-Hill 1987 und Pittsburgh 1989 und von York, U.K., 1989) steht die experimentelle Forschung zum Aufbau von kognitiv plausiblen, wissensbasierten und benutzerfreundlichen Systemen erst noch am Anfang. Die im letzten Abschnitt angeführten Punkte sind erst ansatzweise realisiert. Die akademische Ausbildung stellt ein gutes Testbett für zu erwartende Entwicklungen dar. Aufgrund der Einheit von Forschung und Lehre können curriculare Anforderungen und Forschungsaktivitäten gut aufeinander abgestimmt werden. Aus der Ausbildungsperspektive ist vor allem zunächst eine abgesicherte Abschätzung der Leistung von Hypertext für Lernzwecke wichtig. Wir wollen am Ende darauf verzichten, die wenigen empirisch einigermaßen abgesicherten Ergebnisse von Evaluierungsstudien zu rekapitulieren (vgl. **Beeman et al. 1987; Duncan 1989; Gray/Shasha 1989; Hardman 1988, 1989; Jonassen 1989; Knight/Dillon/Richardson 1989; Kuhlen et al. 1989b,c; Stanton/Stammers 1989; Weyer 1982**), sondern lediglich einige Forschungsaufgaben skizzieren. Vordringlicher als vorläufige Ergebnisse ist die Erarbeitung einer abgesi-

cherten Hypertext-Bewertungsmethodologie und der Entwurf von Versuchsanordnungen, die zu verallgemeinerbaren Ergebnissen führen können.

Zu den einzelnen Fragen/Problemen, die gemessen werden können, gehören:

- welche Eigenschaften der zu bewertenden Systeme werden wie oft benutzt bzw. werden wie skaliert eingeschätzt?
- wie navigieren die Versuchspersonen, d.h. welche Teilnetze (mit Wiederholungen) werden realisiert?
- wie lange ist die Verweilzeit in einzelnen Hypertext-Einheiten?
- welche Zeit wird benötigt, um eine vorgegebene Frage, in welchem Umfang und mit welcher Genauigkeit/Richtigkeit, zu beantworten bzw. ein Problem zu lösen?

Naheliegend sind und häufiger durchgeführt wurden Vergleichsuntersuchungen mit linear-textuellen Unterrichtsmaterialien, elektronischen linearen Formen und nicht-linearen Hypertext-Materialien. Dazu sind Fragen wie Lernerfolg allgemein, Verarbeitungsgeschwindigkeit, Lernmotivation, Zielerreichungsgenauigkeit, allgemeine Veränderung in den kognitiven Stilen nur in komplexen Versuchsanordnungen zu beantworten. Zu berücksichtigen sind jeweils vergleichbare Kenntnisse in den Funktionen der jeweiligen Systeme, Kenntnisse in der Struktur der zugrundeliegenden Wissensbasen, Vorwissen der Versuchsteilnehmer, situative Lernziele, ...

Die bisherigen Ergebnisse lassen vermuten, daß die nicht-linearen Eigenschaften von Hypertext Lernerfolge in komplexen Situationen begünstigen. Ebenso offensichtlich ist aber auch, daß Hypertext kein Allheilmittel ist. Ein neues Medium substituiert nur partiell ältere. Wir können uns hier der Schlußbemerkung von **Knight/Dillon/Richardson (1989)** anschließen: "Future work should attempt to establish clearly the situations in which hypertext confers a positive advantage so that the potential of the medium can be realised".

5. Literatur

Agosti, M. (1988): Is hypertext a new model of information retrieval? *Online Information '88. 12th International Online Information Meeting.* 2 Bde. Oxford, UK: Learned Information, 57-62.

Akscyn, R.M.; McCracken, D.L.; Yoder, E.A. (1988): KMS - a distributed hypermedia system for managing knowledge in organizations. *Proceedings of the Hypertext '87 Workshop,* Chapel Hill, NC, 1987, 1-20.

Bates, M.J. (1986): An exploratory paradigm for online information retrieval; in: Brookes, B.C. (ed.), *Intelligent information systems for the information society.* Amsterdam: Elsevier/North Holland, 1986.

Beeman, W.O.; Anderson, K.T.; Bader, G.; Larkin, J.;McClard, A.P.; McQuillan, P.; Shields, M. (1987): Hypertext and pluralism: From lineal to non-lineal thinking. *Proceedings of the Hypertext '87 Workshop*, Chapel Hill, NC, 67-86.

Benest, I.D. (1989): A hypertext system with controlled hype. *Proceedings Hypertext-Konferenz York, U.K.,* Session P1.

Boyle, C.; Snell, J. (1989): Knowledge based navigation under hypertext. *Proceedings Hypertext-Konferenz York, U.K.,* Session P1.

Brown, P.J. (1987): Turning ideas into products: the Guide system. *Proceedings of the Hypertext '87 Workshop*, Chapel Hill, NC, 33-40.

Colbourn, C.J.; Cockerton-Turner, T. (1989): Using hypertext for educational 'help' facilities. *Proceedings Hypertext-Konferenz York, U.K.,* Session P4.

Conklin, J. (1987): Hypertext - An introduction and a survey. *IEEE Computer*, Sept., 18-41.

Conklin, J. ; Begemann, M.L. (1989): gIBIS: A tool for all reasons. *Journal of the American Society for Information Science* 40, 3, 200-213.

Croft, W.B.; Turtle, H.(1989): A retrieval model incorporating hypertext links. *Proceedings of the Hypertext '89*, Nov. 5-8, Pittburgh, PA. New York: ACM, 213-224.

DeRose, S.J. (1989): Expanding the notion links. *Proceedings of the Hypertext '89*, Nov. 5-8, Pittburgh, PA. New York: ACM, 249-258.

Duncan, E.B. (1989): Structuring knowledge bases for designers of learning materials. *Hypermedia* 1, 1, 20-33.

Foss, C.L. (1988): Effective browsing in hypertext systems; in: RIAO 88 Program. (Conference: User-Oriented Content-Based Text and Image Handling. Cambridge, MA, USA, 21-24 March 1988.) 3 Bde. Paris, Vol 1, 82-98.

Freeman, H. (1989): HyperCard-or hyperbole? *Computer Education,* Nr. 61, 19-21.

Frisse, M.E.; Cousins, S.B. (1989): Information retrieval from hypertext: Update on the dynamic medical handbook project. *Proceedings of the Hypertext '89*, Nov. 5-8, Pittsburgh, PA. New York: ACM, 199-212.

Gray, S.H.; Shasha, D. (1989): To link or not to link? Empirical guidance for the design of nonlinear text systems. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 21, 2, 326-333.

Hardman, L. (1988): Hypertext tips: experiences in developing a hypertext tutorial. In: Jones, D.M.; R. Winder (eds.): *People and Computers IV.* Cambridge University Press, 437-451.

Hardman, L. (1989): Evaluating the usability of the Glasgow online hypertext. *Hypermedia* 1,1, 34-63.

Harvey, G. (1988): Understanding HyperCard. Alameda, CA: SYBEX, Inc.

Hammwöhner, R. (1989): Macro-operations for hypertext construction. Informationswissenschaft Konstanz, Bericht TOPOGRAPHIC 16/89. Konstanz, Sept. 1989.

Hammwöhner, R.; Thiel, U. (1987): Content oriented relations between text units - a structural model for hypertext. *Proceedings of the Hypertext '87 Workshop*, Chapel Hill, NC, 155-176.

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.

Jonassen, D.H. (1989): Hypertext/Hypermedia. Englewood Cliffs, NJ.: Educational Technology Publications.

McKnight, C.; Dillon, A.; Richardson, J. (1989): A comparison of linear and hypertext formats in information retrieval. *Proceedings Hypertext-Konferenz York, U.K.*, Session P5.

Kuhlen, R. (1989a): Pragmatischer Mehrwert von Information. Sprachspiele mit informationswissenschaftlichen Grundbegriffen. Informationswissenschaft Konstanz, Bericht 1/89. Konstanz Okt. 1989 [engl.Version erscheint in: *Computer and the Humanities* 1990].

Kuhlen, R. (1989b): Hypertext - nur ein neues -hyper oder eine realistische Form der Darstellung von Wissen und der Erarbeitung von Information. *Deutscher Dokumentartag*, Okt. 1989, Bremen.

Kuhlen, R. (1989c): "Knowledge is becoming hypertextified". Zur zweiten ACM-Hypertext Konferenz 11/89, Pittsburgh. Informationswissenschaft Konstanz, Bericht 2/89. Konstanz, Nov. 1989 [erscheint in: *Nachrichten für Dokumentation* 41, 1, 1990].

Kuhlen, R.; Yetim, F. (1989): HYPER-TOPIC - a system for the automatic construction of a hypertext-base with intertextual relations. *Proceedings Online '89, 12-14 Dec. London.* Oxford: Learned Information, 257-264.

Kuhlen et al. (1989a) [R.Hammwöhner; G.Sonnenberger; U.Thiel]: TWRM-TOPOGRAPHIC: Ein wissensbasiertes System zur situationsgerechten Aufbereitung und Realisierung von Textinformation in graphischen Retrievaldialogen. *Informatik. Forschung und Entwicklung* 4, 89-107.

Kuhlen et al. (1989b) [Kuhlen, R.; Böhlen, M.; Diefenbach, M.; Reck, W.; Weber, H.]: Hypertext - Grundlagen und Funktionen der Entlinearisierung von Text Teil I: Modellierung und Realisierung einer Hypertextbasis in einem Ausbildungssystem. *Nachrichten für Dokumentation* 40, 5, 295-307.

Kuhlen et al. (1989c) [Kuhlen, R.; Böhlen, M.; Diefenbach, M.; Reck, W.; Weber, H.]: Hypertext - Grundlagen und Funktionen der Entlinearisierung von Text Teil II: System HEIDI - Hypertext-Einführung in die Informationwissenschaft. *Nachrichten für Dokumentation* 40, 6, 361-369.

Landow, G.P. (1987): Relationally encoded links and the rhetoric of hypertext. *Proceedings of the Hypertext '87 Workshop*, Chapel Hill, NC, 1987, 331-344.

Larson, R. (1988): Hypertext and information retrieval: towards the next generation of information systems. ASIS '88, Vol. 25, 190-204.

Marchionini, G; Shneiderman, B. (1988): Finding facts versus browsing knowledge in hypertext systems. *IEEE Computer*, Jan., 70-81.

Moulthrop, S.(1989): Hypertext and "the Hyperreal". *Proceedings of the Hypertext '89 Conf., Nov. 5-8, Pittburgh*, PA. New York: ACM, 259-268.

Nelson, T.H. (1965): A file structure for the complex, the changing, and the indeterminate. *Proceedings ACM 20th National Conf.*, Cleveland, Ohio, 84-100.

Nelson, T.H. (1987): Literary machines, Edition 87.1 (erhältlich von den Verteilern: 702 South Michigan, South Bend, IN 46618).

OWL International Inc. (ed.) (1988): GUIDE - Hypertext for the PC (= Benutzerhandbuch zu Guide Version 2).

Reimer, U. (1988): Text condensation as knowledge base abstraction. *Proceedings 4th Conference on Artificial Intelligence Applications.* Washington, DC: IEEE Comput. Soc. Press, 338-344.

Rostek, L.; Fischer, D.H. (1988): Objektorientierte Modellierung eines Thesaurus auf der Basis eines Frame-Systems mit graphischer Benutzerschnittstelle. *Nachrichten für Dokumentation*, 39, 217-226.

Shneiderman, B. (1989): Reflections on authoring, editing, and managing hypertext; in: Barrett, E. (ed.): *The society of text: Hypertext, hypermedia, and the social construction of information.* Cambridge, MA: The MIT Press, 115-131.

Shneiderman, B.; Kearsley, G. (1989): Hypertext hands-on. An introduction to a new way of organizing and accessing information. Reading, MA: Addison Wesley Publishing Company (mit HyperTies-Diskette).

Smith, K.E. (1988): Hypertext - Linking to the future. *Online*, 3, 32-40.

Stibic, V. (1985): Printed versus displayed information. *Nachrichten für Dokumentation* 36, 4/5, 172-178.

Stanton, N.A.; Stammers, R.B. (1989): Learning styles in a non-linear training environment. *Proceedings Hypertext-Konferenz York, U.K.*, Session P4.

Streitz, N.A.; Hannemann, J. (1988): Writing is rewriting: a cognitive framework for computer-aided authoring. *4th European Conference on Cognitive Ergonomics (ECCE)*, Cambridge, U.K.

Streitz, N.A.; Hannemann, M.; Thüring, M. (1989): From ideas and arguments to hyperdocuments: travelling through activity spaces. *Proceedings of Hypertext '89.* Nov. 5-8, Pittsburgh, PA. New York: ACM, 343-364.

Travers, M. (1989): A visual resentation for knowledge structures; in: Proceedings of the Hypertext '89, Nov. 5-8, Pittburgh, PA. New York: ACM, 147-158.

Weyer, S.A. (1982): The design of a dynamic book for information search. *International Journal of Man-Machine Studies*, 17, 87-107.

Weyer, S.A.; Borning, A.H. (1985): A prototype electronic encyclopedia. *ACM Transactions on Office Information Systems*, 3, 1, 63-88.

Yankelovic, N.; Haan, B.J.; Meyrowitz, N.K.; Drucker, S.M. (1988): Intermedia: The concept and the construction of a seamless information environment. *IEEE Computer*, 21, 1, 81-96.