



amades

Arbeitspapiere und Materialien zur
deutschen Sprache

Herausgegeben vom Institut für Deutsche Sprache

Nummer 4/04 · Oktober 2004

ISBN: 3-937241-05-1

ISSN: 1435-4195 (Papier) · 1435-4349 (Diskette) · 1435-4357 (CD-ROM)

7/04

Roman Schneider

Benutzeradaptive Systeme im Internet

Informieren und Lernen
mit GRAMMIS und ProGr@mm

Institut für Deutsche Sprache
- *amades* -

Anschrift:
R 5, 6-13
D-68161 Mannheim
Fax: 0621/1581-200

Postanschrift:
Postfach 10 16 21
D-68016 Mannheim
E-Mail: amades@ids-mannheim.de



INSTITUT FÜR
DEUTSCHE SPRACHE
BIBLIOTHEK

37 145

HE 1553/C

amades

Arbeitspapiere und Materialien zur deutschen Sprache 4/04

ISBN: 3-937241-05-1

© 2004 Institut für Deutsche Sprache, R 5, 6-13, D-68161 Mannheim
<http://www.amades.de>

Redaktion: Monika Kolvenbach

Satz, Grafik und Layout: außerhalb der Publikationsstelle des IDS

Das Werk einschließlich seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung der Copyright-Inhaber unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Herstellung und Vertrieb im Eigenverlag.

Printed in Germany.

Inhalt

1.	Publikation und Information im WWW	9
2.	Die Kunst der Stunde.....	17
2.1	Web-Informationssysteme	17
2.1.1	Charakterisierung von Web-Informationssystemen	17
2.1.2	Abgrenzung von anderen Web-Angeboten	19
2.1.3	Einsatzbereiche und Erfolgskriterien	29
2.2	Benutzeradaptivität im WWW	32
2.2.1	Individueller Zugang zu Inhalten.....	42
2.2.2	Realistische Einschätzung	44
2.2.3	Charakterisierung des Informationsangebots	46
2.2.4	Charakterisierung des Benutzers	48
2.2.5	Nachvollziehbarkeit der Personalisierung	52
3.	Klassifizierung von Web-Dokumenten	55
3.1	Aktuelle Entwicklungen und Trends im WWW	55
3.2	Der traditionelle Dokumentbegriff im Umbruch	57
3.3	E-Texte	62
3.4	Hypertexte.....	66
4.	Logische Strukturen in Hypertexten	75
4.1	Der Entwicklungsrahmen.....	75
4.2	Trennung von Form und Inhalt durch SGML.....	77
4.3	Rudimentäre Strukturen durch Layout-Formatierung	80
4.3.1	Darstellungsproblematik.....	84

4.3.2	Medienabhängigkeit	84
4.3.3	Erschwerte Inhaltspflege	87
4.3.4	Einschränkung der Auswertungsmöglichkeiten	88
4.4	HTML als Publikationsstandard im WWW	89
4.4.1	Probleme hinsichtlich der Eindeutigkeit	91
4.4.2	Probleme hinsichtlich der Erweiterbarkeit	93
4.4.3	Medien- und anwendungsspezifische Ergänzungen	96
4.5	Flexible strukturelle Auszeichnung mit XML	100
4.5.1	Individuelle Elemente in XML	102
4.5.2	Element-Attribute in XML	109
4.5.3	Transformation und Formatierung	111
4.5.4	Anwendungsbereiche für XML	115
5.	Meta-Informationen über Hypertexte	123
5.1	Einführung	123
5.2	Einfache Meta-Daten in HTML-Dokumenten	128
5.3	PICS	130
5.4	Dublin Core	133
5.5	Resource Description Framework	140
5.6	Topic Maps	143
5.7	Dezentrale Meta-Daten in Hyperdokumenten	147
5.8	Anbindung von Thesauri	148
5.9	Weitere Ansätze zur Verwendung von Meta-Daten	152
6.	Klassifizierung von Hyperlinks	155
6.1	Einführung	155

6.2	Unterscheidung aufgrund der Funktionsspezifikation	161
6.2.1	Nicht-typisierte Verknüpfungen	162
6.2.2	Typisierte Verknüpfungen	164
6.3	Unterscheidung aufgrund der Verknüpfungsrichtung	168
6.4	Unterscheidung aufgrund der Beziehungsverhältnisse	170
6.4.1	1:1-Beziehungen	171
6.4.2	1:n-Beziehungen	171
6.4.3	n:1-Beziehungen	172
6.4.4	n:m-Beziehungen	172
6.5	Unterscheidung aufgrund der Zielposition.....	173
6.5.1	Intrahypertextuelle Verknüpfungen	174
6.5.2	Interhypertextuelle Verknüpfungen	175
6.5.3	Extrahypertextuelle Verknüpfungen.....	175
6.6	Unterscheidung aufgrund der Zielpräsentation	175
6.6.1	Substituierende Verknüpfungen	176
6.6.2	Einbettende Verknüpfungen	176
6.6.3	Öffnende Verknüpfungen	177
6.7	Unterscheidung aufgrund der Flexibilität	177
6.7.1	Rein statische Verknüpfungen	180
6.7.2	Dynamische Verknüpfungen mit statischen Ausgangspunkten	181
6.7.3	Dynamische Verknüpfungen mit statischen Zielpunkten	181
6.7.4	Vollständig dynamische Verknüpfungen	182
7.	Verwaltung einer Hypertextbasis	183
7.1	Systeminterne Verwaltung von Web-Dokumenten	183
7.2	Dokument-Speicherung im Dateisystem.....	183

7.2.1	Speicher- und Zugriffssicherheit in Dateisystemen	184
7.2.2	Integritäts- und Konsistenzprüfung in Dateisystemen	186
7.2.3	Auswertbarkeit von Datei-Inhalten	189
7.2.4	Beurteilung der dateibasierten Speicherung	192
7.3	Datenbankbasierte Dokument-Speicherung	194
7.3.1	Professionelle Software-Lösungen	198
7.3.2	Speicher- und Zugriffssicherheit von Datenbanksystemen	208
7.3.3	Integritäts- und Konsistenzprüfung in Datenbanken	211
7.3.4	Auswertbarkeit von Datenbankinhalten	216
7.3.5	Beurteilung der Datenbank-Speicherung	219
7.4	Systeminterne Verwaltung von Hyperlinks	221
8.	Anwendung der methodischen Grundlagen in GRAMMIS ...	227
8.1	Einführung	227
8.2	Das Web-Informationssystem <i>GRAMMIS</i>	228
8.2.1	Der Projekthintergrund	228
8.2.2	Die Entwicklungsphasen	232
8.2.3	Eingrenzung der Zielgruppen	236
8.3	Die Systemarchitektur	241
8.4	Die Hypertextbasis	249
8.4.1	Die systematische Grammatik	249
8.4.2	Das terminologische Wörterbuch	274
8.4.3	Die lexikalischen Wörterbücher	275
8.4.4	Die bibliografische Datenbank	279
8.4.5	Hyperlinks in <i>GRAMMIS</i>	280
8.5	Die Autorenkomponente	285

8.5.1	Inhaltsverwaltung für die systematische Grammatik	286
8.5.2	Inhaltsverwaltung für das terminologische Wörterbuch	290
8.5.3	Inhaltsverwaltung für die lexikalischen Wörterbücher	292
8.5.4	Inhaltsverwaltung für die bibliografische Datenbank	292
8.6	Der <i>GRAMMIS</i> -Thesaurus	292
8.7	Das Autorenforum	295
8.8	Die Online-Benutzeransicht	297
8.8.1	Erkunden der systematischen Grammatik	299
8.8.2	Einbeziehung der Meta-Daten	303
8.8.3	Erkunden des terminologischen Wörterbuchs	305
8.8.4	Erkunden der lexikalischen Wörterbücher	307
8.8.5	Erkunden der bibliografischen Datenbank	307
8.8.6	Gezielte Recherche in der Hypertextbasis	310
8.9	Personalisierung in <i>GRAMMIS</i> und <i>ProGr@mm</i>	313
8.9.1	Organisation der Benutzerdaten	314
8.9.2	Nutzerprofile und benutzeradaptive Anzeige	317
8.9.3	Annotationen, Guided Tours und Feedback	320
8.9.4	Pfadanalysen, inhaltliche Auswertungen und Navigationstipps ...	324
8.10	Zugangsverwaltung	327
8.11	Medienübergreifendes Publizieren	329
9.	Erkenntnisse und Schlussbemerkungen	333
10.	Literatur	335
	Register	349

The first part of the paper discusses the importance of the study and the objectives of the research. It then proceeds to a literature review, followed by a description of the methodology used in the study. The results of the study are presented in the next section, and the paper concludes with a discussion of the findings and their implications for future research.

1. Publikation und Information im WWW

Cyberspace. A consensual hallucination experienced daily by billions of legitimate operators, in every nation, by children being taught mathematical concepts... The Matrix: A world within a world, a graphical representation of data abstracted from the banks of every computer... Unthinkable complexity. Lines of light ranged in the non-space of the mind, clusters and constellations of data. (Gibson, 1984, S. 51)

Beinahe mystisch mutet die erste verbürgte Erwähnung des Begriffs vom „Cyberspace“ an, den der Schriftsteller William Gibson 1984 in seiner Novelle „Neuromancer“ einführte. Gibson selbst, seinerzeit eher interessierter Laie denn Experte in der digitalen Welt des Computerwesens,¹ hatte vermutlich bestenfalls eine vage Vorstellung davon, wie rasch und umfassend multimediale Kommunikationswerkzeuge und vernetzte Rechnersysteme Einzug in den Alltag breiter Bevölkerungsschichten halten würden. Als Inspiration für die in seinen Werken beschriebene fiktive Welt computergenerierter Wirklichkeiten diente ihm die Beschäftigung mit Unterhaltungselektronik und die Beobachtung technikbegeisterter Zeitgenossen. An Videospiele-Konsolen agierende Jugendliche dürfen demzufolge rückblickend als Vorbilder der Gibson'schen „Cyber-Cowboys“ gelten; die Idee von einem gleichermaßen privat wie auch professionell nutzbaren weltweiten Publikations- und Kommunikationsmedium spielte in diesem Zusammenhang wohl kaum eine maßgebliche Rolle.

Folgerichtig dauerte es auch noch eine Weile, bis die Begriffe „Cyberspace“ und „Matrix“ – letzterer eine Umschreibung für die elektronische Infrastruktur des imaginären Datenuniversums – im Zuge der öffentlichen Diskussion über die Welt vernetzter Computer auf das World Wide Web (WWW) bzw. das Internet übertragen wurden. Parallel zu dieser Neuinterpretation läutete Norbert Bolz angesichts der innovativen elektronischen Medien unter Rückgriff auf einen von Marshall McLuhan geprägten Ausdruck das „Ende der Gutenberg-Galaxis“ ein.² Der Siegeszug des Computers, und mit ihm der Ausbau eines weltumspannenden Wissensnetzes, scheinen seither unweigerlich zur Ausprä-

¹ Seine Manuskripte fertigte er beispielsweise mit Hilfe einer einfachen mechanischen Schreibmaschine; vgl. Bollmann (1998a).

² Vgl. Bolz (1993) bzw. McLuhan (1962).

gung neuartiger Kommunikationsverhältnisse und zur schrittweisen Ablösung des linear organisierten Buches als Leitmedium beizutragen.

Die hypermediale Online-Datenwelt ist in der Zwischenzeit mit einer Reihe wohlklingender Namen belegt worden. Wortbildungen wie „Information Highway“ oder „Datenautobahn“ referieren auf die Möglichkeiten des raschen und ungehinderten Zugriffs auf globale Ressourcen. Das Wunschbild einer „elektronischen Agora“ wird häufig im Zusammenhang mit der Diskussion über das Internet als demokratieförderndes Kommunikationsforum verwendet.³ Der Ausdruck „Docuverse“⁴ schließlich will das Potenzial des neuen Mediums als hypertextuelle Wissensbank aufzeigen.

Angesichts dieser durchaus vielfältigen Aspekte darf die Publikation von Wissen und Meinungen im Cyberspace der weltweiten Computernetze mit Sicherheit als eine der herausforderndsten aktuellen Entwicklungen bezeichnet werden. Die vorliegende Publikation möchte an dieser Stelle anknüpfen und einen Beitrag zur medienwissenschaftlichen Erforschung des WWW leisten. Ausgehend von der These, dass die derzeit vorherrschenden Strategien zur Online-Publikation weder die Bedürfnisse der Informationssuchenden ausreichend bedienen, noch die konzeptionellen und informationstechnologischen Möglichkeiten auf der Produzentenseite voll ausschöpfen, sollen Vorschläge für eine dem Medium WWW angemessenere Art und Weise der Verwaltung und Vermittlung von Wissen erarbeitet werden.

Technische ebenso wie wissenschaftliche Entwicklungen vollziehen sich nicht immer konsequent und nur selten geradlinig. Elektronische Informationsnetze stellen in dieser Hinsicht keine Ausnahme dar: Lange bevor Tim Berners-Lee das WWW als nicht-linear organisiertes Informationsmedium konzipierte, beschäftigte sich die Hypertext-Forschung bereits mit flexibel vernetzbaren Wissensstrukturen. Das WWW sollte letztlich den hypertextuellen Ansatz mittels der Infrastruktur des Internets für einen größeren Anwenderkreis nutzbar machen. Allerdings behinderte die Anfang der neunziger Jahre noch vergleichsweise geringe Verbreitung allgemein zugänglicher Zugriffshilfsmi-

³ Die damit einhergehende optimistische Einschätzung konkurriert mit der ebenfalls verbreiteten Sorge vor einer „digitalen Spaltung“; vgl. hierzu die Ergebnisse der empirischen Untersuchung von Emmer (2001).

⁴ „Docuverse“ wurde von Winkler (1997) in Anlehnung an den Hypertext-Pionier Ted Nelson als Bezeichnung für ein Universum elektronischer Dokumente verwendet.

tel den raschen Erfolg dieser Idee; das WWW blieb zunächst eine auf Universitäten und andere wissenschaftliche Forschungseinrichtungen beschränkte Innovation. Erst die zunehmende Ausstattung auch privater Haushalte mit den für eine Partizipation notwendigen Gerätschaften, also Heimcomputern und Datenmodems, änderte diese Ausgangslage.⁵

Daran anschließend folgte bezeichnenderweise nicht der sofortige Siegeszug des globalen WWW, sondern ein architektonischer Rückschritt in Form einer Reduzierung der uneingeschränkten Vernetzung auf strikt voneinander getrennte Cyber- Teilgemeinden. Die dominierenden Zugangsanbieter⁶ versuchten aus marktstrategischen Gründen, die sich abzeichnende Begeisterung für elektronische Kommunikation zu nutzen und eigenständige, disparate Netzareale zu etablieren. Erst nach und nach wurde dieser Weg wieder verlassen, um die Vielzahl der proprietären Angebote mit dem WWW zu einem gemeinsamen Informationsraum zu verschmelzen.

Auch aus technologischer Perspektive erscheint die späte Rückbesinnung auf längst eingeführte Ideen als typisch für die Geschichte des WWW. Während mit der ab Ende der sechziger Jahre entwickelten *Standard Generalized Markup Language (SGML)* bereits ein leistungs- und erweiterungsfähiges Konzept für die strukturierte Auszeichnung von Dokumenten existierte, werden für das WWW konzipierte Inhalte bis auf den heutigen Tag größtenteils mit Hilfe der vergleichsweise unflexiblen und zu großen Teilen layoutorientierten *Hypertext Markup Language (HTML)* erstellt. Erst die immer offenkundiger werdenden negativen Implikationen des „Visual Markup“ auf Informationssuche und Inhaltsaufbereitung führten zum Rückgriff auf die Idee vom „Generic Markup“ und die Hinwendung zur *Extensible Markup Language (XML)*. Ähnliche Rückgriffe gab es im Übrigen auch bei der Verwaltung von WWW- Dokumenten. Obgleich sich beispielsweise Datenbank-Managementsysteme bereits als verlässliche Hilfsmittel etabliert hatten, basierte die Speicherung von Web-Inhalten zunächst einzig auf der Verwendung monohierarchisch organisierter Einzeldateien und Dateiverzeichnisse. Die Vorteile komplexerer Informations-Repositorien blieben dagegen lange Zeit unbeachtet.

⁵ Wobei das Interesse an unmittelbar praktisch einsetzbaren Diensten wie z.B. dem Online-Banking zunächst förderlicher für diese Verbreitung gewesen sein dürfte als das seinerzeit noch rudimentäre Angebot im WWW.

⁶ Wie z.B. AOL, Compuserve, MSN oder T-Online, um nur eine Auswahl zu nennen.

Dieser kurze Exkurs unterstreicht die Bedeutung informationstechnologischer Aspekte für eine Abschätzung der Möglichkeiten des neuen elektronischen Mediums. Die vorliegende Publikation will dazu beitragen, dass aus erkennbaren Unzulänglichkeiten gelernt und das WWW unter Ausnutzung der momentan vorhandenen Optionen nutzbringend weiterentwickelt wird. Ziel ist die Darstellung eines problemorientierten Lösungsansatzes, der die Möglichkeiten effizienter Informationshaltung sowie hypertextueller Informationspräsentation aufzeigt. In diesem Zusammenhang soll verdeutlicht werden, dass die Erforschung von Nutzerinteressen und -verhaltensweisen gleichberechtigt zur Einbeziehung der Produzentenperspektive als wünschenswert erscheint. Ausarbeitung und Umsetzung leistungsfähiger Systemkonzepte auf Basis einer Analyse vorhandener Bedürfnisse sind unverzichtbare Grundvoraussetzungen für attraktive Web-Angebote. Als potenzielle Anwendungsschwerpunkte dürfen Online-Zeitungen, Dokumentationen, elektronische Nachschlagewerke oder Informations- und Lernsysteme gelten. Auch der Bereich des medienübergreifenden Publizierens ist unter dem Aspekt der dynamischen Inhaltsaufbereitung angesprochen.

Aufgrund der unterschiedlichen Detailanforderungen dieser Anwendungsgebiete konzentriert sich die Publikation bewusst auf Konzeption und Realisierung von Web-Informationssystemen. Innovationspotenziale bestehen dabei insbesondere hinsichtlich der Effizienz bei der Lokalisierung von Inhalten, sowie im Bereich der Personalisierung. Benutzeradaptivität als wesentlicher Teilaspekt einer umfassenden Adressatenorientierung könnte sogar zu einem Schlüsselthema für die künftige Web-Forschung werden. Allein die immer umfangreicher werdende Informationsmenge lässt dies vermuten, kommen doch zu den momentan schätzungsweise zwei bis drei Milliarden Webseiten laut einschlägiger Statistiken Tag für Tag mehrere hunderttausend neue Surfziele hinzu. Parallel zu dieser Entwicklung auf der Angebotsseite wächst auch die Anzahl der Anwender, die das WWW als Informationsmedium nutzen wollen und dabei auf konzeptuell durchdachte Online-Systeme angewiesen sind.⁷

Unter dem Gesichtspunkt, dass die einzige wirkliche Web-Konstante der permanente Wechsel zu sein scheint und die Halbwertszeit des technologischen Status Quo immer kürzer wird, sollte eine längerfristig ertragreiche Aufar-

⁷ Musch (1997) etwa prognostiziert ein monatliches Wachstum der Teilnehmerzahl im WWW um zehn Prozent; zur Entwicklung der Internet-Domänen vgl. auch Abschnitt 5.1.

beitung des Online-Mediums WWW spezielle Eigenheiten aktueller Systeme nicht über Gebühr in den Vordergrund stellen. Bei der Thematisierung technologischer Aspekte gilt es deshalb, stets eine Balance zwischen gebotener Abstraktion und notwendiger Vertiefung beizubehalten. Unsere Darstellung soll dadurch auch dann noch wertvolle Anregungen bieten, wenn auf der Produktebene bereits ein weiterer Schritt nach vorne vollzogen wurde. Um die erarbeiteten Ergebnisse und Ansätze praktisch evaluierbar zu machen, erscheint aus informationstechnologischer Perspektive darüber hinaus die Implementierung eines beispielhaften Web-Informationssystems – sozusagen ein thematisch und funktional eingegrenzter „Mini-Cyberspace“ – als angebracht:

Man versteht etwas nicht wirklich, wenn man nicht versucht, es zu implementieren. (Knuth, 2002, S. 190)⁸

Zur Vorbereitung der nachfolgenden Überlegungen soll an dieser Stelle zunächst eine kurze Bestandsaufnahme erfolgen. Der Erfolg des WWW, das es als einziges hypertextuelles Kommunikationssystem überhaupt geschafft hat, zu einem weltweit akzeptierten und genutzten Publikationsmedium zu werden, beruht unter anderem auf folgenden Faktoren:

- 1) **Niedrige Einstiegsbarrieren:** Die Erstellung und Bearbeitung von Hyperdokumenten basiert auf HTML, einem einfach zu erlernenden und für viele Zwecke ausreichenden Standard. Auch die auf Anwenderseite zum Einsatz kommenden Hilfsmittel (Web-Browser) lassen sich weitestgehend intuitiv und ohne spezielles Hintergrundwissen bedienen.
- 2) **Gezieltes Retrieval in einem enormen Informationsfundus:** Die Zahl der im WWW angebotenen Inhalte wächst kontinuierlich. Trotzdem lässt sich jedes Hyperdokument nach wie vor im Normalfall durch eine eigene Web-Adresse eindeutig identifizieren und weltweit ansprechen. Diese Adresse setzt sich zusammen aus der Bezeichnung des Rechners, auf dem das Dokument angeboten wird (auch „Webhost“ oder „Server“ genannt), sowie dem Eigennamen des Dokuments.
- 3) **Multimedialität:** Das WWW ist offen für den kombinierten Einsatz von Texten, Bildern, Animationen, Audiomaterial oder Videos. Damit lässt sich

⁸ Der Mathematiker und Informatiker Donald E. Knuth, Erfinder des Textsatzsystems \TeX , gilt u.a. als einer der einflussreichsten Pioniere auf dem Gebiet der Markup-Sprachen.

die sinnliche Erfahrbarkeit und Umsetzbarkeit des dargebotenen Wissens prinzipiell steigern.

- 4) **Integration bestehender Dienste:** Die Attraktivität für den Benutzer konnte durch die Integration verschiedenster, im Internet bereits seit längerem existierender Dienste⁹ unter einer grafischen Oberfläche gesteigert werden.
- 5) **Interaktivität:** Im Vergleich zu anderen verbreiteten (Massen-)Medien wie beispielsweise Fernsehen, Hörfunk oder Print-Publikationen eröffnen sich dem Benutzer potenziell vielfältigere Interaktionsmöglichkeiten (freie Navigation, Erstellung eigener Inhalte, Austausch mit anderen Benutzern).
- 6) **Orts- und zeitunabhängige Nutzung:** Die anzunehmende weitere Verbreitung mobiler Endgeräte¹⁰ dürfte die Attraktivität des WWW als einer jederzeit und überall abfragbaren Informationsquelle befördern. Parallel dazu mausert sich das Web immer mehr zu einem alltäglichen Kommunikationsmedium, das zur Intensivierung sozialer Beziehungen und zum Abbau der Bedeutung räumlicher und zeitlicher Distanzen beiträgt.¹¹

Doch neben eher hardwaretechnischen Einschränkungen, etwa der derzeit noch mangelnden Mobilität und Handlichkeit von Computern, einem manchmal unzureichenden Bedienungskomfort oder aber der schlechten Lesbarkeit von Texten auf Monitoren, existieren auch eine Reihe konzeptioneller Unzulänglichkeiten. Diese lassen sich einerseits auf das doch recht simple, dem WWW zugrunde liegende Hypertextmodell zurückführen. Andererseits spielen durchaus beeinflussbare Faktoren eine Rolle. Wie bereits angesprochen, soll bei deren Beschreibung sowohl die Anwender- wie auch die Produzentenperspektive

⁹ Also z.B. Ftp, Gopher, WAIS und E-Mail. Eine umfassende Einführung in die Dienste und Möglichkeiten des Internets unter besonderer Berücksichtigung des WWW bieten z.B. Conner-Sax/Krol (1999). Auch Gillies/Cailliau (2000) tragen der Tatsache Rechnung, dass sich das Internet nicht nur auf das WWW reduzieren lässt, und präsentieren neben einem historischen Abriss über die Meilensteine der Internet-Entwicklung weitere Detailinformationen in Gestalt umfangreicher Literaturverweise, Akronymlisten sowie Einblicke in die Arbeit der einschlägigen Forschungs- und Normierungsinstitutionen. Eine Einführung in das Internet/WWW aus medienwissenschaftlicher Perspektive gibt Winter (1998).

¹⁰ Also Notebooks, Mini-Computer oder Handhelds, aber auch Mobiltelefone mit Internet-Zugang via WAP-Technologie.

¹¹ Vgl. Giddens (1996, S. 85f.).

berücksichtigt werden, da erst eine wechselseitige Reflexion der Problematiken zu einem notwendigen Blick unter die Oberfläche¹² verhelfen dürfte:

- 1) **Informationelle Überforderung:** Die oft kaum mehr überschaubare Menge und unzureichende Kategorisierung von Primär- und Meta-Informationen auf den Bildschirmen führt – verbunden mit mangelhaften Navigations- und Orientierungshilfen – rasch zu einer informationellen Überforderung des Rezipienten.
- 2) **Mangelnde Benutzeradaptivität:** Eine an die individuellen Bedürfnisse der Benutzer angepasste Aufbereitung der gespeicherten Informationen ist derzeit meist nicht oder nur unzureichend realisiert. Zu jedem Hyperdokument gibt es lediglich genau eine durch den Autor festgelegte Präsentationsvariante.
- 3) **Vermischung von Layout- und Inhaltsmerkmalen:** Viele layoutorientierte Erweiterungen machen HTML zu einer unzureichenden Grundlage für die inhaltlich motivierte Auszeichnung sowie für die Recherche in verteilten Web-Inhalten. Autoren fehlt eine verlässliche Möglichkeit zur eindeutigen Trennung struktureller und inhaltlicher Informationen in ihren Quelldokumenten.
- 4) **Fehlende Erweiterungsmöglichkeit:** HTML fesselt den Web-Autor bislang an ein starr definiertes Beschreibungsinventar zur Auszeichnung von Hyperdokumenten.
- 5) **Eingeschränkte Teamfunktionen:** Eine professionelle Verwaltung umfangreicher Inhaltsbestände bedarf über den derzeitigen HTML- und dateibasierten Standard hinausgehender Mechanismen zur verteilten Erstellung und Archivierung von Hypertexten. Kollaborative Arbeitsumgebungen erfordern außerdem angemessene Zugriffs- und Sicherheitsmechanismen.

Die vorliegende Publikation will an den oben genannten Punkten ansetzen und im weiteren Verlauf folgende Fragen über Strategien zur Informationshaltung und -vermittlung diskutieren:

¹² Und dies in doppelter Hinsicht: Unter die Layout-Oberfläche von Web-Angeboten wie auch unter die Oberfläche einer allzu technisch ausgerichteten Diskussion.

- 1) Wie kann eine konzeptuelle Modellierung von Web-Angeboten auf Basis der logischen Informationsstrukturen aussehen?
- 2) Welche Typen von Informationseinheiten und Verknüpfungen sind sinnvoll und im WWW einsetzbar?
- 3) Welche zusätzlichen Meta-Informationen gilt es zu erfassen, und wie lassen sich diese an die Primärinhalte anbinden?
- 4) Welche Methoden und Lösungsansätze kommen für eine effiziente Verwaltung hypertextueller Wissensbasen in Frage?
- 5) Wie kann das Kommunikationspotenzial des Mediums WWW dazu genutzt werden, dynamisch eine dem individuellen Informationsziel und Wissensstand angemessene Inhaltspräsentation zu erstellen?

Der Aufbau des Buches orientiert sich an diesen Rahmenvorgaben. Das an die Einführung anschließende Kapitel 2 widmet sich der Charakterisierung unterschiedlicher existierender Typen von Websites unter besonderer Berücksichtigung von Web-Informationssystemen. Auch der Bereich der Benutzeradaptivität wird mit der Zielsetzung untersucht, ein Adaptivitätsmodell für computerbasierte Informationsangebote zu entwickeln. Kapitel 3 thematisiert den Dokumentenbegriff im Zeitalter der elektronischen Datenverarbeitung und nimmt eine Differenzierung von Web-Dokumenten in E-Texte bzw. Hypertexte vor. In Kapitel 4 wird begründet, warum eine Beschreibung logischer Informationsstrukturen in die Systemmodellierung einfließen sollte. Weiterhin werden die Unzulänglichkeiten existierender Standards ebenso wie mögliche Alternativen aufgezeigt. Kapitel 5 beschäftigt sich mit der Kodierung und Anbindung von Meta-Informationen. Eine umfassende Klassifizierung von Verknüpfungstypen für das WWW folgt in Kapitel 6. Kapitel 7 thematisiert die Verwaltung von Informationseinheiten und Verknüpfungen in einer Hypertextbasis und arbeitet die Vor- und Nachteile bestehender Lösungsansätze heraus. Das abschließende Kapitel 8 behandelt Anwendung und Evaluierung der methodischen Grundlagen. Exemplarisch werden Konzeption und Implementierung des am Institut für deutsche Sprache (IDS) in Mannheim entwickelten Web-Informationssystems *GRAMMIS* bzw. des darauf basierenden Online-Lernsystems *ProGr@mm* beschrieben.

2. Die Kunst der Stunde

2.1 Web-Informationssysteme

2.1.1 Charakterisierung von Web-Informationssystemen

Auf den ersten Blick erscheint der Terminus „Web-Informationssystem“ – im Folgenden auch durch WIS abgekürzt – als kaum diskussions- oder gar erklärungsbedürftig. Zentraler Bestandteil ist der Begriff der „Information“, welcher gemeinhin analog zu „Beschreibung“, „Bericht“ oder „Mitteilung“¹³ zur Bezeichnung dessen verwendet wird, was sich aus der Rezeption eines Informationsträgers über einen Informationsgegenstand ermitteln lässt. Basierend auf dieser qualitativen Definition kann ein Informationssystem als eine systematisch angeordnete Menge von Informationen verstanden werden, als ein logisch strukturiertes Programmsystem, mit dessen Hilfe sich Fakten und Zusammenhänge zunächst speichern und anschließend einem breiten Nutzerkreis zur Verfügung stellen lassen. Einen möglichen Ansatzpunkt für die Beurteilung der Attraktivität eines solchen Informationssystems liefert die mathematisch begründete Informationstheorie. Diese abstrahiert von einer qualitativen Interpretation des Informationsbegriffs und versteht unter Information einen quantifizierbaren Wert, welcher statistisch gemessen werden kann. Der in Bit ausgedrückte Informationsgehalt einer Nachricht¹⁴ steigt demnach gegenläufig zu deren Eintrittswahrscheinlichkeit.

Wie im weiteren Verlauf dieses Kapitels noch detaillierter aufgezeigt werden soll, sind bei der Konzeption von Informationssystemen und bei der Erstellung von Informationseinheiten – also bei der Transformation von Wissen in Informationen – eine ganze Reihe relevanter Faktoren zu beachten:

Information ist kein frei verfügbares, objektiv definierbares „Stück Wissen“, sondern muss unter Berücksichtigung vieler pragmatischer Rahmenbedingungen, wie Zeit, Geld, soziale Umgebung, organisationelle Ziele, individuel-

¹³ Der lateinische Ursprung des Ausdrucks bedeutet soviel wie „Belehrung“ oder auch „Auskunft“; vgl. Kleinstüber/Hagen (1998, S. 65).

¹⁴ In diesem Zusammenhang wird gelegentlich auch der Ausdruck „Neuigkeitswert“ verwendet.

le Informationsverarbeitungskapazität, Lernstile, jeweils neu erstellt werden. (Kuhlen, 1991, S. 62)

Als Vermittlungskanal dient bei einem WIS qua definitionem das World Wide Web, welches mit Hilfe von Web-Browsern erschlossen wird. Die Eignung des WWW als Informationsmedium beruht nach Schierl (1997) auf folgenden vier charakteristischen Faktoren:

- 1) Eine immense Informationskapazität, da theoretisch auf sämtliche weltweit verfügbaren elektronischen Wissensbestände zurückgegriffen werden kann.
- 2) Eine gegenüber anderen Medien potenziell höhere Aktualität des abfragbaren Wissens.
- 3) Ein schneller und mit geringem Einarbeitungsaufwand verbundener Zugriff auf Daten.
- 4) Die multimediale und ästhetisch ansprechende Form der Inhaltskodierung.

Unabhängig von den speziellen, medienbedingten Charakteristika eines WIS existiert in der einschlägigen Fachliteratur eine bereits erfolgreich eingeführte funktionale Definition für Informationssysteme:

Ein Informationssystem dient dazu, große Mengen von im allgemeinen strukturierten Daten dauerhaft und verlässlich, für im allgemeinen viele und verschiedenartige Benutzer verfügbar effizient zur verwalten, d.h. Anfragen und Änderungen zu bearbeiten. (Biskup, 1995, S. 2)

Diese aus der Sichtweise der Informatik bzw. der Informationswissenschaft adäquate Festlegung bezieht sich ausschließlich auf den prinzipiellen Aufbau und Nutzen eines Informationssystems und blendet aus verständlichem Grund die Vielfalt der potenziellen Anwendungsbereiche aus. Wesentliche Punkte der Definition, etwa die Strukturierung der Inhaltsdaten, die dauerhafte und zuverlässige Speicherung sowie die Adressierung unterschiedlicher Nutzergruppen, werden im weiteren Verlauf noch vertiefend thematisiert, und zwar sowohl bei der Erarbeitung der informationstechnischen Grundlagen wie auch bei der daran anschließenden exemplarischen Beschreibung des Informationssystems *GRAMMIS*. Zuvor sollen allerdings einige inhaltliche und medienspezifische Aspekte angesprochen und Web-Informationssysteme innerhalb des Spektrums der derzeit im WWW existierenden Angebote positioniert werden.

2.1.2 Abgrenzung von anderen Web-Angeboten

Bei einer intensiveren Auseinandersetzung mit der Ausrichtung, Beschaffenheit und Erscheinungsform realer Websites wird rasch deutlich, dass die vorstehend aufgeführten Herangehensweisen und Aussagen nicht zur eindeutigen Abgrenzung eines Informationssystems von anderen Angeboten im WWW ausreichen. Zu diesen klassifikatorischen Schwierigkeiten trägt zweifellos der letztlich doch recht unscharfe Gebrauch des Begriffs der Information bei. Beinahe alles und jedes kann als Information verstanden werden bzw. hat eine Informationsfunktion. Informationen werden im Web von hochspezialisierten Fachauskunftssystemen ebenso vermittelt wie von thematisch heterogenen und allgemeinverständlichen Nachschlagewerken oder auch produktbezogenen Werbe- und Marketingsites. Insofern teilen Web-Informationssysteme das Schicksal des bereits seit einigen Jahren allgegenwärtigen Schlagworts von der Informationsgesellschaft. Beide beziehen einen Großteil des ihnen eigenen Reizes aus ihrer beinahe grenzenlosen Auslegungsfähigkeit: Um welche Informationen geht es, wer bietet diese an, wer fragt sie ab bzw. setzt sie ein und über welche Kanäle werden sie transportiert?

Wer einen Eindruck von der Vielzahl und Verschiedenheit der landläufig als WIS etikettierten Angebote erhalten möchte, muss nur einmal eine der im Web operierenden Suchmaschinen bemühen. Die Recherche nach dem Terminus „Web-Informationssystem“ mit Hilfe der Suchmaschine Google¹⁵ liefert beispielsweise allein für das deutschsprachige Internet mehrere hundert Resultate. Darunter finden sich sowohl thematisch wie auch funktional höchst unterschiedliche Websites, wie der folgende exemplarische Auszug belegt:

- <http://www.hu-berlin.de/zis>: Zentrales Informationssystem der Humboldt-Universität zu Berlin mit Informationen über Lehrveranstaltungen, Studiengänge und Universitäts-Gremien. Weiterhin werden Lagepläne interner Einrichtungen bereitgestellt. Primäres Zielpublikum sind Mitarbeiter und Studierende, aber auch externe Interessierte.
- <http://www.eis.brk.de>: Informationssystem für ehrenamtliche Mitarbeiter im Bayerischen Roten Kreuz. Ziel ist der interne Informationsfluss auf

¹⁵ Zu finden unter <http://www.google.de>. Diese sowie alle folgenden, im vorliegenden Buch angegebenen Internet-Adressen wurden zuletzt am 01.06.2004 hinsichtlich ihrer Gültigkeit überprüft.

breiter Basis sowie die Schaffung einer Plattform für Diskussionen und konstruktive Kritik.

- <http://www.esys.org>: Europäisches Segel-Informationssystem mit Reiserouten, Reiseberichten, Ankündigungen von Aktivitäten sowie einem stets aktuellen Seewetterbericht.
- <http://dip.bundestag.de>: Das Informationssystem des deutschen Bundestags für parlamentarische Vorgänge berichtet über parlamentarische Aktivitäten von Abgeordneten, Gesetzesvorhaben sowie parlamentarische Vorgänge wie Abstimmungen oder aktuelle Stunden. Weiterhin werden Bundestags-Drucksachen und Plenarprotokolle im Volltext dokumentiert.
- <http://www.studieren.de>: Das unter dem Titel „Informationssystem für Studierende und alle die es werden wollen“ im Internet präsente WIS bietet Grundlegendes und weiterführende Beratung zu Studiengängen in Deutschland, Tipps für die Finanzierung sowie Stellenangebote und die Vermittlung von Praktika.
- <http://www.tierfreund.de>: Das Informations-System für Haustiere präsentiert sich als Ratgeber für alle Tierfreunde und bietet Wissenswertes über Hunde, Katzen, Pferde, Vögel und Nagetiere. Weiterhin sind Listen von Heilpraktikern, Hundeschulen, Tierärzten, Verhaltenstherapeuten, Vereinen und Züchtern erhältlich. Neben einem „News-Letter“ und einer Auflistung aktueller Termine wird auch eine Hotline für den Notfall offeriert.

Zweckmäßigerweise sollte hier nun eine klassifikatorische Einschränkung erfolgen, um zu einer im vorliegenden Kontext einsetzbaren Definition für Web-Informationssysteme zu kommen, mit deren Hilfe ein WIS klar von verwandten und ebenfalls im WWW beheimateten Angeboten unterschieden werden kann. Um die Basis für eine solche aussagekräftige Charakterisierung zu schaffen, bietet sich zunächst der vergleichende Blick auf andere Typen von Websites an. Gemeinsam ist diesen Angeboten, dass sie zwar ebenfalls informationelle Aufgaben erfüllen können, in erster Linie jedoch weitergehende, eigenständige Zielsetzungen verfolgen. Bei der nachfolgenden Betrachtung sollen weniger inhaltliche oder technische Aspekte im Vordergrund stehen, sondern vielmehr aus funktionaler Sicht die Aufgaben und Rollen untersucht werden,

die bestimmte Typen von Angeboten im WWW innehaben.¹⁶ Zentrale Kriterien sind hier die Funktion eines Angebots sowie die mit ihm verbundenen typischen Operationen. Unser Beschreibungsmodell nimmt dabei eine handlungsorientierte Perspektive ein und berücksichtigt sowohl die Anbieter- wie auch die Nutzersicht. In Anlehnung an aus der Pragmatik stammende Überlegungen soll beschrieben werden, welche Interessen bei Aufbau und Gebrauch eines Angebotstyps verfolgt und welche Wirkungen erzielt werden. Wünschenswert für die weitere wissenschaftliche Diskussion erscheinen darüber hinaus auch detailliertere und quantitativ fundierte deskriptive Studien über Kernmerkmale einzelner Website-Typen, die allerdings den Rahmen der vorliegenden Publikation übersteigen würden.

In der Praxis fällt es gelegentlich nicht leicht, einzelne Websites eindeutig in die eine oder andere Kategorie einzuordnen. Die Grenzen erscheinen vielmehr fließend, da oft Elemente aus unterschiedlichen Bereichen kombiniert werden. Online-Zeitungen etwa bieten neben Nachrichten und Reportagen gelegentlich auch interaktive Diskussionsforen, Meinungsumfragen, elektronische Spiele-Ecken, Archive und Recherchehilfen sowie – durch den Einsatz von Shopping- und Payment-Systemen – die Möglichkeit zum kostenpflichtigen Bezug digitalisierter Artikel, zum Aufgeben von Kleinanzeigen oder zum Abschluss eines Abonnementvertrags für die zugehörige Print-Version. Ausgehend von derartigen Klassifikationsschwierigkeiten sollte allerdings nicht gefolgert werden, dass eine Typisierung des medialen Angebots im WWW generell nicht erreichbar oder erstrebenswert wäre. Vielmehr offenbart gerade die Diversifikation und Vielschichtigkeit des Angebotsumfangs multifunktionaler Websites die Notwendigkeit prinzipieller Ordnungsschemata. Erst mit deren Verfügbarkeit wird eine unter die Oberfläche gehende Erforschung sowie eine vergleichende Gegenüberstellung ermöglicht und damit letztlich die Grundlage für eine dem Gegenstandsbereich angemessene Beschreibung und Beurteilung geschaffen.

Bei unserer Zusammenstellung einer Liste von Angebotskategorien für das WWW sollen, wie bereits erwähnt, sowohl die Anbieter- wie auch die Nutzerperspektive berücksichtigt werden. Interessant erscheinen unter diesem Gesichtspunkt die Überschneidungen, die zwischen den in der Fachliteratur diskutierten Anwendungspotenzialen für Online-Medien einerseits und den Er-

¹⁶ Eine grundsätzliche Analyse des Mediums WWW aus funktionalistischer Sicht bieten z.B. Dobal/Werner (1997).

kenntnissen aus webspezifischen Nutzerumfragen andererseits auftreten. So verwendet beispielsweise Lang (1998) in einer Analyse der Einsatzmöglichkeiten der neuen Medien die Oberkategorien „Information, Kommunikation und Unterhaltung“, „Lernen und Training“, „Electronic Business und Marketing“ sowie „Produktion, Administration und Dokumentation.“¹⁷ Der im selben Jahr durchgeführte *Graphic, Visualization, & Usability Center's (GVU) 10th WWW User Survey*¹⁸ förderte im Rahmen seiner Untersuchungen über die Surf-Präferenzen von Webnutzern ähnliche Hauptanwendungskategorien zutage, nämlich „Education“, „Shopping/gathering product information“, „Entertainment“, „Work/Business“, „Communication with others“ sowie „Gathering information for personal needs“.¹⁹

Auf diesen Vorgaben aufbauend definieren wir nun in einem ersten Ansatz folgende Kategorien für Webangebote, die anschließend noch durch den eigenständigen Typus des Web-Informationssystems ergänzt werden sollen:

- Werbung und Marketing: In diese Kategorie fällt ein beachtlicher Teil der aktuell präsenten kommerziellen Webauftritte. Solche Angebote erfüllen primär repräsentative und in einem allgemeinen Sinne propagandistische Funktionen. Industrie- und Dienstleistungsunternehmen stellen sich mehr oder weniger ausführlich vor und annoncieren ihre Produkte unter Zuhilfenahme von Text, Bild, Ton und Video. Aber auch ein beträchtlicher Teil der nicht-kommerziellen Web-Angebote lässt sich hier einordnen: Parteien, Verbände oder Forschungseinrichtungen leisten auf diesem Wege Öffentlichkeitsarbeit, präsentieren ihre Arbeiten und werben für ihre Ziele und Leistungen.²⁰ Zunehmend werden diese Angebote mit praktischen Zusatzdiensten verknüpft (siehe nachfolgende Kategorie), so dass der Handlungs-

¹⁷ Vgl. Lang (1998, S. 310f.). Siehe auch die Klassifikation für private und institutionelle Web-Angebote in Storrer (1999b).

¹⁸ Vgl. http://www.gvu.gatech.edu/user_surveys/survey-1998-10/.

¹⁹ Die ebenfalls aufgeführten Kategorien „Wasting time“ und „Other“ erscheinen für unsere Betrachtungen als weniger hilfreich.

²⁰ Werner (1997) gliedert Online-Werbung auf in „die Werbepresenz der Organisationen und die Werbung, die dafür gemacht werden muss, damit sie aufgesucht wird“, also z.B. externe Bannerwerbung; vgl. Werner (1997, S. 196). Unsere Kategorie bezieht sich ausschließlich auf den erstgenannten Fall.

spielraum des Besuchers nicht nur auf die zunächst obligatorische passive Rezeption eingeschränkt bleibt.

- Verkauf und Dienstleistung: Wegbereiter dieser Systeme waren sicherlich die ersten Angebote zum Online-Banking. Doch seit etablierte Unternehmen ebenso wie Internet-Startups erkannt haben, dass „E-Commerce“ eine vielversprechende Chance zur aktiven Erschließung neuer Kundensegmente ist, gehören elektronische Marktplätze unterschiedlichster Couleur zum Alltag im WWW. Dazu zählen produktspezifische Kiosk-Systeme ebenso wie Shopping Malls mit einem breiten Warenspektrum oder Auktions-Plattformen. Weiterhin weisen insbesondere Bereiche ohne materielle Handelsgegenstände wie etwa die Tourismus-Branche dem Web eine strategische Bedeutung zu und offerieren kostenpflichtige Dienstleistungen wie Autovermietung, Flug- oder Hotelbuchungen. In einzelnen Segmenten des Endkundengeschäfts – auch „Business to Consumer“ (B2C) etikettiert – funktioniert die Finanzierung indirekt über Werbeeinnahmen. Typisch hierfür sind etwa E-Mail-Dienste, Unified Messaging Services (UMS) oder webbasierte Office-Umgebungen (Web-Organizer). Der Kunde zahlt dann nicht unmittelbar für die erbrachte Dienstleistung, sondern indirekt durch die Rezeption und das Weiterverfolgen von Werbebannern; oft existiert für die professionelle Kundschaft auch ein leistungsfähigeres kostenpflichtiges Parallelangebot.
- Lernen: Ein derzeit noch in den Kinderschuhen steckendes Segment sind Angebote, die sich die Aus- und Weiterbildung im Internet zum Ziel gesetzt haben und den Computer damit als interaktives Lernmedium einsetzen. Der Anwender wählt ein Fachgebiet aus, in dem er sich fortbilden möchte, und absolviert dann online ein passendes Curriculum. Oft verwendete Schlagworte in diesem Zusammenhang sind „Computer unterstützter Unterricht“ (CUU), „Hypermedia Learning Systems (HLS)“, „Computer Based Training“ (CBT), „Web Based Training“ (WBT) sowie „Distance Learning“. In sämtlichen Fällen geht es darum, den aktiven Wissenserwerb zu fördern, pädagogische Prozesse zu unterstützen und die Ergebnisse anhand einer objektiven Lernzielkontrolle zu überprüfen. Begleitend können dabei tutorielle Systeme, „Intelligent Tutoring Systems“ (ITS), zum Einsatz kommen, die dem Lernenden individuelle Rückmeldung geben und gezielt Aufgaben zur Vertiefung des erworbenen Wissens stellen. Die Anwendungsszenarien erstrecken sich von multimedial aufbereiteten Trainingseinheiten und Anwendungs-Simulationen über virtuelle Universitätskurse

bis hin zum individuellen Sprachenlernen. Gerade das letztgenannte Beispiel macht jedoch eine Problematik der neuen Medien im Lernbereich offenkundig: Zwar fördern die meisten Sprachlernsysteme das Lese- und Hörverständnis und können Wortschatz oder Grammatik auffrischen. Die aktive Sprachkompetenz dagegen wird sich nur bedingt durch das Selbststudium am Computer verbessern. Hier lässt eine breite Ausnutzung des potenziellen Lern-Mehrwerts hypermedialer Online-Systeme, etwa durch eine direkte Vernetzung von Internetkursen mit den klassischen Angeboten von Sprach- und Volkshochschulen, noch auf sich warten. Eine solche Vernetzung könnte zur Überwindung bisheriger Defizite des digitalen Lernens beitragen und praktikable Alternativen zu rein behaviouristischen Stimulus-Response-Modellen eröffnen.

- **Kommunikativer Austausch und Diskussion:** Die Zielsetzung solcher Gemeinschafts-Treffpunkte („Community Sites“) besteht darin, ihre Besucher interessen- und themenspezifisch mit relevanten Inhalten zu versorgen sowie darüber hinaus eine organisierte Plattform für den Meinungs-austausch bereitzustellen. Das angebotene Spektrum bedient praktisch sämtliche Bereiche des alltäglichen privaten und öffentlichen Lebens und reicht von Plattformen für unterschiedlichste Gesellschaftsgruppen über Online-Diskussionsforen zu wissenschaftlichen oder feuilletonistischen Themengebieten bis hin zu Job- oder Kontaktbörsen. Oft werden die Diskussionen, an denen per Web-Formular oder E-Mail teilgenommen werden kann, von Moderatoren betreut und geleitet. Damit übernehmen diese Angebote in mancher Hinsicht die Aufgaben der bereits einige Jahre vor dem WWW etablierten Netnews-Gruppen, Mailboxen und Mailinglisten. Populär sind weiterhin Chat-Umgebungen, die ihren Teilnehmern eine direkte Kommunikation in Echtzeit ermöglichen. Bekannt wurde die Chat-Kultur der getippten Kurzmitteilungen und Diskussionsbeiträge durch die Technologie des „Internet Relay Chat“ (IRC).²¹
- **Journalistische Berichterstattung:** Die Zielsetzungen journalistischer Angebote im WWW können aus einer funktionalen Perspektive heraus weitestgehend analog zur Aufgabenstellung etablierter Nachrichtenmedien beschrieben werden. Das Bestreben der Herausgeber liegt dabei in der Ver-

²¹ Gelegentlich werden diese aufgrund ihres oft spaßgeleiteten Freizeit-Charakters auch als „Quatschkanäle“ bezeichnet; vgl. Jakobs (1998).

mittlung aktueller Nachrichten, historischer Hintergrundinformationen oder auch individueller kritischer Meinungen und Kommentare.²² Die Besucher nutzen die Berichterstattung je nach Eigeninteresse und Situationszusammenhang für die gezielte Eigeninformation ebenso wie für das freie Stöbern und Flanieren im Themenangebot. Typische Vertreter journalistischer Angebote sind Online-Zeitungen, die sich allerdings wie oben schon beschrieben zunehmend von reinen Distributionskanälen zu multifunktionalen Plattformen weiterentwickeln und hierbei die hypermedialen und interaktiven Möglichkeiten des WWW ausnutzen. In mancher Hinsicht führen sie Entwicklungstendenzen traditioneller Print-Zeitungen fort, wie beispielsweise die seit Anfang des 20. Jahrhunderts beobachtbare modularisierte Textorganisation sowie die nicht mehr durchgehend lineare Präsentation. Doch darüber hinaus warten sie mit weiteren Neuerungen auf, wobei neben dem selektiv möglichen Zugriff insbesondere der Trend zum persönlich konfigurierbaren Nachrichtenportal erwähnenswert erscheint: Der Nutzer erhält hier aufgrund individueller Vorgaben nur noch entsprechend gefilterte und aufbereitete Nachrichten. Vor diesem Hintergrund ist auch die klassifikatorische Diskussion darüber zu verstehen, ob journalistische Online-Aktivitäten nun eindeutig in den Bereich der Massen- oder aber der Individualmedien eingeordnet werden sollten – oder ob dieser scheinbare Gegensatz bei der Betrachtung des WWW überhaupt noch aufrecht erhalten werden kann.²³

- **Spiel und Unterhaltung:** Die Ursprünge dieser Angebote gehen auf die in den Anfangsjahren des Internets populären MUDs zurück. Ein MUD („Multiple User Dungeon“ oder auch „Multiple User Dimension“) lässt sich als interaktives Phantasiespiel beschreiben, in dem sich die unter einem Pseudonym angemeldeten Teilnehmer in virtuellen Räumen bewegen, miteinander kommunizieren und gemeinsam digitale Kontrahenten bekämpfen. Die Bedienungsfläche ist dabei weitestgehend textbasiert. Seit ungefähr 1996 werden MUDs zunehmend von grafisch erweiterten Internet-Spielen verdrängt, bei denen die Mitspieler ebenfalls in virtuelle Identität

²² Selbstverständlich besteht ein primäres Ziel der beteiligten Verlagshäuser in der Erwirtschaftung finanzieller Gewinne; dies gilt jedoch generell für sämtliche kommerzielle Unternehmungen und erscheint daher im vorliegenden Zusammenhang nicht als herausragendes Kennzeichen journalistischer Webauftritte.

²³ Vgl. z.B. Dobal/Werner (1997), Rötzer (1998), Haverland (2000).

ten schlüpfen und wechselnde Aufgaben zu bewältigen haben. Typisch ist die Simulation von Mikro-Gesellschaften mit komplexen Besitzverhältnissen, Rollenvorgaben und Verhaltensregeln sowie das Eintauchen der Spieler in diese künstliche Welt („Immersion“). Viele Spiele nutzen intensiv die Raum- und Navigationsmetapher, d.h. jede Bewegung in der virtuellen Welt verursacht das Laden einer entsprechenden Webseite. Neben Rollenspielen lassen sich beispielsweise Abenteuer-, Action- und Strategiespiele sowie virtuelle Simulationen unterscheiden. Im weiteren Umfeld sind auch so genannte Infotainment-Angebote anzusiedeln, die sich auf eine unterhaltsame Kombination von Spiel- und Unterhaltungselementen mit informativen Inhalten spezialisiert haben. Im Gegensatz zu vielschichtigen MUD-Welten erfordern Infotainment-Sites meist einen geringeren Lern- und Einarbeitungsaufwand seitens der Teilnehmer und bedienen auch den zufällig vorbeischauenden, unterhaltungsbedürftigen Surfer.

- Suche: Suchmaschinen („Search Engines“) gehören aus gutem Grund zu den am häufigsten genutzten Einrichtungen im WWW. Sie unterstützen den Informationssuchenden beim gezielten Herausfinden der für ihn relevanten Web-Server und ersparen ihm dadurch das zeitintensive und oft erfolglose Suchen in der Fülle der an das Internet angeschlossenen Systeme.²⁴ Suchmaschinen erkunden das Web regelmäßig mit Hilfe spezieller Software („Robots“ oder „Agenten“) und tragen Angaben über die Inhalte der besuchten Sites zusammen. In diesem Fundus von Netzadressen und Meta-Informationen können Anwender anschließend recherchieren, wobei die Suchanfragen einer vorgegebenen Syntax zu folgen haben. Ergänzend zu rein maschinell organisierten Suchdiensten haben sich auch Katalog-Systeme etabliert, die redaktionell betreut und oft noch von Hand aktualisiert werden. Sie nehmen dem Anwender einen Teil der Klassifikationsarbeit ab und bieten thematisch geordnete Übersichtsregister, Verweise zu Softwarearchiven, Bibliografierecherchesystemen oder FAQs („Frequently Asked Questions“). Einen eigenständigen Bereich bilden übergreifende Meta-Suchmaschinen, die angesichts der Vielzahl unterschiedlicher Such- und Katalogangebote eine Aggregatsfunktion übernehmen. Zwar verwalten sie keine eigenen Link-Archive, leiten Suchanfragen aber an mehrere entsprechende Angebote weiter und präsentieren die zurückgelieferten Er-

²⁴ Eine kritische Analyse des „Informationsdilemmas“ und mögliche Strategien zu dessen Vermeidung finden sich z.B. in Kuhlen (1999).

gebnisse der parallel ausgeführten Einzelrecherchen in zusammengefassten Gesamtübersichten.

Wie lassen sich nun Web-Informationssysteme unter Einbeziehung der bisher beschriebenen Typen von Internet-Angeboten charakterisieren? Ein Blick auf die vorstehende Liste zeigt, dass WIS in vielerlei Hinsicht eng mit Lernsystemen verwandt sind. Diese Verwandtschaft lässt sich im Übrigen auch aus der offenkundigen Tatsache ableiten, dass zielgerichtetes Informieren ein unabdingbares Teilelement eines jeden erfolgreichen Lernprozesses sein sollte. Lern- und Informationssysteme teilen sich folgerichtig das Anliegen, spezifisches Sachwissen komplexerer Art in einer detaillierten und angemessenen Weise zu vermitteln. Darüber hinaus adressieren Informationssysteme prinzipiell ebenfalls ein bezüglich Vorwissen, Lernstrategie und Motivation heterogenes Publikum.

In der direkten Gegenüberstellung zu einem ausgefeilten Lernsystem ist der pädagogische Anspruch eines WIS jedoch vergleichsweise gering. Nur in seltenen Fällen werden didaktisch speziell aufbereitete Inhalte oder ambitionierte pädagogische Konzepte für die Benutzerführung eingesetzt. Letzteres ist auch als Grund dafür anzusehen, dass die Interaktionspfade eines WIS eher kurz gehalten sind. Lernsysteme, die durch konkrete Aufgaben bzw. Simulationen das erarbeitete Wissen überprüfen und die Umsetzungskompetenz von Wissen in Handeln fördern wollen, beinhalten gemeinhin komplexere und über mehrere Schritte konzipierte Interaktionskomponenten.²⁵ Im Rahmen eines WIS ist eine fundierte Lernzielkontrolle nicht automatisch Bestandteil des Gesamtkonzepts. Dagegen erscheint eine partielle Unterstützung des Informationssuchenden durch „elektronische Tutoren“ bzw. Leitsysteme denkbar.²⁶

Weiterhin können Informationssysteme mit fachgebietsspezifischen Archiven sowie vielfältigen Rechercheoptionen glänzen.²⁷ Damit integrieren sie im kleineren Stil elementare Funktionalitäten von Suchmaschinen und Web-Katalogen. Funktionale Überschneidungen zwischen einem WIS und einer Webprä-

²⁵ Zu Eigenschaften hypermedialer Lernsysteme siehe z.B. Fickert (1992), Issing (1995), Schulmeister (1997).

²⁶ Siehe hierzu auch den nachfolgenden Abschnitt 2.2.

²⁷ Beispielsweise beinhaltet das Informationssystem *GRAMMIS* vom Anfang seiner Entwicklung an terminologische Datenbanken und grammatikalische Wörterbücher; vgl. Kapitel 8 sowie z.B. Breindl (1999), Schneider (1997), Storrer (1998a).

senz mit eher journalistischem Hintergrund sind beispielsweise im Bereich des selektiven und personalisierbaren Zugriffs auf Informationen zu finden. Im Bedarfsfall können Informationssysteme als Zusatzangebot, ähnlich wie Kommunikations- und Diskussionsforen, allgemein zugängliche Sektionen anbieten, in denen sich Benutzer untereinander austauschen oder in persönlichen Kontakt mit den Autoren treten. Geschlossene Sektionen mit eingeschränktem Zugang lassen sich dagegen als virtuelle Treffpunkte und Diskussionsforen für Autoren nutzen, die sich intern über anliegende Fragen und Probleme abstimmen wollen.²⁸ In Anlehnung an Spiel- und Unterhaltungs-Produkte verwenden Informationssysteme vereinzelt auch gezielte spielerische Elemente (Stichwort „Infotainment“) zur Verdeutlichung inhaltlicher Aspekte.²⁹ Eine naheliegende Verbindung zu Verkaufs- und Dienstleistungssystemen besteht unter dem Gesichtspunkt der kommerziellen Vermarktung der verwalteten Informationen, etwa in Form eines branchenspezifischen Auskunftssystems.

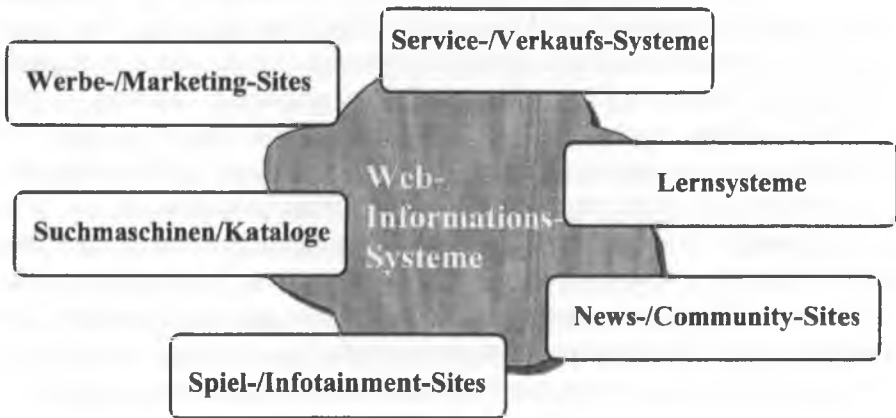


Abbildung 1: Klassifizierung von Angeboten im WWW

Abbildung 1 bietet einen klassifikatorischen Überblick über die Bandbreite der im World Wide Web beheimateten Angebote. Dabei werden auch potenzielle

²⁸ Das Autorenforum des WIS *GRAMMIS* wird in Abschnitt 8.7 beschrieben.

²⁹ Der erste Prototyp von *GRAMMIS* etwa wartete mit einem experimentellen „Grammatiklabor“ auf, in dem die Benutzer auf verschiedenen Schwierigkeitsstufen spielerisch ihr erarbeitetes Wissen erproben konnten; vgl. Storrer (1995).

Schnittpunkte zwischen Web-Informationssystemen und anderen Angebotstypen angedeutet.

2.1.3 Einsatzbereiche und Erfolgskriterien

Als konkrete Anwendungsszenarien für Informationssysteme im WWW lassen sich folgende Schwerpunkte ausmachen:

- Wissensportale, Enzyklopädien, Nachschlagewerke
- Fachwissenschaftliche Einführungen und Materialsammlungen
- Komplexere Kultur- und Reiseführer
- Museums- bzw. Ausstellungsinformationssysteme
- Film-, Musik- oder Literaturwissensbanken
- Kommunale Stadt- und Bürgerinformationssysteme³⁰
- Technische Dokumentationen und Reparaturinformationssysteme
- Medizinische Auskunfts- und Beratungssysteme

Eine wesentliche Motivation bei der Konzeption von Informationssystemen entspringt der Vision von einem zentralen Informations-Repository, das hypertextuell organisierte Inhalte verwalten und multifunktional nutzbar machen kann. Populär ist in diesem Zusammenhang der Leitsatz „Write once, publish anywhere“, der das Bestreben hervorhebt, einmal niedergeschriebenes und archiviertes Wissen bei Bedarf ohne umfangreiche manuelle Nachbearbeitung für unterschiedliche Zwecke und Medien zu verwenden. Dieser Ansatz beschränkt sich keinesfalls allein auf das WIS-Umfeld. Viele moderne Redaktions-Systeme für Online- und Print-Zeitungen etwa verfolgen ähnliche Ziele und bieten dadurch ihren Mitarbeitern in verschiedenen Abteilungen einen effektiven Zugang zu Pressemeldungen, Fachartikeln oder Reportagen. WIS fokussieren darüber hinaus eine Ausrichtung auf den individuellen Endanwender, können sie auf diese Weise ihre Inhalte für unterschiedliche Nutzer-

³⁰ Mehrere Fallstudien aus diesen Bereichen sowie sinnvolle Nutzungskontexte thematisieren z.B. Kubicek et al. (1997).

gruppen und variable Zugriffssoftware aufbereiten und zur Verfügung stellen („Medienübergreifendes Publizieren“).³¹

Im angloamerikanischen Sprachraum ist in diesem Zusammenhang der Begriff „knowledge base“ geläufig. Für das Deutsche schlägt Kuhlen (1991, S. 233) eine doppelte Übersetzung in „Wissensbasis“ bzw. „Wissensbank“ vor. Die Wissensbasis umfasst demnach die intern gespeicherten informationellen Inhalte, während unter einer Wissensbank das gesamte System – also beispielsweise ein WIS – verstanden wird. Im Folgenden sollen die beiden Termini Wissensbasis und Repository – ein insbesondere im Datenbank-Umfeld geläufiger Begriff³² – gleichberechtigt verwendet werden. Weiterhin sollen auch Wissensbank und Informationssystem parallel zur Bezeichnung des Gesamtprodukts zum Einsatz kommen.

An dieser Stelle soll schließlich noch auf einen Umstand hingewiesen werden, der trotz seiner unmittelbaren Evidenz auch in Fachkreisen gelegentlich nur beiläufig zur Kenntnis genommen wird: Web-Informationssysteme – zumindest solche mit weitverzweigten und bezüglich des Anspruchsgrads gestaffelte Inhalten – sind in erster Linie Systeme und nicht Webseiten.³³ Damit unterscheiden sie sich von verwandten Angeboten wie etwa Online-Zeitungen, die sich trotz aller hypertextueller und multimedialer Erweiterungen ähnlich wie ihre Print-Vorbilder auch einfach „erstöbern“ lassen. Natürlich sollte für jedes WIS angestrebt werden, die technischen Wissensvoraussetzungen und den Einarbeitungsaufwand möglichst gering zu halten und dadurch potenzielle Akzeptanzprobleme auf der Anwenderseite zu vermeiden.³⁴ Andererseits erfordern insbesondere komplexe Sachgebiete und Thematiken einen gewissen Aufwand beim Erarbeiten der Inhalte. Dieser Aufwand ist notwendigerweise höher als das, was Besuchern auf der Mehrzahl anderer Websites abverlangt wird. Er manifestiert sich in erhöhten Verständnisanforderungen bezüglich

³¹ Populäre englischsprachige Bezeichnungen dieser Fähigkeit sind beispielsweise „Cross-Media-Publishing“ oder „Cross-Platform-Publishing“. Siehe hierzu auch das Zitat von Nielsen (1997b) in Abschnitt 4.4.3.

³² Eine übersichtliche Einführung in die maschinelle Informationsverarbeitung mit Hilfe von Repositorien bietet z.B. Ortner (1999).

³³ Giddens (1996) vergleicht entsprechende Internet-Angebote sogar mit Expertensystemen.

³⁴ Siehe hierzu auch die exemplarische praktische Umsetzung der Benutzersicht eines WIS in Abschnitt 8.8.

der systemspezifischen Voraussetzungen, Kapazitäten und Bedienungstechniken, sowie in einer dadurch erheblich verstärkten Notwendigkeit zur Interaktion. Mit dialogischen Hilfsmitteln lassen sich Schwierigkeitsgrade festlegen, Anfragen allgemeiner oder spezifischer gestalten und daraus resultierend bestimmte Daten aus der Wissensbasis extrahieren bzw. andere unterdrücken.

Ambitionierte Informationssysteme erlauben dem Benutzer also vielfältige Interaktionsmöglichkeiten mit digital gespeichertem Wissen. Im Gegensatz zu reinen Unterhaltungs- oder Werbeangeboten ist ein WIS nicht nur eine Ansammlung von mehr oder weniger beliebig verknüpften sowie auf leichte Konsumierbarkeit ausgelegten Webseiten, sondern ein faktenorientiertes System mit speziell klassifizierten Inhalten plus maßgeschneiderten Zugangswegen für bestimmte Nutzer bzw. Nutzergruppen. Die Mehrfachadressierung – bereits im Bereich der traditionellen Medien sowie bei Online-Zeitungen ein wichtiger Gesichtspunkt³⁵ – kann im Rahmen eines WIS unter Verwendung neuartiger Konzepte angegangen werden: Inhalte müssen nicht mehr so verfasst werden, dass sie unmittelbar einen möglichst breiten Adressatenkreis ansprechen, sondern lassen sich zur Rezeptionszeit, dem jeweiligen Bedürfnis des Nutzers entsprechend, aus einer vorher strukturierten und kategorisierten Wissensbasis generieren. Aktuell nicht relevante Elemente können während dieses Vorgangs weggelassen, andere gezielt hervorgehoben werden. Die Person des Anwenders erhält dadurch ein bedeutendes Gewicht, ebenso wie Qualität und Struktur der Inhalte.

In der Praxis ergibt sich daraus eine enge Verbindung zwischen operationalem System und logischer Segmentierung. Jede Konzeption eines WIS beruht zunächst auf einer sachgerechten Analyse der zugrunde liegenden Informationsstrukturen, verbunden mit einer möglichst frühzeitigen Partizipation der späteren Systemnutzer (Autoren ebenso wie Adressaten). Auch Fragestellungen hinsichtlich der Datensicherheit oder des Freigabe-Timings, also des geplanten Dokumenten-Workflows, wollen bedacht werden. Erst anschließend kann darauf aufbauend die Modellierung variabler und angemessener Zugriffsmöglichkeiten erfolgen.

³⁵ Vgl. Bucher (2000, S. 263f.).

2.2 Benutzeradaptivität im WWW

Mit „Benutzeradaptivität“ wird im Bereich des elektronischen Publizierens sowie bei der Konzeption von Web-Informationssystemen die Fähigkeit eines Computersystems bezeichnet, die in ihm gespeicherten informationellen Inhalte unter Berücksichtigung individueller Nutzercharakteristika aufzubereiten und visuell angemessen darzustellen. Auf diese Weise soll eine zielgerichtete, aktive Informationserschließung durch den Rezipienten unterstützt werden. Grundlage diesbezüglicher Überlegungen ist die Erkenntnis, dass im Zeitalter vernetzter digitaler Datenverarbeitung die Menge der praktisch rund um die Uhr und von jedem Ort aus verfügbaren Wissensbanken immer größer und damit letztlich auch unüberschaubarer wird. Benutzer umfangreicher hypertextueller Informationssysteme,³⁶ auch und gerade im WWW, benötigen demzufolge situationsbezogene Hilfsmittel, um relevante von irrelevanten Inhalten abzugrenzen und sich einen orientierenden Überblick zu verschaffen.

Aus diesem Blickwinkel weisen die meisten der aktuell implementierten Web-Informationssysteme den gravierenden Nachteil auf, dass sie nicht in ausreichendem Maße auf ihre regelmäßigen und erfahrenen Benutzer eingehen. Die Systeme verhalten sich stets so wie beim ersten Besuch, auch wenn dieser bereits eine Weile zurückliegt und sich das verfügbare Sachwissen ebenso wie die Ansprüche des wiederkehrenden Besuchers durch dessen zwischenzeitliche Informationsrecherche deutlich verändert haben. Damit wird die Chance vertan, aus Aktionen bzw. Erfahrungen, typischen Verhaltensmustern sowie ausdrücklichen Vorgaben und Wünschen des Rezipienten zu lernen. Das anzustrebende Resultat eines solchen Lernprozesses seitens des WIS wäre eine Inhaltspräsentation, die exakter auf individuelle Bedürfnisse abgestimmt ist. Benutzeradaptivität im WWW kann demzufolge als eine Personalisierung von Informationsangeboten verstanden werden, wobei flexible Darstellungsverfahren bei der optimalen Annäherung an die Inhalte behilflich sein sollen.

Zur Eingrenzung der Problematik erscheint zunächst eine begründete Entscheidung darüber erforderlich, wie weit die Personalisierung im Einzelfall gehen bzw. wie ein konzeptuelles Design benutzeradaptiver Informationssys-

³⁶ Zur Abgrenzung von Hypertexten gegenüber anderen Angeboten im WWW siehe Abschnitt 3.4. In Abschnitt 2.1 wurden bereits die Begriffe „Web-Informationssystem (WIS)“ und „Wissensbank“ eingeführt.

teme aussehen sollte. Bei der Beantwortung dieser Fragestellung liefert ein vergleichender Blick auf äquivalente Situationen in der realen Alltagswelt hilfreiche Ansatzpunkte.

In erster Linie bietet sich hier die traditionelle Informationsvermittlung in Schule, Ausbildung oder Wissenschaft als Vorbild an. Studienbegleitende Tutorien etwa, welche an Universitäten oft parallel zu Vorlesungen oder Seminaren angeboten werden, können uns einen Einblick in die Funktionsweise erfolgreicher individueller Wissensvermittlung geben: Der menschliche Tutor – oft ein Kommilitone aus einem fortgeschrittenen Semester – fungiert hier als Mittler zwischen der zu erarbeitenden Materie und dem einzelnen Studenten. Um seiner Aufgabe gerecht zu werden, sollte er gleichermaßen mit inhaltlichen und strukturellen Aspekten des Sachgebiets sowie dem Wissensstand der Studierenden vertraut sein. Aus dieser Position heraus kann er komplexe Sachverhältnisse Schritt für Schritt erklären oder auch als bekannt voraussetzen, Tipps für weitere Nachforschungen geben oder auf erkennbare Versäumnisse hinweisen. Die Studenten können Hinweise, eigene Anmerkungen u.Ä. während der Veranstaltung schriftlich festhalten und später nochmals durcharbeiten. Ähnliche Situationen und zumindest partiell analoge Prozessmuster können durchaus auch als charakteristisch für elektronische Informationssysteme angesehen werden, als ganz einfaches Beispiel würde etwa ein Annotations-Mechanismus als Ersatz für den Notizblock oder Marginalien fungieren. Dies bedeutet nicht, dass ein ideales WIS sämtliche Besonderheiten und Prozesse seines Vorbildes nachahmen muss. Wohl aber können „Online-Studenten“ davon profitieren, wenn gezielt Mechanismen zur Simulation bewährter Strategien entwickelt, erprobt und eingesetzt werden.

Der Vergleich von hypermedialen Informationssystemen mit ihren bereits etablierten, traditionellen Äquivalenten offenbart allerdings auch die Grenzen eines solchen Unterfangens. Zweifellos sollte keine Metapher übermäßig strapaziert werden, da ansonsten elementare Details nicht wahrgenommen werden, und so kann auch das „virtuelle Tutorium“ nicht in sämtlichen Belangen mit einer real besuchten Veranstaltung mithalten. Die Ansprüche sollten vielmehr klar eingegrenzt werden. Weder wird eine Maschine beim Stand der momentan einsetzbaren Technik ein wirklich intelligentes Gegenüber sein, noch kann sie so didaktisch und angemessen agieren wie ein speziell ausgebildeter Pädagoge. Dies sollte daher auch nicht das Ziel sein, sondern gehört in die Domäne ausgewachsener computerbasierter Lernsysteme, bei deren Konzeption und Umsetzung besondere didaktische und kognitionspsychologische Aspekte von

Bedeutung sind.³⁷ Derartige Lernsysteme erfordern – insbesondere bei der Modellierung der Benutzerschnittstelle und der Auswertung des Lernerfolgs – eine im Detail vertiefendere Beschäftigung mit benutzerspezifischen Faktoren sowie mit der Beschaffenheit des Lernstoffs. Weiterhin versuchen sie, bereits erfolgreich erprobte Lehr- und Lernmethoden auch für das elektronische Medium einsetzbar zu machen, gehen also in diesem Bereich weit über die Ansprüche eines WIS hinaus.³⁸ Aus diesem Grund beschränken sich die folgenden Ausführungen im Wesentlichen auf die Eigenheiten und Ansprüche hypertextueller Informationssysteme.

Hier lässt sich nun zunächst die optimierende Unterstützung bei der Selektion nennen, d.h. die Eingrenzung und Filterung der potenziellen Verzweigungsmöglichkeiten vom aktuellen Standort im Informationsnetzwerk aus. Es ist ein Charakteristikum von Hypertexten, dass vom Benutzer beständig Entscheidungen über seinen weiteren Weg im Netz verlangt werden. Dies gilt in verstärktem Maße für Situationen, in denen das System als Antwort auf eine Suchanfrage umfangreiche Listen möglicher Zielpunkte ausgibt. Hier besteht die Gefahr, dass letztlich zuviel Informationen präsentiert und dadurch die Entscheidungs- und Orientierungsschwierigkeiten des Benutzers vergrößert werden. Prinzipiell bestehen in einem solchen Fall zwei Möglichkeiten: Entweder der Suchende erlernt eine spezielle Abfragesprache, mit deren Hilfe er seine Suchkriterien exakt spezifizieren kann,³⁹ oder aber das System wird von Grund auf derart konzipiert, dass es individuelle Eigenschaften und Präferenzen erkennen und diese mit dem gespeicherten Informationsangebot abgleichen kann. Da aufgrund der relativ einfachen Erlernbarkeit der grundlegenden WWW-Navigationstechniken die Zahl der Hobby-Benutzer mit geringer Er-

³⁷ Die Adäquatheit und Attraktivität hypertextueller Systeme für das Lernen mit dem Computer ist in der Vergangenheit mehrfach und ausführlich thematisiert worden. Neben dem bereits erwähnten Überblick in Kühlen (1991) kann an dieser Stelle auf die Publikationen von Fickert (1992), Issing (1995), Gerdes (1997), Schulmeister (1997), Shapiro (1998) und Schwil (1999) verwiesen werden. Bedeutsam erscheint in diesem Zusammenhang auch das Projekt *GENTLE* (*General Network Training and Learning Environment*), welches sich u.a. mit der Konzeption eines einheitlichen methodischen Ansatzes für die Entwicklung von Web-basierten Ausbildungssystemen beschäftigt; vgl. hierzu Dietinger/Maurer (1998).

³⁸ Siehe hierzu auch Abschnitt 2.1.

³⁹ Ein Beispiel hierfür sind die logischen Operatoren und anderen Filter- bzw. Verfeinerungsmöglichkeiten der erweiterten Suche („Advanced Search“) des Informationsportals *Altavista*, zu finden unter <http://www.altavista.com>.

fahrung im Umgang mit Computern und formalen Sprachen stark angestiegen ist, erhält insbesondere die zweite Variante eine wegweisende Bedeutung. Um auch ungeübte Nicht-Experten zu unterstützen, gilt es Interaktions- und Präsentationsformen zu finden, bei denen möglichst wenig durch den Anwender explizit spezifiziert werden muss.

Erste exemplarische Realisierungen für das WWW sind bereits seit einiger Zeit beobachtbar in Form elektronischer Assistenten und verwandter Angebote zur Benutzerführung und Erschließung des verfügbaren Informationsraumes.⁴⁰ Ebenso wie in vielen anderen mehr oder weniger naheliegenden Anwendungsbereichen – das Spektrum reicht hier von der Hilfestellung durch interaktiv konzipierte und animierte Assistenten in Textverarbeitungen bis hin zur Integration digitaler Funktionalitäten in Einrichtungsgegenstände eines „Zukunftsbüros“ – lassen sich auch im Umfeld des Web-Publizierens Bestrebungen ausmachen, dem menschlichen Nutzer einen Teil seiner alltäglichen Entscheidungen abzunehmen und ihn dadurch von zeitraubenden Routine-Aufgaben zu entlasten. Elektronische Assistenten im WWW treten naturgemäß auf der Präsentationsebene in Erscheinung und führen als moderne „Pfadfinder“ ihre Nutzer durch das Netz.⁴¹ Basierend auf einem durch menschliche Gutachter vorab zusammengestellten Touren-Angebot – auch „Guided Tours“ genannt – wird dem Benutzer auf Wunsch die Entscheidung darüber abgenommen, welches Netz-Angebot er bei seiner Recherche als nächstes anklicken sollte.

Damit sich der suchende Benutzer nicht verirrt bzw. die für ihn relevanten Inhalte in den Weiten des Internets überhaupt erst findet, existieren neben rein text- und grafikbasierten Angeboten auch animierte, d.h. mit den Animationsmöglichkeiten von Java oder Shockwave Flash programmierte „Avatare“⁴² als Helfer beim Verfolgen von Pfaden durch hypertextuelle Netzwerke. Der Reifeprozess ist hier allerdings noch in vollem Gange. Wünschenswert erscheint bei

⁴⁰ Siehe hierzu z.B. Kuhlen (1999).

⁴¹ Populär sind beispielsweise der unter <http://www.ask.com> residierende „Butler Jeeves“ sowie die Netzpiloten unter <http://www.netzpiloten.de>.

⁴² Der Ausdruck „Avatar“ stammt ursprünglich aus dem Sanskrit (wörtlich übersetzt etwa „Herabkunft“) und bezeichnet in der buddhistischen Mythologie einen Gott, der sich in Menschen oder Tiere verwandeln und dadurch auf die Erde herabsteigen kann. In der elektronischen Welt begegnen uns Avatare meist als virtuelle Existenzen auf Websites oder in Rollenspielen und Online-Chats als grafische Phantasiefigur, d.h. als Doppelgänger eines realen Menschen mit einer ausgewählten Erscheinungsweise.

diesen Ansätzen derzeit eine angemessenere visuelle Umsetzung dialogischer Konzepte, also beispielsweise ausgefeiltere Schnittstellen zur Feststellung von Benutzereigenschaften und -wünschen.

Unabhängig von der Filterung möglicher Verzweigungsoptionen besteht die Attraktivität benutzeradaptiver Systeme auch in der inhaltlichen Anpassung von Informationseinheiten an die Bedürfnisse einzelner Besucher. Unmittelbar notwendig erscheint dies bei Einheiten, deren Inhalte ansonsten nur unzureichend mit Layoutmitteln strukturiert wurden, also bei rudimentär segmentierten und unübersichtlichen Hypertextknoten. Die gezielte Aufbereitung einzelner Passagen kann hier dazu beitragen, den Blick des Anwenders auf das für ihn Wesentliche zu lenken:

Der größte Vorteil personalisierter Nachrichten- und Informationsangebote ist in der computergestützten Selektion von persönlich relevanten Informationen zu sehen. Die Informationsvielfalt des neuen Mediums ist oft zu komplex, als dass sie mit herkömmlichen Mitteln bewältigt werden könnte. [...] Personalisierte Nachrichten und Informationen können in diesem Sinne als zusätzliches Angebot verstanden werden. (Haverland, 2000, S. 42f.)

Der prinzipielle Nutzen einer fokussierenden Aufbereitung wird in der Fachdiskussion selten bestritten, allerdings gibt es unterschiedliche Einschätzungen hinsichtlich der praktischen Realisierbarkeit solcher Vorhaben. Gelegentlich werden die ernüchternden Erfahrungen, die im Rahmen der weltweiten KI-Forschung⁴³ gemacht wurden, als Beleg dafür angeführt, dass Maschinen nicht adäquat mit komplexen Informationen operieren können. Hier gilt es, einem naheliegenden Missverständnis vorzubeugen, welches beispielsweise in Nielsen (1996) problematisiert wird:

Manche Autoren [...] sind der Meinung, daß menschliche Einschätzung und Informationsverständnis unabdingbar sind, wenn man entscheiden möchte, ob ein Informationselement relevant ist oder nicht. Solange Computer noch nicht

⁴³ Vor mittlerweile knapp drei Jahrzehnten wurde als Ziel der Forschungsarbeiten zur Künstlichen Intelligenz (KI) folgende Aufgabenstellung formuliert: Wenn ein menschlicher Anwender mittels einer Computertastatur mit einem für ihn unsichtbaren Gesprächspartner im Nachbarraum kommuniziert und dabei nicht mehr unterscheiden kann, ob sein Gegenüber ein Mensch oder eine Maschine ist, dann darf von „Künstlicher Intelligenz“ gesprochen werden. Trotz enormer Bemühungen wurde dieses Ziel bisher nicht erreicht, nicht zuletzt aufgrund der Komplexität menschlicher Sprache und der Schwierigkeit, weitverzweigtes Weltwissen effizient zu kodieren und damit maschinell nutzbar zu machen.

intelligent genug sind, um Informationen wirklich verstehen zu können, werden sie auch über die Relevanz der Information nicht entscheiden können. Tatsächlich scheint es so zu sein, daß der perfekte Informationsfilter ein komplettes KI-Problem darstellt, in dem Sinne, daß seine Lösung die Lösung aller KI-Probleme wäre. Der gewissenhafte Redakteur und Informationsherausgeber ist noch immer das bewährteste Mittel, wenn man die Informationsflut reduzieren möchte. (Nielsen, 1996, S. 231f.)

Der im obigen Zitat dargestellten Auffassung lässt sich, zumindest was die prognostizierten Aussichten auf baldige perfektionierte Lösungen für die Informationsaufbereitung betrifft, nur schwerlich widersprechen. Tatsächlich wird jede ausschließlich maschinelle Inhaltsanalyse und -aufbereitung ab einem bestimmten Anforderungsniveau an ihre Grenzen stoßen bzw. qualitativ klar von den Ergebnissen menschlicher Arbeit unterscheidbar sein. In Anbetracht des momentanen Stands der Technik würde eine rein computerbasierte und fachlich anspruchsvolle Aufbereitung komplexer Inhalte selbst bei eingeschränkten Erwartungen einen hohen Aufwand an Rechenkraft und -zeit erfordern. Doch gerade im WWW, wo die Antwortzeit eines Computersystems eine enorme Rolle für die Akzeptanz auf der Benutzerseite spielt, besitzen zeitintensive Berechnungen zwangsläufig nur eingeschränkte Chancen auf einen produktiven Einsatz. Ein realistisch konzipiertes benutzeradaptives WIS kann und soll die intellektuelle Leistung des Autors oder Redakteurs also keinesfalls ersetzen. Anzustreben bleibt aber dennoch, der so oft beanstandeten „kognitiven Überlastung“ (*cognitive overhead*)⁴⁴ und der damit verbundenen Reduzierung der Aufmerksamkeit eines Rezipienten auf die eigentliche Informationserschließung wirkungsvoll zu begegnen. Und warum dabei auf maschinelle Unterstützung verzichten, wo sie sinnvoll und effektiv sein kann? Als Lösungsmöglichkeit bietet es sich etwa an, die unbestritten beträchtlichen Fähigkeiten von Computern zur gezielten und raschen Recherche in großen Datenbeständen, die Eignung zur Abarbeitung programmierter Abläufe, sowie das bisher nur selten wirklich ausgereizte interaktive Potenzial hypermedialer Systeme auszunutzen.

An dieser Stelle soll kurz auf die Bedeutung von „Interaktivität“ bzw. „Interaktion“ im vorliegenden Kontext eingegangen werden.⁴⁵ Einem an die mensch-

⁴⁴ Vgl. Conklin (1987, S. 40).

⁴⁵ Zur Bedeutung interaktiver Elemente für das WIS *GRAMMIS* siehe Breindl (1999).

liche Alltagswelt angelehnten Verständnis zufolge wird unter Interaktion das wechselseitige und aufeinander Bezug nehmende Agieren zweier oder mehrerer Personen verstanden.⁴⁶ Interaktion findet also zwischen intentional handelnden menschlichen Individuen statt. Von Menschenhand geschaffene Maschinen können dabei lediglich als vermittelndes Kommunikationsinstrument zum Einsatz gelangen, nicht aber als Interaktionspartner. Diese klassische Interpretation hat Sandbothe (1997) aufgegriffen und auf das Internet übertragen. Im Gegensatz zu etablierten Massenmedien⁴⁷ sieht er das WWW als ein Interaktivität ermöglichendes Medium, jedoch noch lange nicht als eigenständigen, aktiven Kommunikationspartner. Mit Hilfe des WWW kann allerdings grundsätzlich der Unterschied zwischen Sprecher bzw. Autor und Hörer bzw. Leser aufgehoben werden. Jeder Teilnehmer wird damit zu einem gleichberechtigt agierenden Individuum:⁴⁸

Während das Fernsehen von seiner Kommunikationsstruktur her als Einbahnstraße zu beschreiben ist – die Informationen bewegen sich unidirektional ausschließlich von der programmächtigen Institution der Sendeanstalt zum passiven Fernsehkonsumenten –, ist das Internet ein interaktives und multidirektionales Medium. Jeder Empfänger ist selbst ein potenzieller Sender. [...] Die Spezifität des World Wide Web besteht darin, daß die einfache Interaktivität [...] durch die graphische Anwenderoberfläche multimedial ausgestaltet wird. (Sandbothe, 1997, S. 66)

Das WWW erlaubt demzufolge sowohl synchrone Kommunikation, etwa in Form von Online-Chats, wie auch asynchrone Kommunikation, bei der sich die Teilnehmer nicht nur orts- sondern auch zeitunabhängig untereinander austauschen können. Beispiele für asynchrone Kommunikation finden sich in

⁴⁶ Eine restriktive Auslegung fordert darüber hinaus die parallele physische Anwesenheit sämtlicher Interaktionspartner, also eine „face-to-face conversation“; vgl. Rafaeli (1988, S. 110).

⁴⁷ Mit den grundsätzlichen Chancen und Risiken interaktiver Medien im Hinblick auf Massenmedien wie Fernsehen oder Radio beschäftigen sich auch Kleinstauber/Hagen (1998) und Rötzer (1998). Kritische Beiträge zur Vision vom weltweiten Computernetz als einem interaktiven und individualisierbaren Massenmedium liefern z.B. Stoll (1996) und Wehner (1997), der damit argumentiert, dass eine Personalisierung von Massenmedien deren Rolle als kollektivem Wissensfundus widerspricht.

⁴⁸ Allerdings lassen sich mittlerweile auch kritische Stimmen vernehmen, welche die tatsächliche Umsetzbarkeit dieser Potenziale – primär die mitgestaltende Rolle des Rezipienten oder die interaktiven Fähigkeiten der Internet-Technologie – in Frage stellen; vgl. hierzu z.B. Maresch/Rötzer (2001), Porombka (2001).

elektronischen Diskussionsforen⁴⁹ oder den gerade bei privaten Homepages so beliebten Gästebüchern. Allerdings erscheint es in Anbetracht moderner computergestützter, dialogisch orientierter Retrieval- und Auswertungssysteme sowie hypermedialer Wissensrepräsentation zumindest fraglich, ob man Interaktion im WWW wirklich ausschließlich auf die computervermittelte Interaktion zwischen Menschen reduzieren und das Web lediglich als Mittel der Kommunikation ansehen sollte. Eine solche Sichtweise wird beispielsweise noch von Vulner (2000) vertreten, der Computer bzw. Computernetze generell als nicht-interaktionsfähig einstuft. Die Anwendung des Begriffs der Interaktion auf die Beziehung zwischen Mensch und Maschine ist also durchaus umstritten,⁵⁰ wobei sich die Kernfrage oft auf die Angemessenheit der Übertragung eines „natürlichen“ Kommunikations- und Interaktionsmodells auf elektronische Technologien wie das WWW bezieht. Die Legitimität einer solchen Übertragung in die Realität der neuen Medien wurde in der Vergangenheit bereits mehrfach in Frage gestellt.⁵¹ Krämer (1997) konstatiert in diesem Sinne, dass sich der Web-Benutzer im Rahmen seiner Informationssuche mit einem ihm variabel gegenüberstehenden elektronischen „Datenuniversum“ auseinandersetzt. Darauf aufbauend stellt sie folgende These auf:

Die Nutzer computermediatisierter Netzwerke interagieren nicht mit Personen, sondern mit Texten bzw. digitalisierbaren Symbolkonfigurationen. (Krämer, 1997, S. 97)

Dieser Ansatz bietet eine erste mögliche Ausgangsbasis für unsere praxisbezogenen Überlegungen. Unter Interaktivität lässt sich demnach die Fähigkeit von Computersystemen verstehen, mit dem Benutzer zu kommunizieren und auf dessen Rückmeldungen in einer vorprogrammierten Weise zu reagieren. Der Benutzer erhält auf diese Weise die Möglichkeit, den weiteren Ablauf eines Programms zu beeinflussen. Shneiderman (1998) spricht in diesem Zusammenhang von „Mensch-Maschine-Interaktion“⁵² und zieht damit eine klare

⁴⁹ Das in dieser Publikation beschriebene Informationssystem *GRAMMIS* bietet etwa ein spezielles Autorenforum; vgl. Abschnitt 8.7.

⁵⁰ Eine grundlegende Einführung in die damit verbundene Diskussion bietet z.B. Wagner (1999).

⁵¹ Vgl. z.B. Winkler (1997, S. 10).

⁵² Der Originalausdruck in diesem Standardwerk über das Design von Schnittstellen zwischen menschlichen Benutzern und Computersystemen lautet „Human-Computer Interacti-

Grenze zu einem Interaktionsverständnis, welches zwingend das Vorhandensein mehrerer menschlicher Kommunikationspartner voraussetzt. Die Mensch-Maschine-Interaktion versteht sich konsequenterweise als ein interdisziplinäres Forschungsgebiet, welches Erkenntnisse aus Informatik, Psychologie, Soziologie und Design berücksichtigt.

In der Diskussion um Computer und Interaktion lassen sich im Übrigen neben den gerade beschriebenen Positionen in jüngerer Zeit auch alternative und pragmatische Herangehensweisen beobachten:

So ist es [...] wohl richtig, dass die Interaktion mit einem Computer nicht dem Modell des Dialogs mit einem anderen Menschen folgt, sondern dem der Erforschung einer Welt. (Bollmann, 1998a, S. 165)

In diesem Sinne kann auch die Frage vernachlässigt werden, ob Technologien bzw. Medien wie das WWW grundsätzlich zur Interaktion fähig sind. Vielmehr stehen Untersuchungen darüber im Vordergrund, ob sie interaktiv genutzt werden können. Bucher (2001) etwa weist auf Grundlage einer umfangreichen empirischen Rezeptionsstudie zur Online-Navigation nach, dass die untersuchten Probanden gemeinhin so handeln, als ob das Web-Angebot, mit dem sie sich auf der Suche nach speziellen Informationen aktiv auseinandersetzen, ein Kommunikationspartner wäre:

Die Kennzeichnung der Online-Kommunikation als interaktiv ist also mehr als eine Metapher. Unterstellte Interaktivität ist das konstitutive Merkmal dieser Form nicht-linearer Medienkommunikation. Diese Unterstellung zeigt sich nicht nur darin, dass Online-Nutzer so tun, als ob sie mit dem Angebot interagieren, sondern auch darin, dass sie das Angebot darauf festlegen, dass es ihnen in entsprechender Weise antwortet. (Bucher, 2001, S. 167)

Aus der Perspektive des Anwenders erscheint es also so, als ob er sich in einer dialogischen Situation befindet. Er unterstellt dem Angebot einen generellen

on (HCI)“. Eine Einführung in die Geschichte interaktiver Mensch-Maschine-Schnittstellen bietet Wurster (2000), wobei er auch auf Shneidermans „acht goldene Regeln des Schnittstellendesigns“, eingeht. Von praktischer Bedeutung sind u.a. die Arbeiten der *Special Interest Group for Human Computer Interaction (SIGCHI)* der *Association for Computing Machinery (ACM)*, deren Website im WWW unter <http://www.acm.org/sigchi/> residiert. Zu interaktiven Multimedia-Anwendungen siehe z.B. Riehm/Wingert (1995); zu textbasiertem Information Retrieval siehe z.B. Belkin (1993), Baeza-Yates/Ribeiro-Neto (1999) und Kowalski (1997).

Handlungscharakter und vollzieht selbst im Rahmen seiner Informationserarbeitung eine Vielzahl von Handlungen. Interaktivität ist demzufolge bei der Navigation innerhalb hypertextueller Umgebungen möglich.⁵³ Diese Auffassung soll uns im Folgenden als Ausgangsbasis dienen, wenn von Interaktivität im WWW die Rede ist. Der Begriff der Interaktivität erscheint im vorliegenden Fall zumindest als eine verständliche Grundlage für die Beschreibung des Wechselspiels zwischen menschlicher Eingabe und maschineller Reaktion. Die möglichen Aktionen des menschlichen Benutzers reichen dabei von der Aktivierung vorgegebener Navigationsmöglichkeiten über die Beantwortung von Ja/Nein- oder Multiple-Choice-Fragen zwecks Erstellung von Nutzerprofilen bis hin zum eigenständigen Einfügen individueller Kommentare und Ergänzungen. Eine Sonderstellung nimmt dabei die fortgeschrittene, dialogisch organisierte Kommunikation via Computersystem mit einem entfernten, intelligenten Partner ein.⁵⁴

Im Anschluss an diese terminologischen Klarstellungen soll es nun darum gehen, ein begründetes Adaptivitätsmodell für computerorganisierte Informationssysteme zu entwickeln. Die Rechtfertigung und der Nutzen eines solchen Modells basieren auf folgenden Annahmen, welche innerhalb der anschließenden Unterabschnitte vertiefend erörtert werden:

- 1) Der optimale Zugang zu informationellen Inhalten ist individuell unterschiedlich.
- 2) Eine realistische wechselseitige Einschätzung steigert die Effektivität der Mensch-Maschine-Interaktion.
- 3) Die inhaltliche und strukturelle Charakterisierung des Informationsangebots steigert dessen Nutzwert.
- 4) Die situationsbezogene Charakterisierung des Benutzers hilft bei der Optimierung der Systemausgabe.
- 5) Wenn der Benutzer die adaptiven Vorgänge in einem positiven Sinne wahrnimmt und nachvollziehen kann, dann führt dies zu einem bewussteren Umgang mit den Möglichkeiten des WIS.

⁵³ Zu einem ähnlichen Befund für das WWW kommen auch Dobal/Werner (1997).

⁵⁴ Zu diesen und weiteren Interaktionsmöglichkeiten siehe Haak (1995).

2.2.1 Individueller Zugang zu Inhalten

Ambitionierte Hypertextsysteme wollen die erfolgreiche, aktive Erarbeitung der bereitgestellten Angebote durch den Informationssuchenden unterstützen und fördern. Allerdings existiert für den Zugriff auf informationelle Inhalte, d.h. für die Aneignung von Wissen, kein per se optimaler Weg. Die Strategien menschlicher Benutzer bei der Informationsrecherche und -aufnahme hängen vielmehr von einer Vielzahl individueller Präferenzen und Voraussetzungen ab. Beispielsweise bevorzugen manche Anwender die „Top-Down“-Annäherung an ein Thema, d.h. das sukzessive Vortasten vom Allgemeinen zum Speziellen. Eine andere Vorgehensweise ist das „Bottom-Up“-Verfahren, bei dem direkt die detaillierteren Informationseinheiten erforscht werden.⁵⁵ Weitere individuelle Varianten lassen sich bei der Präferierung von Orientierungshilfen (z.B. grafische Übersichten unter Verwendung des fokussierenden „Fischaugen“-Prinzips⁵⁶ versus textbasierte hierarchische Menüs), der Assoziations- und Abstraktionsfähigkeit, der Fähigkeit zur Anwendung bestehenden Wissens in neuen Situationen oder der persönlichen Lerngeschwindigkeit feststellen. Unterschiedliche Begründungen und Argumentationsstrukturen können für verschiedene Rezipienten mehr oder weniger überzeugend und verständlich sein. Nicht zuletzt hängt der Erfolg bei der Benutzung von Informationssystemen von den individuellen Vorkenntnissen, Motivationen und Erwartungen ab.

Kurzum: Die Modellierung des Zugriffs auf das mediale Angebot eines hypertextuellen Informationsnetzes sollte im Idealfall unterschiedliche Benutzermerkmale berücksichtigen. Die Beschränkung auf ein einziges, allgemein verbindliches Zugangskonzept kann unter Umständen die erfolgreiche Wissensvermittlung spürbar beeinträchtigen. Natürlich gilt dies verstärkt für anspruchsvolle Inhalte und komplexe Gegenstandsbereiche, die neben einem allgemeinen Weltwissen auch spezifisches Fachwissen für eine erfolgreiche

⁵⁵ Einen umfassenden Überblick über verschiedene Strategien zur Erarbeitung von Informationen in hypertextuellen Systemen bietet Kuhlen (1991, S. 178f.). Obwohl noch aus der Zeit vor dem Durchbruch des WWW stammend, betrachtet er verschiedene nach wie vor aufschlussreiche Studien zu Benutzertypen und Benutzungssituationen und diskutiert deren Auswirkungen auf die Konzeption von Zugangswegen für Hypertexte.

⁵⁶ Der englische Fachausdruck lautet „Fisheye-View“; vgl. z.B. Nielsen (1996, S. 255). Solche Übersichten zeigen die unmittelbare Umgebung einer Informationseinheit detailliert an. Dagegen werden „entfernte“ Inhalte, die beispielsweise in einem anderen Hierarchiezweig liegen, nur grob oder gar nicht visualisiert.

Rezeption voraussetzen. Weiterhin erscheint es plausibel, dass sogar ein und derselbe Anwender in unterschiedlichen Benutzungssituationen ganz unterschiedliche Ansprüche an ein WIS stellt. Dies gilt nicht nur für zeitlich weit auseinander liegende Zugriffe, sondern ebenso für unmittelbar aufeinander folgende Phasen einer Recherche. Ingwersen (1992) zeigt auf, dass sich das Informationsbedürfnis eines Anwenders innerhalb kürzester Zeiträume ändern kann und mithin nicht per se stabil ist. Ein variables Informationsbedürfnis resultiert dabei aus den Erkenntnissen, die der Anwender aus der Lektüre einer gerade aufgerufenen Informationseinheit zieht, bzw. aus der damit einhergehenden Ablenkung auf ursprünglich nicht im Vordergrund stehende Fragestellungen.⁵⁷

Nur bei ausreichender Berücksichtigung der Qualität des jeweiligen Informationsbedürfnisses lässt sich die Adäquatheit einer bestimmten Systemreaktion angemessen beurteilen. Anwender mit einem nicht eindeutig eingegrenzten Informationsbedürfnis ziehen etwa unter Umständen eine eher dialogisch ausgerichtete Systemumgebung vor, die ihnen bei der Informationssuche unterstützend zur Seite steht und gegebenenfalls sinnvolle Navigationsvorschläge unterbreitet. Dagegen schränken Anwender mit einem stabilen Informationsbedürfnis das System-Feedback gerne auf das Notwendigste ein, um sich nicht unnötig ablenken zu lassen. Zusammenfassend lassen sich drei Typen von Situationen und Informationsbedürfnissen unterscheiden:⁵⁸

- Wenn der Anwender innerhalb eines ihm bisher unbekanntes Sachgebiets mit Hilfe von selbstformulierten, mehr oder weniger passenden Suchbegriffen nach neuen Erkenntnissen forscht, wird sein Informationsbedürfnis eher variabel sein. Orientierungshilfe und Unterstützung beim Auffinden relevanter Informationseinheiten liefern in solchen Situationen vorgegebene, qualifizierte Schlagworte oder interaktive Angebote wie z.B. personalisierte Navigationstipps.⁵⁹
- Wenn es dem Anwender darum geht, eine bestehende Annahme durch die Suche nach Belegen zu bestätigen, bleibt sein Informationsbedürfnis in der

⁵⁷ In der Hypertext-Forschung wird in diesem Zusammenhang auch vom „Serendipity-Effekt“ gesprochen; vgl. Kuhlen (1991, S. 126ff.).

⁵⁸ Vgl. Smeaton (1997, S. 16ff.).

⁵⁹ Einen möglichen Lösungsweg dokumentiert z.B. Abschnitt 8.9.4.

Regel stabil. Hierarchische Übersichten oder auch eine strukturierte Volltext-Recherche bieten in diesem Fall oft ausreichende Hilfestellung.⁶⁰

- Wenn der Anwender innerhalb eines ihm vertrauten Themengebiets bewusst nach Informationen sucht, die einen bestimmten Sachverhalt klarstellen sollen, wird eine Vorhersage über die weitere Entwicklung des Informationsbedürfnisses schwierig: Findet der Anwender befriedigendes Informationsmaterial, so dürfte er dieses zunächst auch rezipieren (stabiles Informationsbedürfnis). Im anderen Fall dürfte er umgehend zu thematisch verwandten oder auch entfernteren Inhalten wechseln (variables Informationsbedürfnis) und dabei wieder auf die ganze Breite von Orientierungs- und Navigationsangeboten zurückgreifen wollen.

Idealerweise beinhaltet ein konsequent benutzeradaptiv ausgerichtetes WIS also eine flexibel konzipierte Anwenderschnittstelle, die den Status des jeweils aktuellen Informationsbedürfnisses entweder explizit abfragt oder aber aufgrund der vorangegangenen Navigation automatisch ermittelt. In der Praxis dürfte der letztgenannte Weg eine akzeptable Alternative sein, um den Anwender nicht mit für ihn entweder lästigen bzw. mangels realistischer Eigeneinschätzung gar nicht beantwortbaren Fragen zu überfordern.⁶¹

2.2.2 Realistische Einschätzung

Die Effizienz jeder Interaktion zwischen menschlichem Benutzer und Computersystem hängt zu einem nicht unwesentlichen Teil von der Genauigkeit und Wirklichkeitsnähe der gegenseitigen Einschätzung ab. Diese Feststellung lässt sich unmittelbar aus der Betrachtung alltäglicher zwischenmenschlicher Kommunikation ableiten: Damit sich zwei Dialogpartner erfolgreich verständigen können, müssen beide auf einen gemeinsamen Wissensbestand zurückgreifen können, der zur sinnvollen Einordnung einer situationsgebundenen Äußerung ausreicht.⁶² Anders ausgedrückt bedeutet dies:

⁶⁰ Siehe hierzu auch die Beschreibung einer entsprechenden WIS-Benutzeroberfläche in Abschnitt 8.8.1.

⁶¹ Siehe hierzu auch Abschnitt 2.2.4.

⁶² Vgl. hierzu Bucher (1999b).

Verstehen und Verständigung zwischen Kommunikationspartnern setzen *gemeinsames Wissen* voraus. (Bucher, 2000, S. 270)

Die Verständigung gelingt also meist umso besser, je mehr die Beteiligten gegenseitig als bekannt voraussetzen und je zielgerichteter sie dadurch auf ihr Gegenüber eingehen können. Dazu gehört, neben einer ausreichenden gemeinsamen Sprachebene, in erster Linie eine möglichst begründete Einschätzung der Intentionen, Präferenzen und des Wissensstands des Anderen. Weiterhin ist eine realistische Vorstellung darüber hilfreich, was der kommunikative Austausch erbringen kann – und was eben nicht. Auch das Wissen um für den Kommunikationspartner uninteressante Themengebiete ist sinnvoll einsetzbares Wissen. Diesbezügliche Erkenntnisse wurden während der letzten Jahrzehnte nicht zuletzt auf den Gebieten der formalen Semantik und Pragmatik gesammelt und publiziert. Um Kommunikation überhaupt erst möglich und erfolgreich zu machen, muss ein gemeinsamer Kommunikationshintergrund durch den wechselseitigen Austausch von Annahmen und Überzeugungen geschaffen werden. Entsprechende Konzepte wurden unter den Fachbezeichnungen „mutual knowledge“ bzw. „mutual manifest assumptions“ bekannt.⁶³

Übertragen auf die Mensch-Maschine-Kommunikation in benutzeradaptiven Informationssystemen ergibt sich daraus: Die Gefahr der Frustration eines Benutzers aufgrund unerfüllter Erwartungen verringert sich mit dem Grad seiner Kenntnisse über Inhalte und Leistungsfähigkeit des Systems. Umgekehrt kann ein Computerprogramm umso angemessenere Ausgaben produzieren, je exakter und aussagekräftiger das ihm zur Verfügung stehende Profil des Informationssuchenden ist und je wirkungsvoller das System diese Vorgaben mit dem gespeicherten Inhaltsangebot abgleichen kann.⁶⁴ Auch die Unterstützung und Hilfestellung, die ein Anwender erwarten kann, wachsen zumindest prin-

⁶³ Vgl. Schiffer (1972) bzw. Sperber/Wilson (1986). Eine treffende Bezeichnung für solche beidseitig konvergenten Wissensstrukturen, die als Voraussetzung für die darauf aufbauende Kommunikation angesehen werden können, hat Heringer mit dem Begriff vom „gemeinsamen Laufwissen“ geschaffen; vgl. Heringer (1984, S. 66). Weitere Grundlagen und Theorien der linguistischen Kommunikationsanalyse werden z.B. in Fritz/Hundsnerscher (1994) vorgestellt.

⁶⁴ Die Meinungen über die Chancen derartiger Automatismen sind nicht einheitlich positiv. Haverland (2000) beispielsweise geht – allerdings im speziellen Kontext personalisierter Nachrichtensysteme – davon aus, dass ein optimaler Abgleich und demzufolge eine optimale Filterung heutzutage noch nicht erreichbar sind und weitere Fortschritte bei der Technologie intelligenter Agentenprogramme voraussetzen.

ziell mit der Qualität und Quantität dessen, was er über sich preisgibt bzw. was sich aus seinen Aktionen begründet interpretieren lässt.

2.2.3 Charakterisierung des Informationsangebots

Der praktische Nutzwert hypertextueller Inhalte lässt sich durch deren logische Strukturierung und Klassifizierung steigern.⁶⁵ Dies gilt zunächst ganz unabhängig vom Gegenstandsbereich,⁶⁶ der Benutzungssituation oder dem bevorzugten Weg der Informationserschließung (freies Navigieren, gezielte Recherche, maschinelle Inhaltsauswertung etc.). Je detaillierter Inhalte charakterisiert sind, umso effektiver können menschliche Benutzer ebenso wie maschinelle Systeme vorab entscheiden, ob eine Beschäftigung mit ihnen lohnende Ergebnisse verspricht. Benutzeradaptive Umgebungen sind in besonderem Maße auf eine adäquate Beschreibung angewiesen, da sie nicht nur relevante Inhalte auffinden, sondern diese auch unter Berücksichtigung individueller Nutzerprofile aufbereiten und präsentieren müssen.

Die Charakterisierung des digitalen Informationsangebots erscheint für benutzeradaptive Systeme also unter den beiden Gesichtspunkten der Informationssuche und der Informationsanzeige bedeutsam. Bei einer Recherche innerhalb der Hypertextbasis liegt es nahe, dass das Vorkommen eines Suchbegriffs in verschiedenen Segmenten einer Informationseinheit unterschiedlich bewertet werden sollte. Beispielsweise ist eine Fundstelle in einer terminologischen Definition anders zu bewerten als in einem Beispielsatz. Die jeweils optimale Gewichtung hängt allerdings sehr von individuellen Vorgaben ab und lässt sich demzufolge kaum verallgemeinern. Bei der Aufbereitung der gefundenen Inhalte kann deren Charakterisierung zur Entscheidung darüber hinzugezogen werden, auf welche Weise einzelne Segmente bzw. ganze Dokumente präsentiert werden sollen. Terminologische Definitionen könnten also besonders hervorgehoben und mit einem Hyperlink zu einem passenden Beispiel versehen werden.

⁶⁵ Siehe hierzu auch Kapitel 4, speziell Abschnitt 4.1, sowie Kapitel 5.

⁶⁶ Web-Informationssysteme existieren zu einer Fülle unterschiedlicher Themengebiete (Wissenschaft, Sport, Kultur, Rechtsprechung usw.), so dass sich die inhaltliche Charakterisierung notwendigerweise primär an den jeweiligen konkreten Anforderungen orientieren sollte. Eine exemplarische Vorgehensweise wird in Abschnitt 8.5.1 beschrieben.

Eine klassifizierende Beschreibung ganzer Informationseinheiten sowie einzelner Segmente dieser Einheiten ist eine intellektuelle Aufgabe, die aller Fortschritte maschineller Ansätze zum Trotz nach wie vor einen menschlichen Autor bzw. Bearbeiter mit seinem allgemeinen Welt- und speziellen Fachwissen voraussetzt. Als effektive Maßnahmen während der Digitalisierung sind hierbei folgende Vorgehensweisen vorstellbar:

- Präzise inhaltliche Charakterisierung einer Einheit durch Schlagworte, wobei entweder ein eingeschränktes oder aber ein offenes Repertoire benutzt werden kann.
- Bewertung des Anspruchsgrads einer Informationseinheit (beispielsweise „leicht“, „mittel“, „schwer“; oder in Anlehnung an eine numerische Skala, also z.B. von 1 bis 10).⁶⁷
- Explizite Verknüpfung einer Informationseinheit mit anderen Einheiten, die verwandte Themen behandeln, wobei die Art der Verknüpfung festgehalten werden sollte (z.B. „Verweis zu einer vertiefenden Darstellung“).⁶⁸
- Strukturelle bzw. funktionale Auszeichnung einzelner Abschnitte innerhalb einer Informationseinheit (also z.B. „terminologische Definition“ oder „Anwendungsbeispiel“)⁶⁹ sowie deren Bewertung (z.B. „für Experten“, „für Fachfremde“ etc.).

Derartige Arbeitsschritte gehören eindeutig in den Bereich der ursprünglichen Autorentätigkeit. Sie sollten daher vor der visuellen Aufbereitung und Formatierung – d.h. vor der verbindlichen Festlegung von Layoutanweisungen – erledigt werden. Nur auf diese Weise kann das spätere Layout dazu genutzt werden, die festgehaltenen Zusatzinformationen angemessen zu präsentieren. Der umgekehrte Weg – also die Charakterisierung von Informationseinheiten aufgrund ihrer äußeren Form – ist erstens recht schwierig und zieht zweitens unnötige iterative Arbeitsschritte nach sich. Folglich kommt er schon aus Effi-

⁶⁷ Das in Kapitel 8 vorgestellte benutzeradaptive Informationssystem *GRAMMIS* verwendet hierzu beispielsweise drei Unterscheidungsebenen (Kompakt-, Detail- und Vertiefungsebene).

⁶⁸ Vgl. hierzu Kapitel 6.

⁶⁹ Vgl. hierzu Kapitel 4.

zienzgründen im Umfeld des professionellen elektronischen Publizierens nur äußerst selten zum Einsatz.

2.2.4 Charakterisierung des Benutzers

Ebenso wie die Klassifizierung des Informationsangebots erscheint auch die Charakterisierung des Benutzers als stark vom Gegenstandsbereich eines WIS abhängig. Generell gilt, dass das Wissen um die Kompetenzbereiche und Präferenzen des Informationssuchenden bei der Optimierung der Systemausgabe hilfreich sein kann. Sämtliche Informationen über den Benutzer können in einem Anwenderprofil festgehalten werden, das sowohl bei der Suche nach Inhalten wie auch bei der Präsentation von Informationseinheiten konsultiert wird. Benutzeradaptive Systeme werden dabei die individuellen Anwenderprofile mit den Charakteristika der gespeicherten Inhalte vergleichen und erstere bei der Entscheidung über die Art der formalen Aufbereitung von Inhalten heranziehen. Kennt das System einzelne voneinander abgegrenzte Nutzergruppen, die durch Bündel unterschiedlicher Nutzungskompetenzen charakterisiert werden, so kann der Anwender automatisch einer passenden Gruppe zugeordnet werden und deren typischen Eigenschaften mitsamt der Konsequenzen für die Informationspräsentation „erben“. ⁷⁰

Damit überhaupt mit Anwenderprofilen gearbeitet werden kann, müssen sich die Benutzer vor dem Beginn ihrer Recherche identifizieren, d.h. beim WIS anmelden. Dies kann durch die Angabe eines individuellen Benutzernamens, eventuell kombiniert mit einem den Zugang sichernden Passwort, geschehen und ist heutzutage schon bei vielen im WWW existierenden Systemen üblich. Unterschiede existieren bei der Speicherung der Profile, die entweder auf Sei-

⁷⁰ Dem Ziel der Informationsfilterung im WWW mit Hilfe von Anwenderprofilen haben sich bereits seit einigen Jahren eine Reihe von Service-Anbietern verschrieben. Die Möglichkeiten beschränken sich bislang meist auf die Angabe von erwünschten bzw. unerwünschten Themengebieten. In den meisten Fällen handelt es sich um Angebote, die wie beispielsweise <http://www.individual.com> unter dem Schlagwort „customized newspaper“ personalisierte Zusammenstellungen aktueller Nachrichten anbieten. Die ausgewählten Inhalte werden entweder im Web-Browser dargestellt oder per E-Mail verschickt. Auch im wissenschaftlichen Forschungsumfeld ist die benutzeradaptive Informationsaufbereitung auf der Basis von Nutzerprofilen ein mittlerweile aktuelles Thema: So publiziert beispielsweise die *User Modeling Inc.* (vgl. <http://www.um.org>) unter der Web-Adresse <http://www.dfki.de/um2001/> adaptiv gestaltete Tagungsseiten zur *8th International Conference on User Modeling (UM2001)*.

ten des Servers oder aber auf dem Rechner des Anwenders (*Client-System*) geschehen kann.

Wird das Profil serverseitig vorgehalten, so ist dessen unmittelbare Nutzung bei der Aufbereitung der zu personalisierenden Inhalte möglich. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass die Charakteristika des Profils nicht bei jeder Anfrage aufs Neue zum Serversystem übertragen werden müssen. Dies ist aufgrund technischer Eigenschaften des im WWW verwendeten Kommunikationsprotokolls *HTTP (HyperText Transport Protocol)* nur mit einigem Aufwand, nämlich über den Umweg der Erweiterung einer Dokumentenadresse (*Uniform Resource Locator* oder kurz *URL*) um zusätzliche Parameter oder aber durch die Benutzung so genannter „Cookies“ realisierbar.⁷¹ Bei einer zentralen serverseitigen Speicherung dagegen kennt ein benutzeradaptives WIS nach der einmaligen Anmeldung in jeder Folgesituation automatisch die Vorgaben und Präferenzen des Anwenders. Auf dieser Basis kann es auch Informationen über den aktuellen Zustand des Dialogs zwischen Anwender und System protokollieren und interpretieren. Weiterhin fesselt die systeminterne Profilspeicherung den Anwender nicht an einen bestimmten Client-Rechner, sondern erlaubt den Zugriff auf ein Informationssystem von unterschiedlichen physikalischen Standorten aus.

Eine alternative Konzeption besteht, wie bereits erwähnt, im Ablegen des Profils auf dem Rechner des Anwenders. Dies entbindet den Server von der Verwaltung der individuellen Benutzereigenschaften, die bei komplexen und stark frequentierten Systemen rasch zu einem nicht unerheblichen Aufwand führen kann. Wird diese Verlagerung der Speicherung noch ergänzt um eine clientseitige Anwendung des Profils auf die übertragenen Inhalte,⁷² so entlastet dies den Server in verstärktem Ausmaß. Allerdings ist zu berücksichtigen,

⁷¹ Nebenbei resultiert aus der Verwendung von Cookies auch die zumeist unerwünschte Festlegung auf ein bestimmtes Client-System. Verwendet der Anwender bei unterschiedlichen Besuchen einer Website auch unterschiedliche Ausgangsrechner (etwa Firmen-PC und Heim-PC) oder verschiedene Web-Browser, so kann der Server nicht auf die Cookies zurückgreifen, die auf dem jeweils anderen Rechner liegen.

⁷² Hiermit ist die Modifizierung der Inhalte gemäß der in einem Profil kodierten Vorgaben gemeint. Um dies bewerkstelligen zu können, benötigt der Client neben den ursprünglichen Inhalten und dem Anwenderprofil zusätzliche Transformationsregeln. In Web-Browsern können diese Regeln dann unter Verwendung von Skriptsprachen oder einer plattformunabhängigen Java-Ablaufumgebung umgesetzt werden. Zur Thematik der Inhaltstransformation siehe auch Abschnitt 8.8.1.

dass jede Übertragung von Funktionalitäten auf die Clientseite die Anforderungen an Kompatibilität und Leistungsfähigkeit der dort eingesetzten Hard- und Software erhöht und damit im Einzelfall sogar Anwender von der Nutzung eines Systems ausschließen kann.

Als übergreifendes Unterscheidungskriterium für Ansätze zur Erstellung von Anwenderprofilen lässt sich die Benutzerpartizipation heranziehen, also der Grad der tatsächlichen Einwirkungsmöglichkeit von Anwendern auf die für sie generierten Profile. Benutzeradaptivität kann entweder auf maschinell zusammengestellten, dynamischen Profilen basieren oder sich auf Angaben berufen, die der Informationssuchende bewusst und eigenhändig preisgegeben hat. Dynamisch generierte Klassifikationen stellen allerdings im Vergleich mit statisch durch den Anwender vorgegebenen Einstufungen sehr viel höhere Ansprüche an das konzeptuelle Design eines WIS. Insgesamt lassen sich folgende Varianten unterscheiden, die zur Erlangung einer umfassenden Charakterisierung auch untereinander kombinierbar sind:

- Benutzer können – etwa durch das Ausfüllen von Online-Formularen – eigenhändig Angaben zu ihren fachlichen Interessen und ihrem Wissensstand beisteuern. Dazu gehört in erster Linie die subjektive Einschätzung der Vertrautheit mit einem Gegenstandsbereich, beispielsweise durch die Selbsteinordnung in Kategorien wie „Anfänger“, „Fortgeschrittener“ oder „Profi“. ⁷³ Die Zuordnung kann dabei auch indirekt über das Beantworten von Fragen geschehen. ⁷⁴ Zu beachten ist, dass sich der Benutzer nicht

⁷³ Interessant sind in diesem Zusammenhang verschiedene in Schulmeister (1997) zitierte Untersuchungen, die auf einen Zusammenhang zwischen dem Vorwissen eines Anwenders und der für ihn angemessenen Art der Inhaltspräsentation hinweisen. Die nicht-lineare Wissensaufnahme etwa ist demzufolge für Informationssuchende ohne ausgeprägtes Fachwissen nur in eingeschränktem Maße effektiv. Hilfreicher erscheint in solchen Fällen eine Reduzierung der Navigationsmöglichkeiten durch den Einsatz vordefinierter Navigationspfade sowie eine weniger umfangreiche Segmentierung hypertextueller Informationseinheiten bei der Präsentation. Das Ziel solcher auf dem Wissensstand des Benutzers basierenden Anpassungen wäre also eine Verminderung der individuellen kognitiven Überlastung, kombiniert mit einer komprimierten Darstellung struktureller und logischer Zusammenhänge. Zu den im benutzeradaptiven WIS *GRAMMIS* abgefragten Nutzerpräferenzen siehe Abschnitt 8.9.2.

⁷⁴ Beispielsweise kann abgefragt werden, ob der Anwender mit einem bestimmten Sachverhalt vertraut ist („knowing that“) oder ob er sein Wissen sogar begründen und praktisch anwenden kann („knowing how“).

unangemessen ausgefragt fühlen darf. Als Reaktion darauf wird er in den meisten Fällen die Kooperation mit dem System einstellen.⁷⁵

- Weiterhin kann ein Benutzer dem System mitteilen, welche Themengebiete ihn entweder bevorzugt oder aber nur am Rande interessieren. Vorteilhaft erscheint hier die Auswahl aus einem vorgegebenen Vorrat von Schlüsselwörtern, um potenziellen Formulierungs-Missverständnissen vorzubeugen.
- Der Anwender kann definieren, auf welche Art und Weise Inhalte präsentiert werden sollen. Dazu gehören beispielsweise Regeln zur Darstellung von Hyperlinks. Diese Regeln legen dann fest, ob Verknüpfungen im fließenden Text eingebettet, separat am Anfang oder Ende einer Informationseinheit aufgeführt oder aber gänzlich unterdrückt werden sollen. Auch Angaben zur visuellen Aufbereitung einzelner Segmente einer Informationseinheit sind denkbar, z.B. „Terminologische Definitionen sollen farblich markiert und damit besonders hervorgehoben werden“.
- Als Ergänzung zu den vorstehend beschriebenen eigenhändig durch den Anwender festgelegten Vorgaben ist die automatisierte Benutzer-Klassifikation zu sehen. Dabei geht es darum, durch die Analyse von Aktionen des Anwenders stichhaltige Informationen über individuell charakteristische Vorgehensweisen herausfinden. Verzweigt der Anwender also beispielsweise regelmäßig von terminologischen Definitionen aus zu praktischen Anwendungsbeispielen, so könnte ein benutzeradaptives System im Anwenderprofil vermerken, dass solche Beispiele in Zukunft an prominenterer Stelle bzw. unmittelbar in die Definitionen eingebettet werden sollen.
- Ebenfalls automatisiert lässt sich protokollieren, wie oft ein Benutzer bestimmte Inhalte bereits abgefragt hat. Eine solche Statistik könnte beispielsweise dazu verwendet werden, um hypertextuelle Verzweigungen zu diesen Inhalten visuell besonders hervorzuheben und den Benutzer somit auf die „Wiederholungsgefahr“ hinzuweisen. Um die Information jedoch auch darüber hinaus nutzbringend einsetzen zu können, erscheinen geson-

⁷⁵ An dieser Stelle gilt es zu berücksichtigen, dass Anwenderprofile unterschiedlichster Art naturgemäß von großem Interesse für Firmen sind, die im Bereich der Werbung oder Meinungsforschung tätig sind. In der Folge ist während der letzten Jahre ein profitabler Markt für solche Profile entstanden. Viele Anwender werden sich deshalb mehr und mehr der Bedeutung ihrer Privatsphäre im Internet bewusst und reagieren zu Recht mit Skepsis auf das unbegründete oder unangemessene Erfragen persönlicher Angaben.

derte empirische Untersuchungen angebracht. So lässt sich ohne derartige Untersuchungen kaum bestimmen, warum ein Anwender bestimmte Inhalte mehrmals besucht hat und welche Folgerungen sich daraus für ein benutzeradaptives System ergeben: Sollen diese Inhalte in Zukunft vielleicht nicht mehr angezeigt werden, da sie bereits bekannt sind? Oder müssen sie vielmehr detaillierter aufbereitet und präsentiert werden, da sie nicht in ausreichendem Maße verständlich waren?

Anwenderprofile sollen insgesamt sicherstellen, dass Besucher eines WIS die für sie wesentlichen Informationen zum richtigen Zeitpunkt in der für sie adäquaten Form erhalten. Um dies zu erreichen, kann es immer wieder notwendig sein, einzelne im Profil festgehaltene Aussagen zu modifizieren und mit geänderten Gegebenheiten abzugleichen. Auf diese Weise lassen sich Schwachstellen und daraus resultierende Unzulänglichkeiten bei der Informationsaufbereitung korrigieren. Wichtig ist daher, dass der Benutzer zumindest die von ihm eigenhändig festgelegten Eigenschaften seines Profils jederzeit einsehen und editieren kann. Auch die Qualität der durch das System dynamisch eingetragenen Werte lässt sich nur durch deren regelmäßige automatische Verifizierung über einen längeren Zeitraum garantieren.

2.2.5 Nachvollziehbarkeit der Personalisierung

Erfolgreiche computerbasierte Lösungen für die Allgemeinheit sind in den allerwenigsten Fällen ohne eingehende Berücksichtigung der Anwenderperspektive entstanden. Dies gilt folgerichtig auch für Informationssysteme im WWW. Benutzeradaptive Aktionen des Computersystems sollten für den Anwender transparent und unmittelbar nachvollziehbar sein. Ein unvorhersehbares und unerklärliches Systemverhalten dagegen führt in den allermeisten Fällen zu einer Verunsicherung. Wird dem Anwender beim wiederholten Besuch einer Informationseinheit ohne für ihn erkennbaren Anlass ein modifizierter Inhalt präsentiert, dann wird ihn das im günstigsten Fall irritieren, unter Umständen dagegen an der Funktionstüchtigkeit und Seriösität des WIS zweifeln lassen. Das Gleiche gilt für Ergebnislisten, die als Resultat einer Suchanfrage ausgegeben werden – und die sich in einem benutzeradaptiven Umfeld, in dem die zurückliegenden Aktionen eines Benutzers ausgewertet und berücksichtigt werden, von Fall zu Fall ändern können.

Eine individuelle Anpassung des Informationsangebots sollte dem mündigen Informationssuchenden also angekündigt werden und er sollte bei Interesse auch einen Einblick in die Funktionsweise der Personalisierung erhalten. Zu einem vorbildlichen Konzept gehört es auch, Modifikationen in bestimmten Situationen kenntlich zu machen, also beispielsweise situations- und benutzerspezifische Tipps und Empfehlungen als solche zu kennzeichnen. Damit dem negativen Eindruck vorgebeugt wird, von einem vielleicht ja gar nicht erwünschten Mechanismus bevormundet zu werden, bietet sich das Einrichten eines zentralen und verständlichen Konfigurationsmenüs an, in dem sich der Grad der Adaptivität variieren lässt. Und auch über die Grenzen der Personalisierung gilt es nachzudenken. Um den individuellen Handlungsspielraum des Anwenders stets gewährleisten zu können, sollte eine Personalisierung des medialen Angebots jederzeit komplett abschaltbar sein. In der Zukunft dürften hier anstelle textbasierter Formulare vermutlich zunehmend visualisierte und animierte Lösungen zum Einsatz gelangen, die im Dialog mit dem Benutzer dessen Wünsche erkunden und serverseitig abspeichern können.

Sind die vorstehenden Anforderungen an die Nachvollziehbarkeit und Steuerbarkeit der Personalisierung erfüllt, so dürfte eine reelle Chance für die Akzeptanz eines benutzeradaptiven Systems bestehen. Sobald der Anwender registriert, dass sich durch eigene Vorgaben das Systemverhalten und daraus resultierend die Qualität der Inhaltsausgabe beeinflussen lässt, kann dies zu einem bewussteren Umgang mit den Möglichkeiten des WIS führen. In der Folge wird sich der Suchende auf erfolgversprechende „Vermittlungsangebote“ einlassen und Hilfestellungen annehmen. Dies lässt sich anhand eines konkreten Beispiels verdeutlichen: Ein als Experte für ein bestimmtes Themengebiet klassifizierter Benutzer wird es zu schätzen wissen und sich ernstgenommen fühlen, wenn ihm grundlegende Vorbemerkungen auf einem einführenden Niveau zu diesem Thema erspart bleiben. Er wird die als weniger anspruchsvoll gekennzeichneten Verzweigungsmöglichkeiten im hypertextuellen Netzwerk wahrscheinlich nicht weiter verfolgen, sondern sich vielmehr auf die für ihn interessanten Angebote konzentrieren.

Mit diesem Beispiel haben wir bereits eine Verfahrensweise angesprochen, wie sich Benutzeradaptivität im WWW überhaupt praktisch realisieren und für den Informationssuchenden nachvollziehbar gestalten lässt. Der Systemdesigner kann dabei prinzipiell aus einer Vielfalt von Optionen wählen, welche je nach späterer Nutzungssituation mehr oder weniger angemessen sein können. Deren tatsächliche Umsetzbarkeit ist allerdings davon abhängig, in welchem Umfang

und mit welcher Präzision die Elemente und Strukturen der zugrunde liegenden Hypertextbasis segmentiert und klassifiziert wurden.⁷⁶ Die Optionen lassen sich aus hypertextwissenschaftlicher Perspektive in zwei Kategorien eingruppiert, nämlich in Benutzeradaptivität durch inhaltliche Aufbereitung eines Hypertextknotens sowie Benutzeradaptivität durch den Einsatz erweiterter Hyperlinks. Natürlich sind auch Mischformen möglich:

- Anzeige bzw. Unterdrückung von Inhaltssegmenten und Hyperlinks aufgrund des individuellen Vorwissens oder anderer Benutzercharakteristika.
- Optische Repräsentation des Anspruchsgrads einer hypertextuellen Informationseinheit; entweder rein textuell, farblich oder durch ein Piktogramm.
- Maschinelle Zusammenfassung der wichtigsten inhaltlichen Aussagen einer Einheit (*Abstracting*).
- Automatische Generierung neuer Hypertextknoten zur Rezeptionszeit (*on the fly*) unter Verwertung bestehender Einheiten.
- Empfehlung weiterer interessanter Punkte im hypertextuellen Netzwerk aufgrund der gezielten Auswertung von Überschriften, Schlagwörtern u.Ä. Von Vorteil dürfte hier, neben der obligatorischen Zuhilfenahme des Anwenderprofils, eine Analyse von individuellen, gruppentypischen oder vordefinierten Navigationsspfaden sein.⁷⁷

Wie bereits in den vorangegangenen Abschnitten aufgezeigt wurde, gibt es naturgemäß recht unterschiedliche Gruppen und Typen von Informationssuchenden. Auch wenn der gezielte Umgang mit dem benutzeradaptiven Potenzial eines WIS im Einzelfall vielleicht nicht optimal gelingen wird – sei der Grund nun mangelnde Vertrautheit, Überforderung oder schlicht Desinteresse⁷⁸ –, so kann er gleichwohl in vielen Fällen die effektive Wissensaneignung befördern.

⁷⁶ Mit der logischen Kodierung hypertextueller Inhalte unter der Zielsetzung einer späteren flexiblen Inhaltspräsentation beschäftigt sich z.B. auch Lobin (1999a, S 168ff.).

⁷⁷ Da dies auf vielen, angeblich „personalisierten“ Websites bisher nicht geschieht, spricht Nielsen (1998) auch von einer allgemeinen Überbewertung der Personalisierung im WWW.

⁷⁸ Dieser Ausdruck ist im vorliegenden Zusammenhang durchaus nicht negativ gemeint; vielmehr kann das Desinteresse in vielen Fällen daher rühren, dass sich der Informationssuchende bereits außergewöhnlich gut in einem Bereich auskennt und deshalb ohne Hilfestellung navigieren möchte.

3. Klassifizierung von Web-Dokumenten

3.1 Aktuelle Entwicklungen und Trends im WWW

Das World Wide Web in seiner aktuellen Ausprägung erscheint als ein Konglomerat inhaltlich und gestaltungstechnisch recht inhomogen gestalteter Angebote. Die Palette der Anwendungsbereiche reicht dabei von der privaten Homepage über unterschiedlich komplexe Unterhaltungs-, Informations- und Lehrsysteme bis hin zu grafischen Oberflächen transaktionsorientierter Verwaltungswerkzeuge; in Abschnitt 2.1.2 wurden die einzelnen Angebotstypen bereits eingehend klassifiziert. Diese Vielfalt lässt sich unmittelbar aus dem Vorhandensein mannigfaltiger Bedürfnisse und Voraussetzungen der weltweiten Internet-Gemeinde, sowohl auf Autoren- als auch auf Benutzerseite, erklären. Aus hypertextueller bzw. hypermedialer Sicht können – je nach behandeltem Themengebiet, verfügbarem Datenmaterial, individuellen Vorlieben oder vom Autor antizipierten Rezipientenwünschen – grundlegende Unterschiede bei der konkreten medialen Umsetzung von Inhalten im WWW konstatiert werden: Publikationen können neben Textsegmenten auch Fotos, Grafiken, Animationen, Ton- oder Videosequenzen und andere Objekte enthalten.

Insbesondere Web-Angebote, die von vornherein für das Medium WWW konzipiert wurden und nicht aus einer Konversion bestehender monomedialer Inhalte entstanden sind, nutzen meist die Möglichkeiten der Multimedialität, d.h. unterschiedlicher Vermittlungskanäle zur Darstellung von Sachverhalten. Demgegenüber stehen Web-Dokumente, die sich auf bestimmte (z.B. rein textuelle) Darstellungsformen beschränken. Erhebliche Unterschiede lassen sich weiterhin bei der inhaltlichen Strukturierung von WWW-Dokumenten feststellen. Das Spektrum reicht hier von inhaltlich vollkommen unerschlossenen Inhalten über rudimentär strukturierte Dokumente bis hin zu logisch und semantisch fein segmentierten Hypertexten.

Die Bandbreite der im globalen Netz abrufbaren Angebote erscheint mittlerweile auch aus medientheoretischer Sicht als bemerkenswert umfangreich. Einerseits kann hier der zunächst naheliegende Ansatz beobachtet werden, durch die Nachahmung bestimmter Charakteristika altbekannter Einzelmedien eine Reihe von Inhalten nun auch im neuen Gewand anzubieten. Etablierte Printverlage versuchen demzufolge ebenso wie Hörfunk- und Fernsehanstalten, ihr bisheriges Publikationsspektrum um elektronisch abrufbare Versionen von

Büchern, Zeitungen, Zeitschriften, Radioprogrammen und TV-Formaten zu erweitern. Bei diesen Anstrengungen bleibt in den meisten Fällen das Bemühen unverkennbar, bewährte Design-Prinzipien der Ausgangsmedien⁷⁹ nach Möglichkeit zu übernehmen. Ob dieser Ansatz mittel- und längerfristig erfolgversprechend ist, erscheint allerdings in Anbetracht der zahlreichen Web-spezifischen Eigenheiten und Innovationspotenziale als zumindest offen.⁸⁰

Darüber hinaus lassen sich Bemühungen beobachten, durch die Ausnutzung webspezifischer Eigenschaften und das Hinzufügen zusätzlicher Funktionalitäten das WWW nicht nur als neues multimediales Distributionsmedium, sondern als Hypermedia-orientiertes Kommunikationsforum zu etablieren.⁸¹ Angetrieben und verstärkt werden entsprechende Arbeiten durch die allgemein fortschreitende Technisierung im Alltagsleben – insbesondere die rapide ansteigende Zahl verfügbarer Endgeräte wie Heimcomputer, Mobilrechner, Personal Digital Assistants (PDAs)⁸² oder Web-tauglicher Mobiltelefone⁸³ ist hier erwähnenswert – sowie die Erwartungen der beteiligten Hersteller und Dienstleister auf einträgliche Gewinne. Diese integrierende Entwicklung kann im Übrigen dazu führen, dass die bisher gängige Einteilung von Internet-Diensten in Kommunikationsdienste einerseits sowie Informationsdienste andererseits⁸⁴ zunehmend unscharf wird.

Das in einschlägigen Diskussionen immer häufiger anzutreffende Zauberwort vom „Unified Messaging“ bezeichnet den über das Internet hinausgehenden Anspruch, verschiedenste existierende Nachrichtenkanäle wie Telefon, Fax,

⁷⁹ Vgl. dazu z.B. Blum/Bucher (1998).

⁸⁰ Zu den mit der Integration etablierter Medienformate in das WWW verbundenen Transformationsprozessen vgl. Barth (2001).

⁸¹ Mit den Schwierigkeiten und Erfolgen derartiger Projekte beschäftigt sich die vergleichende Medien- und Rezeptionsforschung, vgl. z.B. Bucher/Barth (1998), Fischer (2000), Rabener/Rau (2000), Wagner (1998).

⁸² Verbreitet sind bei diesen Handheld-Computern die Plattformen Palm OS, Windows CE und EPOC.

⁸³ Neue Mobilfunktechniken wie *GPRS (General Packet Radio Services)* und *UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)* sollen portable Telefone in Zukunft auch für multimediale Inhalte attraktiv machen.

⁸⁴ Vgl. dazu Kuhlen (1995, Kapitel 9.2).

SMS⁸⁵, E-Mail oder WWW zusammenzuführen. Unabhängig davon, wie eine Nachricht bzw. Information erstellt und versendet wurde, soll der mobile Zugriff darauf ermöglicht werden. Der Trend geht also in Richtung einer universalen Ablaufumgebung für Anwendungen beinahe jeglicher Art.

Aus der Perspektive des WWW spielt dabei der WAP-Standard eine gewichtige Rolle: *WAP (Wireless Application Protocol)* steht für den Versuch, Web-Inhalte auf Mobiltelefonen oder Mini-Computern verfügbar zu machen. Mit Hilfe der Auszeichnungssprache *WML (Wireless Markup Language)* sowie der Skriptsprache *WMLScript* können Dokumente generiert werden, die auf Handy-Displays anzeigbar sind. Die Umsetzung folgt dabei der aus der Hypertext-Forschung bereits bekannten Karten-Metapher.⁸⁶ Spezielle WAP-Gateways sollen dazu eingesetzt werden, bestehende Dokumente automatisch (etwa von HTML) nach WML zu transformieren. Hierbei stellt – neben dem Problem der Bandbreite und damit der Übertragungsgeschwindigkeit – die angemessene Behandlung umfangreicher textueller und grafischer Elemente einen potenziellen Stolperstein dar. Federführend bei einer Vielzahl von WAP-Aktivitäten ist die „Open Mobile Alliance“, ein Zusammenschluss von Herstellern und Dienstleistern, deren Arbeiten mit den Standardisierungsbemühungen des *World Wide Web Consortiums (W3C)* koordiniert werden.⁸⁷

3.2 Der traditionelle Dokumentbegriff im Umbruch

In den vorangehenden Betrachtungen wurde bereits wiederholt der Begriff des „Dokuments“ verwendet, ohne ihn dabei explizit zu definieren. Nachfolgend soll dies nun in einer zunächst nicht allzu einschränkenden Form nachgeholt werden, welche allerdings eine ausreichende Basis für die sich daran anschließende Klassifizierung von Web-Dokumenten bildet.

⁸⁵ SMS steht für „Short Message Service“, d.h. textuelle Kurznachrichten für Mobiltelefone. Zur Nutzung von SMS als Transportmedium für Hypertext-Inhalte vgl. Nielsen (2001b).

⁸⁶ Prominentestes Hypertextsystem dieser Art war das ab 1987 von Bill Atkinson entwickelte und auf Apple-Computern beheimatete „Hypercard“; vgl. z.B. Horn (1989, S. 270f.) und Nielsen (1996, S. 58ff.).

⁸⁷ Siehe dazu <http://www.openmobilealliance.org> sowie das „WAP Forum – W3C Cooperation White Paper“ unter <http://www.w3.org/TR/NOTE-WAP>. Einen kritischen Beitrag zur Leistungsfähigkeit von WAP als Hypertext-Transportmedium liefert Nielsen (2000b).

Traditionell versteht man unter einem Dokument das dauerhafte und statische Ergebnis eines Publikationsprozesses. Als logisch geschlossene Einheit beinhaltet es eine von anderen Dokumenten weitestgehend unabhängig konsumierbare Menge von Informationen, die zwar prinzipiell in Untereinheiten wie Einleitung, Hauptteil und Schlusswort aufgliederbar ist, aber generell zusammenhängend publiziert und vom menschlichen Benutzer rezipiert wird. Diese Art der Definition legt die Folgerung nahe, dass Dokumente primär textbasiert sein müssen, und in der Tat traf dies während der letzten Jahrhunderte für die überwiegende Mehrzahl der bekannten Dokumente zu. Nichtsdestotrotz erlaubt eine moderne und offenere Interpretation des Dokumentbegriffs zusätzlich die Integration nicht-textueller Bestandteile, also von Bildern sowie (insbesondere bei elektronischen Dokumenten) Animationen und Audio-Elementen. Unvermeidlicherweise entfällt damit auch eine Festlegung auf die Art des verwendeten Mediums. Dokumente müssen also nicht mehr zwangsläufig auf althergebrachten Materialien wie Ton, Stein, Papyrus oder Papier und in Form von Tafeln, Rollen, Büchern oder Zeitschriften veröffentlicht werden, sondern können darüber hinaus in rein elektronischer Form (etwa auf CD-ROM) daherkommen. Wichtig bleiben beim traditionellen Dokumentbegriff der statische Charakter, die innere Geschlossenheit sowie die sequenzielle Rezeption als primäre Form der Inhaltserschließung.

Eine Erweiterung dieser Definition drängt sich aufgrund der im Zeitalter digitaler Informationsverarbeitung immer populärer werdenden Produktion von dynamischen, zur Rezeptionszeit (*on the fly*) generierten Dokumenten auf. Solche Dokumente werden vom Rezipienten nicht mehr als einmalig erstellte, statische Konstrukte wahrgenommen, sondern zeichnen sich durch das Merkmal der Flüchtigkeit aus. Als Beispiel können an dieser Stelle Übersichten angeführt werden, die als Ergebnis einer Suchanfrage automatisiert zusammengestellt werden. Dabei kann diese Anfrage explizit durch einen menschlichen Benutzer formuliert oder auch implizit in der Anwendungslogik eines WIS verborgen sein.

In diesem Zusammenhang erscheint es als nebensächlich, ob solche Suchergebnisse direkt an den menschlichen Benutzer durchgereicht oder aber als Input für eine weitere maschinelle Verarbeitung genutzt werden. Ein konkreter Anwendungsfall für die zweite Variante wäre etwa ein Software-Agent, der im Internet eine Recherche zu einem bestimmten Thema durchführt, dabei sequenziell oder parallel mehrere Suchmaschinen abfragt und deren Resultate als Basis für seine folgenden Aktionen nutzt. Auch nach benutzerabhängi-

gen oder sachbezogenen Kriterien modifizierte Sichten auf einzelne Inhalte fallen in die Kategorie dynamisch generierter Dokumente. Diese haben einen sehr flüchtigen Charakter und sind als „Momentaufnahmen“ zu verstehen, die sich innerhalb kürzester Zeiträume inhaltlich verändern können. Das statische Charakteristikum (auch Persistenz⁸⁸ genannt) traditioneller Dokumente entfällt hier also.

Exemplarisch kann hier auf das Projekt „Berliner sehen“ hingewiesen werden.⁸⁹ Dieses am *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* entwickelte multimediale Informationssystem eröffnet Interessenten die Möglichkeit, sich anhand eines aus Filmen, Fotos und Zeitungsausschnitten bestehenden Quellarchivs einen Zugang zur deutschen Sprache und Landeskunde zu erarbeiten. Dabei kann das Material nach persönlichen Vorgaben gefiltert bzw. angeordnet und auf diese Weise die ursprünglich vom Autor vorgegebene Segmentierung verändert werden. Auf diese Weise lassen sich individuelle Sichten auf die Inhalte sowie dynamisch an den Kontext anpassbare Perspektiven generieren, abspeichern und bei Bedarf wieder aufrufen.

Eine sachgerechte und produktive Sichtweise auf das Phänomen der dynamischen Dokumente sollte den offensichtlichen Unterschied ebenso wie die Verschränkungen zwischen Autoren- und Leserperspektive nicht außer Acht lassen. Der Autor nimmt das von ihm erstellte Einzeldokument innerhalb seiner elektronischen Autorenumgebung nach wie vor als statisches Objekt wahr. Es lässt sich mit Hilfe seines jeweiligen Bearbeitungsprogramms zwar recht einfach manipulieren, stellt für ihn aber trotzdem grundsätzlich das persistente Ergebniss seiner geistigen Arbeit dar. Der Rezipient erhält dagegen eine Version, die in ihrer Gesamtheit nicht unbedingt identisch mit dem Originaldokument sein muss. Informationssysteme mit integrierten Komponenten für die benutzeradaptive Präsentation⁹⁰ können unter Berücksichtigung vorgegebener Parameter ganz unterschiedliche Versionen der gespeicherten Inhalte ausliefern, die um zusätzliche Bausteine ergänzt oder auf bestimmte Bestandteile reduziert wurden. Die Grenze zwischen individuell angepassten Dokumenten einerseits und aus dem bestehenden Fundus neu zusammengestellten Einheiten andererseits erscheint dabei als eher unscharf.

⁸⁸ Vgl. Rothfuss/Ried (2001, S. 19).

⁸⁹ Vgl. Ridgway (1998) sowie <http://web.mit.edu/fll/www/projects/BerlinerSehen.html>.

⁹⁰ Siehe dazu Abschnitt 2.2.

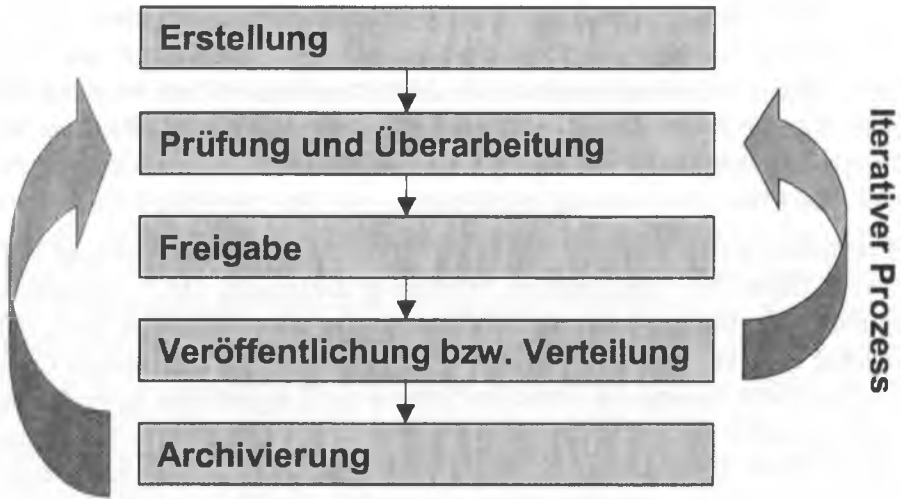


Abbildung 2: Der Dokumenten-Lebenszyklus

Wie bereits angedeutet spielen gerade bei digitalen Dokumenten spezifische Prozesse und Verarbeitungsschritte eine wichtige Rolle. Unabhängig von seiner Struktur oder seinem Inhalt durchläuft jedes Dokument eine Reihe von Publikations-Stadien, wobei manche nur einmal, andere unter Umständen mehrfach von Bedeutung sind. Im Einzelfall können bestimmte Prozesse übergangen bzw. zu einem späteren Zeitpunkt abgearbeitet werden.

Abbildung 2 illustriert den typischen Lebenszyklus eines Dokuments: Nach seiner Erstellung kann es zunächst optional überarbeitet werden. Danach erfolgt eine formelle oder informelle Freigabe sowie anschließend die aktive bzw. passive Distribution. Überarbeitung, Freigabe und Veröffentlichung lassen sich als iterative Prozesse beschreiben, d.h. ein einmal veröffentlichtes Dokument kann bei Bedarf mehrmals überprüft, korrigiert, erweitert und wieder für den Leser freigegeben werden. Die Archivierung stellt einen (ggf. zeitweiligen) Schlusspunkt in dieser Prozesskette dar, wobei die Inhalte des Dokuments dem lesenden Zugriff entzogen und sicher in einem Archiv abgelegt werden. Bei der Organisation der einzelnen Verarbeitungsschritte helfen spezielle Software-Produkte:

Content Management Systeme (CMS) automatisieren den Lebenszyklus von Web-Inhalten mit dem Ziel einer effizienteren und effektiveren Herstellung, Pflege und Wartung von Web-Sites. (Megliola, 2001, S. 10)

Aufbauend auf der vorangegangenen Diskussion des Dokumentbegriffs berücksichtigt die weiter unten dargestellte Klassifizierung von Webangeboten primär strukturelle Aspekte elektronischer Dokumente. Die Unterteilung von Web-Dokumenten in unterschiedliche Typen wird nicht anhand einer Untersuchung über die Integration bestimmter Medien getroffen. Ob und wo ein Web-Dokument beispielsweise eingebettete Grafiken und Tonbeispiele enthält oder ob es nur aus Textsegmenten besteht, sollte für seine logische Einordnung nicht relevant sein. Eine solche Herangehensweise könnte aus einer medienästhetischen oder benutzerergonomischen Perspektive heraus angemessen sein. Sie liefert allerdings keine nennenswerten Erkenntnisse im Zusammenhang mit folgenden drei, für unsere weiteren Untersuchungen zentralen „W-Fragen“:

- 1) Wann bieten Webangebote einen wirklichen informationellen Mehrwert, der über den Mehrwert des schnellen – da maschinell organisierten – Zugriffs hinausgeht?
- 2) Wie lässt sich elektronisch vorgehaltenes Wissen flexibel an unterschiedliche Benutzungssituationen anpassen?
- 3) Warum erscheinen benutzeradaptive Mechanismen nicht für alle Typen von Web-Angeboten erstrebenswert?

Sinnvoller erscheint in diesem Kontext eine Klassifizierung, die sich an der expliziten Struktur von Web-Inhalten orientiert. Diese Struktur ist zwar oft für den Rezipienten nicht unmittelbar erkennbar – die Repräsentation eines einzelnen Dokuments im Web-Browser lässt meist nur indirekte Rückschlüsse zu – sie ist allerdings unverzichtbar für jedwede Analyse der Hypertextualität und potenziellen Benutzeradaptivität. Der Blick unter die Oberfläche ermöglicht erst eine fundierte Beurteilung der Leistungsfähigkeit des WWW.⁹¹ Dies erscheint unentbehrlich für jedwede Betrachtung, die nicht bei der Analyse aktueller Angebote oder der Beschreibung spekulativer Szenarien über zukünftige Entwicklungen stehen bleiben will, sondern fundiert und praxisorientiert Strategien und Potenziale des elektronischen Online-Publizierens mittels offener Kommunikationsmedien wie dem WWW aufzeigen soll.

⁹¹ Siehe hierzu auch die Beschreibung einflussreicher Hypertextmodelle – beispielsweise des Dexter-Modells – in Abschnitt 3.4.

3.3 E-Texte

Als E-Texte sollen im Folgenden diejenigen Angebote im WWW bezeichnet werden, die in elektronischer Form vorliegen, über eine weltweit gültige und eindeutige Adresse – *Uniform Resource Identifier (URI)*⁹² genannt – referenzierbar und durch eine explizite Verknüpfung an andere Webangebote anbindbar sind.⁹³ Daneben fehlt ihnen allerdings das wesentliche Merkmal von Hypertexten, nämlich die nicht-lineare Textorganisation. Stattdessen bestehen E-Texte aus einer linearen Sequenz von Segmenten, die sich vom Leser nur in einer einzigen – vom Autor vorgegebenen – Reihenfolge durcharbeiten lassen.

Aus dieser Perspektive heraus können E-Texte als Emulationen traditioneller, linear aufgebauter Medien wie z.B. Bücher gesehen werden. Sie versuchen, deren Haupteigenschaften im digitalen Medium WWW zu imitieren und beschränken sich darüber hinaus darauf, einzelne nicht-lineare Elemente (also z.B. Inhaltsverzeichnisse, Glossare, Fußnoten) in elektronischer Form nachzubilden. Grundlegend neuartige Eigenschaften oder Funktionalitäten können demzufolge von E-Texten nicht erwartet werden. Die Innovation beschränkt sich gemeinhin auf das nun per Mausclick mögliche „Blättern“ in „Seiten“⁹⁴ oder das ebenfalls aufgrund der Computerunterstützung vereinfachte Auffinden von in einem Inhaltsverzeichnis aufgeführten Einheiten („Kapiteln“). In diesem Zusammenhang sind natürlich nicht nur rein textuelle Angebote, sondern auch multimedial ergänzte Informationseinheiten angesprochen, die zusätzlich Bilder, Grafiken, Ton- oder Videomaterial enthalten können.

Nicht realisiert ist bei E-Texten die für eine hypertextuelle Aufbereitung typische Unterteilung in nicht sequenziell organisierte thematische Einheiten. Solche Einheiten könnten unabhängig voneinander und in unterschiedlichen

⁹² Die Beschreibung eines URI findet sich im *Request for Comments (RFC) 2396* von Tim Berners-Lee u.a., einsehbar über das W3C (<http://www.w3.org/Addressing/>). Eingeflossen in diese Definition sind Teile des RFC 1738, in dem die nach wie vor für die Identifizierung von Web-Dokumenten verbreitete Bezeichnung „Uniform Resource Locator“ (URL) eingeführt wurde.

⁹³ Vgl. Storrer (1999a), Storrer (2000) oder Zimmer (2000, S. 42ff.).

⁹⁴ Hier hat die oft für das neue Medium WWW bemühte Buch- bzw. Bibliotheksmetapher uneingeschränkt Gültigkeit.

Abfolgen rezipiert und verstanden werden, und würden auf diese Weise das selektive Lesen ermöglichen. Das für E-Texte typische Strukturprinzip ist die hierarchische Ordnung, durch die jedem Einzeldokument genau ein vorangehendes sowie genau ein nachfolgendes Dokument und damit ein eindeutiger Kontext zugewiesen wird. Damit soll nicht behauptet werden, dass eine solche Struktur das Privileg von E-Texten wäre; auch Hypertexte können zweifellos hierarchisch organisiert sein. Die Erstellung von Hypertexten auf der Grundlage hierarchischer Ordnungsstrukturen ist sogar ein naheliegender und effektiver erster Ansatz. Charakteristisch für E-Texte ist allerdings die fehlende Modellierung und Darstellung zusätzlicher Strukturen und Beziehungen, die besser mit dem vielschichtigen und verflochtenen Aufbau der meisten Sachgebiete korrespondieren und dem Rezipienten vielfältigere Assoziations- und Explorationsmöglichkeiten bieten.

E-Texte finden sich vorzugsweise überall dort, wo es den Autoren in erster Linie um eine rasche und unkomplizierte Veröffentlichung von Inhalten „im Netz“ geht. Beispiele dafür sind sehr einfach aufgebaute oder nur temporär gültige Dokumente, die ihren Informationszweck auch ohne hypertextuelle Bearbeitung ausreichend erfüllen: Memos, Kurzberichte, Pressemitteilungen oder Ähnliches. Weiterhin gehören in diese Kategorie print-optimierte Angebote, die der Leser mit hoher Wahrscheinlichkeit vor der Rezeption sowieso ausdrucken wird. Parallel dazu wird das WWW in zunehmendem Maße als kostengünstiges und schnelles Forum für die Publikation wissenschaftlicher Texte entdeckt, was notabene den Wünschen und Zielen nahekommt, die bei seiner Entwicklung ursprünglich im Vordergrund standen. Immer mehr Autoren veröffentlichen demzufolge ihre – linear verfassten – Aufsätze auch als E-Texte anstelle oder ergänzend zur Publikation in den traditionellen Printmedien. Zu einer ähnlichen Diagnose gelangt auch Sandbothe (1997):

Das Internet bedeutet keinesfalls das Ende des Buches. Das World Wide Web verpflichtet nicht zur Hypertextualität. Die linearen Buchstrukturen sind im World Wide Web ohne weiteres abbildbar. Mehr noch: die meisten Texte, die sich gegenwärtig im Netz befinden, sind keine Hypertexte, sondern ganz normale Aufsätze und Bücher, die in HTML-Code konvertiert und ein wenig für das Netz überarbeitet wurden. (Sandbothe, 1997, S. 74)

In gleicher Weise liegen die meisten digitalen Archive und Korpora im WWW zur Zeit als E-Texte vor, da der intellektuelle und technische Aufwand einer hypertextuellen Analyse und Aufbereitung – und damit die hierfür zu veranschla-

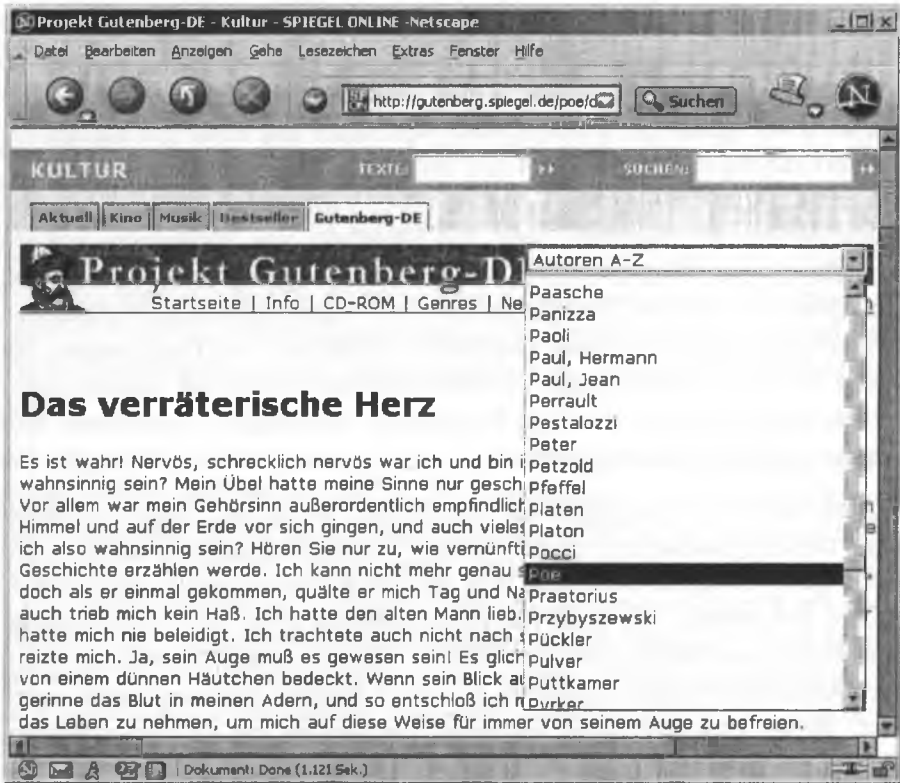


Abbildung 3: Unstrukturierter E-Text

genden Kosten – die Anbieter von einer Konversion abgehalten haben. Beispiele dafür sind Initiativen wie die Projekte *Gutenberg*⁹⁵, *Gutenberg-DE*⁹⁶, *Athena*⁹⁷ und *Runeberg*⁹⁸ oder auch Anbieter wie *Electronic Text Retrieval Systems*⁹⁹, die – zum großen Teil auf ehrenamtlicher Basis – Texte unterschiedlichster Art digitalisieren und die daraus entstandenen Volltextsammlungen gebührenfrei zur Verfügung stellen. Das Spektrum der Inhalte reicht

⁹⁵ Vgl. <http://promo.net/pg>; hier werden primär englischsprachige Texte gesammelt.

⁹⁶ Vgl. <http://gutenberg.spiegel.de>, das Pendant für den deutschsprachigen Raum.

⁹⁷ Vgl. <http://un2sg4.unige.ch/athena>, eine Quelle für frankophone Literatur.

⁹⁸ Vgl. <http://www.lysator.liu.se/runeberg>; eine Sammlung skandinavischer Werke.

⁹⁹ Vgl. <http://www.e-text.com>.

von Klassikern der Weltliteratur über die Werke jüngerer Nachwuchsautoren bis hin zu wissenschaftlichen Fachpublikationen.¹⁰⁰ Abbildung 3 illustriert die Erscheinungsweise eines solchen E-Texts.

Aus technischer Perspektive lassen sich bei der Beschreibung von E-Texten keine klaren und verbindlichen Grenzen ziehen. Prinzipiell können alle Formate verwendet werden, die ein Web-Browser eigenständig, mit Hilfe eines Plug-Ins oder eines externen Zusatzprogramms darstellen kann. E-Texte können also in Form reiner ASCII-Texte oder im Postscript-Format daherkommen, sie können zu Layoutzwecken mit Hilfe einer Markup-Sprache wie HTML ausgezeichnet oder mit Hilfe eines Satzsystems wie T_EX bzw. L^AT_EX¹⁰¹ erstellt worden sein. Darüber hinaus liegen E-Texte häufig im Format einer gängigen Textverarbeitung (z.B. *Microsoft Word*, *StarWriter* oder *Word Perfect*) oder eines anderen Desktop-Publishing-Programms (z.B. *Adobe Acrobat*, *Pagemaker* oder *Framemaker*) vor. Eine Einbettung von Bild-, Video- oder Sounddateien ist, die Verfügbarkeit entsprechender Bearbeitungs- und Wiedergabesoftware vorausgesetzt, in allen genannten Fällen möglich.

Der Zugriff auf E-Texte erfolgt im Normalfall über die Aktivierung einer statisch kodierten Verknüpfung. Diese führt entweder von einer listenartigen Inhaltsübersicht – die gerade bei umfangreichen Textsammlungen unverzichtbar erscheint – zu einem Einzeldokument, oder aber von einem Vorgänger- zu einem Nachfolgetext. Alternativ kann vom Nutzer manuell eine textspezifische Zieladresse angegeben werden. Weiterhin ist die Verwendung einschlägiger Suchmaschinen möglich, die per Volltextrecherche Teile des WWW oder einer bestimmten Website durchsuchen und als Ergebnis eine Trefferliste mit dynamisch generierten Links zu den gefundenen Dokumenten liefern. Nicht möglich ist aufgrund der fehlenden hypertextuellen Aufbereitung ein Einsatz fortgeschrittener Navigations- und Recherche-Techniken. Diese würden nicht nur den textuellen Inhalt analysieren, sondern auch unterschiedliche Struk-

¹⁰⁰ Weitere Beispiele privater wie auch kommerzieller Literatur-Archive beschreibt z.B. Zimmer (2000, S. 47ff.).

¹⁰¹ Das frei verfügbare L^AT_EX erfreut sich seit vielen Jahren im Bereich des professionellen Publizierens großer Beliebtheit. Seine Besonderheit liegt darin, dass es seinem Benutzer die Layout-Formatierung seiner Arbeit abnimmt. Der Autor zeichnet Überschriften, Absätze usw. mit Hilfe von Makro-Befehlen aus und speichert seine Ergebnisse in einer reinen ASCII-Datei ab. L^AT_EX übersetzt diesen „Quellcode“ anschließend automatisch in eine optimale Druckansicht.

turen sowie spezifische Attribute von Dokument-Segmenten berücksichtigen sowie die verschiedenen Typen hypertextueller Beziehungen¹⁰² auswerten.

3.4 Hypertexte

Als Hypertexte lassen sich all jene computer-basierten Angebote zur Informationsrepräsentation und Kommunikation im WWW bezeichnen, die im Unterschied zu E-Texten tatsächlich nicht-linear organisiert sind und auf diese Weise die Charakteristika des Mediums effektiver ausnutzen. Natürlich gibt es eine Reihe weiterer Einzelkriterien, die in der Hypertext-Forschung für die – oft nicht eindeutig vollziehbare – Abgrenzung von „Texten“ zu „Hypertexten“ angewendet werden.¹⁰³ Der strukturelle Aspekt der Nicht-Linearität und der damit ermöglichten multilinearen Nutzung erscheint jedoch als das prägnanteste und in Anbetracht der grundlegenden Eigenschaften des WWW wichtigste Unterscheidungsmerkmal. Der Leitgedanke besteht darin, die monosequenzielle Abfolge von Textsegmenten aufzubrechen, einzelne Segmente als autonome Einheiten – gemeinhin Hypertextknoten genannt – darzustellen und den Zusammenhang zwischen diesen durch Verknüpfungen (Hyperlinks) zu organisieren.

Parallel zum Begriff des „Hypertextknotens“¹⁰⁴ wird in der vorliegenden Publikation auch der Ausdruck „Informationelle Einheit“ bzw. das Kompositum „Informationseinheit“ verwendet. Auf diese Weise bezeichnen Sturm/Zirbik (2001, S. 100) zusammenfassend „eine Kombination aus Bild, Text bzw. Sprache und Grafik, die eine gemeinsame Aussage transportiert“. Kuhlen (1991) definiert aus einer funktionalen Sichtweise heraus differenzierter:

Informationelle Einheiten können ausdifferenziert werden nach informativen und referentiellen Teilen. Informativ Teile sollten kohäsiv geschlossen, kon-

¹⁰² Siehe hierzu Kapitel 6.

¹⁰³ Als prominentes Beispiel für eine umfassende Spezifikation von Hypertextsystemen sei an dieser Stelle auf das *Dexter Hypertext Reference Model* (vgl. Halasz/Schwartz (1990) und Halasz/Schwartz (1994)) verwiesen; siehe hierzu auch weiter unten.

¹⁰⁴ Bzw. „Hyperknoten“ oder kurz „Knoten“; eine Übersetzung des im Englischen gebräuchlichen „node“. Gelegentlich kommt auch der weitestgehend deckungsgleiche Ausdruck „Hyperdokument“ zum Einsatz.

textoffen und untereinander relationiert sein. Referenzierende Teile dienen in ihrer begriffsorientierten Ausrichtung der Übersicht und der Selektion von Einheiten beim Retrieval und als (textuelle oder strukturelle) Zusammenfassungen zusätzlich der Relevanzentscheidung und dem Aufbau kognitiv wichtiger Vorurteile. (Kuhlen, 1991, S. 79)

Neben den vorstehend eingeführten Begriffen existieren in der Fachdiskussion eine Reihe weiterer bedeutungsähnlicher Bezeichnungen, wie beispielsweise die aus dem Englischen übernommenen „unit“, „card“ oder „information block“. ¹⁰⁵ Für hypertextuelle Einheiten im WWW hat sich auch der Ausdruck „page“ bzw. „Seite“ eingebürgert; unter Bezugnahme auf die Hypertext-typische Modularisierung von Angeboten wird gelegentlich die Bezeichnung „Modul“ verwendet. ¹⁰⁶

Insgesamt erscheinen Hypertexte als komplexe Netzwerke kohäsiv geschlossener Hypertextknoten, welche dynamisch erweiterbar sind. Hypertexte können weiterhin als polyhierarchische und assoziative semantische Netze betrachtet werden, die auch die Abbildung vielfältig miteinander verflochtener Gedanken und Ideen – also von Wissensstrukturen, deren adäquate Darstellung in einem monohierarchischen System kaum möglich wäre – erlauben. ¹⁰⁷

Für den Benutzer bedeutet dies, dass es beim Erschließen hypertextueller Inhalte keine von Anfang bis Ende eindeutig festgelegte Rezeptionsabfolge gibt. Anstatt wie traditionelle sequenzielle Angebote einen vom Autor vordefinierten Pfad anzubieten, leben Hypertexte von der Möglichkeit und der Notwendigkeit, durch das Verfolgen von Hyperlinks die Reihenfolge – und damit den Kontext, in dem ein Knoten rezipiert wird – immer wieder neu zu bestimmen. ¹⁰⁸ Das freie Navigieren und Stöbern erhält also einen höheren

¹⁰⁵ Vgl. Horn (1989).

¹⁰⁶ Vgl. z.B. Bucher (1999a), Storrer (1999a), Storrer (2001b).

¹⁰⁷ Zur Unterscheidung zwischen mono- und polyhierarchischen Hypertextsystemen siehe auch Abschnitt 7.2.2 und insbesondere die Abbildungen 14 sowie 16. Einen kommentierten Überblick über verschiedene Ansätze zur Klassifikation von Hypertexten aufgrund ihrer Strukturen und Verknüpfungen bietet z.B. Gerdes (1997).

¹⁰⁸ Zur Demonstration der vielfältigen Möglichkeiten, die strukturierte Hypertexte bei der individuellen Erschließung umfangreicher Informations-Sammlungen bieten, sei in Anknüpfung an die im vorigen Abschnitt erwähnten Literatur-Archive auf das ambitionierte Projekt *Weird Scenes Inside The Goldmine...* hingewiesen, das unter der Adresse <http://www.guy->

Stellenwert, was natürlich den Hypertext-Autor nicht von der Pflicht entbindet, sein Werk übersichtlich zu strukturieren und angemessene Navigationshilfen anzubieten.¹⁰⁹

Neben dem Kriterium der Nicht-Linearität werden in der Hypertext-Forschung verschiedentlich weitere Bedingungen genannt, die als charakteristisch für Hypertexte und als Voraussetzungen für deren informationellen Mehrwert gelten können. Zwar erscheinen sie für die vorliegende Publikation aufgrund der vorgegebenen Eigenschaften des behandelten Mediums WWW als vernachlässigbar, sollen aber dennoch nicht unerwähnt bleiben:

- 1) **Grafische Oberfläche mit Orientierungshilfen:** Ausgehend von der Tatsache, dass Hypertexte maschinell verwaltet werden, erscheint eine fensterorientierte Präsentation der gespeicherten Inhalte in einem grafischen Browser als die für menschliche Benutzer optimale Zugriffsmöglichkeit, da sie ohne überhöhten Einarbeitungsaufwand nutzbar ist. Im World Wide Web haben sich – abgesehen von Nischenprodukten wie dem plattformübergreifenden *Opera*, dem Linux-Browser *Konqueror* oder der Apple-Lösung *iCab* – die beiden Browser *Netscape Navigator* und *Microsoft Internet Explorer* als beliebteste „Wahrnehmungsprothesen“¹¹⁰ etabliert. Für den Hypertext-Autor ist in diesem Zusammenhang die Einrichtung von ebenfalls grafisch unterstützten Orientierungs- und Navigationshilfen empfehlenswert, um dem Benutzer einen ausreichenden Überblick über die Struktur des Hypertextes geben zu können.¹¹¹
- 2) **Direkte Manipulation der Einheiten:** Sämtliche für die Erkundung eines Hypertexts notwendigen Aktionen sollen mittels eines entsprechenden Gerätes, wie z.B. einer Computermaus, direkt initiiert werden können,¹¹² wobei es für jedes Objekt (Hypertextknoten, Hyperlink) eine klar definierte

murphy.easynet.co.uk zu finden ist und u.a. die literarischen Werke von William Shakespeare hypertextuell erschließbar machen will.

¹⁰⁹ Die Tatsache, dass auch nicht-lineare Werke einen gleichermaßen kreativen wie ordnenden Autor benötigen, widerspricht im Übrigen der in Zimmer (2000, S. 55) geäußerten Befürchtung, der individuelle Autor könnte im Zuge einer fortschreitenden „Hypertextualisierung“ obsolet werden.

¹¹⁰ Zitat aus Rötzer (1999).

¹¹¹ Vgl. Conklin (1987), Gerdes (1997), Gloor (1990), Halasz (1988).

¹¹² Vgl. Kuhlen (1991), Shneiderman (1998).

Menge zulässiger Funktionen gibt. Generell erlaubt die direkte Manipulation schnelle, inkrementelle und reversible Aktionen, bei denen die Auswirkungen auf Objekte unmittelbar sichtbar werden. Durch das Klicken auf Verknüpfungsanzeiger (Buttons, Grafiken, Text) kann der Benutzer beispielsweise von einem Hypertextknoten zu einem anderen navigieren, ohne hierfür eine spezielle „Kommandosprache“ erlernen zu müssen.

- 3) **Offenheit:** Als bislang nicht konstitutives, aber generell wünschenswertes Merkmal von Hypertexten wird die Möglichkeit erachtet, Hypertextknoten aus unterschiedlichen Anwendungen miteinander verknüpfen zu können.¹¹³ Das WWW ist in dieser Hinsicht ein durchaus beispielhaftes System.¹¹⁴ Offene Hypertextsysteme erlauben es, von unterschiedlichen Autoren erstellte Inhalte zu integrieren und sie unter einer gemeinsamen Benutzungsoberfläche verfügbar zu machen. Fortgeschrittene Modelle unterscheiden zusätzlich verschiedene Stufen der Interoperationalität und bieten Autoren und Benutzern differenzierte Möglichkeiten der Verknüpfung an.¹¹⁵

Als wesentliche Bestandteile eines Hypertextsystems können die Hypertextbasis sowie das Hypertext-Managementsystem (HMS) unterschieden werden.¹¹⁶ Die Hypertextbasis umfasst dabei die Gesamtheit der miteinander verknüpften Inhalte, welche mittels des Hypertext-Managementsystems verwaltet und zugreifbar gemacht werden. Anerkannte und einflussreiche Modelle für die Konzeption und den Aufbau von Hypertextsystemen sind die *Hypertext Abstract Machine (HAM)*¹¹⁷ oder das *Dexter-Referenzmodell*¹¹⁸, die beide in Abbildung 4 dargestellt werden. Diese Hypertextmodelle arbeiten mit drei getrennten Ebenen:

¹¹³ Vgl. Engelbart (1990).

¹¹⁴ Allerdings gibt (Rössler, 1997, S. 266) zu bedenken, dass gerade aufgrund der vorherrschenden Offenheit und dezentralen Organisation der systematische Zugang zu verteilten Web-Angeboten eine große Herausforderung ist.

¹¹⁵ Vgl. Nielsen (1996).

¹¹⁶ Vgl. hierzu Kuhlen (1991).

¹¹⁷ Vgl. Campbell/Goodman (1988).

¹¹⁸ Vgl. Halasz/Schwartz (1994), Grønþæck/Trigg (1994), Grønþæck/Triggs (1996) sowie Lobin (1999b, S. 92).

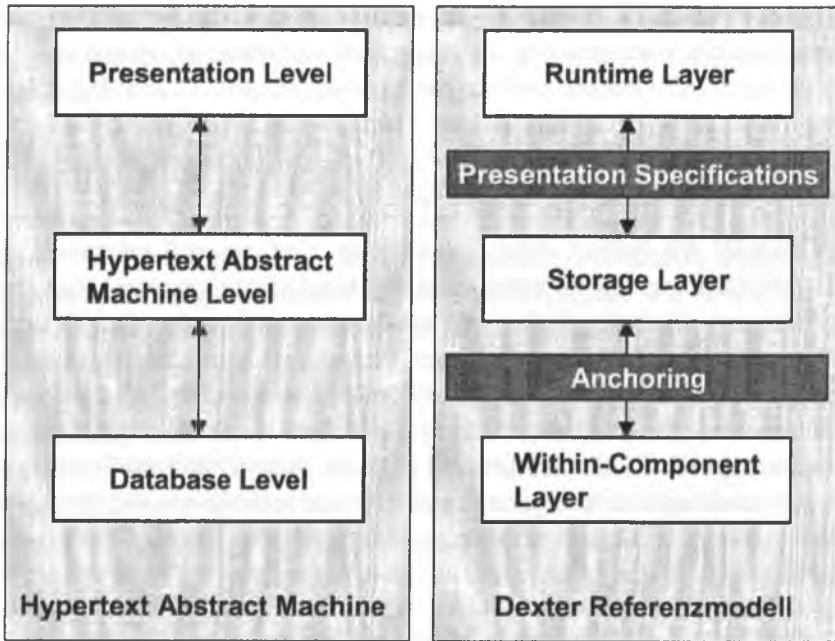


Abbildung 4: Einflussreiche Hypertextmodelle

- 1) Ebene der Speicherung der hypertextuellen Inhalte („Database Level“ bzw. „Within-Component Layer“)
- 2) Ebene der Verwaltung der Eigenschaften von und der Beziehungen zwischen Hypertextknoten („Hypertext Abstract Machine Level“ bzw. „Storage Layer“)
- 3) Ebene der Präsentation der Inhalte („Presentation Level“ bzw. „Runtime Layer“)

Das modernere Dexter-Modell berücksichtigt zusätzlich zur Ebenentrennung auch die Spezifikation von Schnittstellen zwischen diesen Ebenen. Es kann dadurch explizit mit Fragestellungen umgehen, die sich beispielsweise auf die Platzierung der Ausgangspunkte von Hyperlinks in Informationseinheiten oder den geregelten Austausch von Inhalten zwischen Hypertextsystemen beziehen. Eine theoretisch begründbare und dabei praktisch nachvollziehbare Trennung funktional unterschiedlicher Komponenten erscheint sowohl aus systematischen wie didaktischen Gründen auch für das WWW als wünschenswert. Einen richtungweisenden Schritt hierfür hat Nielsen (1997c) mit der Übertra-

gung der vorgestellten Dreiteilung auf WWW-basierte Hypertexte vollzogen. Er umgeht populäre, aber inhaltlich eher unbestimmte Ausdrücke wie „Web Design“ oder „Web Publishing“ und spricht präzisierend von „Content Design“, „Web Management“ und „Interaction Design“.

Im weiteren Verlauf unserer Betrachtungen sollen vornehmlich die Strukturierungs-, Verwaltungs- und Modifikationsmöglichkeiten der eigentlichen Inhalte sowie das funktionale Design der Zugriffswege, nicht jedoch das finale Oberflächenlayout behandelt werden. Eine sachgerechte Analyse und Aufarbeitung sämtlicher für diesen Bereich relevanten Faktoren – Bildschirm-aufteilung, Textgestaltung, Schriftarten und -größen, Farbgebung, Platzierung multimedialer Bestandteile, Navigationshilfen, Browser- und Plattformunabhängigkeit, um nur einige zu nennen – würde den Rahmen der vorliegenden Publikation fraglos übersteigen. Die Konzeption und Umsetzung der Präsentationsebene wird nur insofern thematisiert, als grundlegende Mechanismen und Ziele der Informationsaufbereitung zur Sprache kommen. Der Bereich des professionellen Oberflächen-Layouts – also der adäquaten Realisierung einer Mensch-Maschine-Schnittstelle – bleibt weitestgehend ausgeklammert, weil in diesem Zusammenhang primär kognitive und ergonomische Gesichtspunkte von Bedeutung sind.¹¹⁹ In Abschnitt 8.8 wird zwar die prototypische Realisierung einer Benutzeransicht vorgestellt, allerdings liegt auch hier das Augenmerk weniger auf der visuellen Ausgestaltung der Oberfläche, sondern primär auf funktionalen Aspekten.

Eng verbunden mit der Definition von Hypertexten ist die Betrachtung der elementaren Navigationsmöglichkeiten in Hypertext-Netzwerken. Grundsätzlich sind verschiedene Formen des Navigierens unterscheidbar,¹²⁰ die aufgrund ihres Einflusses auf die Konzeption von hypertextuellen Informationsangeboten nachfolgend kurz zusammengefasst werden:

- 1) Gerichtetes Browsing oder „search browsing“ bezieht sich auf Situationen, in denen ein Benutzer mit einem fest umrissenen Informationsbedürfnis in einem Hypertext-Netzwerk nach Inhalten sucht. Ausgehend von seinem Startpunkt entscheidet er aufgrund thematischer oder funktionaler Kriterien

¹¹⁹ Zu Gestaltungsrichtlinien für eine optimale „sinnliche Erfahrbarkeit“ von Web-Inhalten vgl. z.B. Berners-Lee (1998), Degenhardt (1997), Horton/Lynch (1999b), Lankau (2001), Nielsen (2000a), Pfaffenberger (1997), Puscher (2001), Storrer (2001a) sowie Veen (2001).

¹²⁰ Vgl. Kuhlen (1991), McAleese (1989).

sukzessive, welcher Hypertextknoten ihn seinem Ziel näher bringen könnte und navigiert auf diese Weise auf einem oft, aber nicht notwendigerweise hierarchischen Pfad durch den Hypertext.

Ein positives Kennzeichen dieser Art des Browsing ist der „Mitnahme-Effekt“, der dann auftritt, wenn der Rezipient auf Informationen stößt, die er zwar nicht explizit gesucht hat, die aber trotzdem im Kontext seines Informationsbedürfnisses für ihn interessant sind. Um ein effektives gerichtetes Browsing in hypertextuellen Informationssystemen zu ermöglichen, empfiehlt sich für den Hypertextautor eine systematische Modellierung von Ordnungsstrukturen innerhalb des Hypertext-Netzwerks. Darauf aufbauend können dann die Konzeption und Realisierung entsprechend strukturierter Zugriffswege erfolgen.

- 2) Ungerichtetes Browsing steht für eine Herangehensweise, bei der der Benutzer das Ziel seines Suchens noch nicht genau definieren. Dementsprechend stöbert er ohne ein von vornherein festgelegtes Konzept im Hypertext-Netzwerk. Obwohl ein Problem oder eine Fragestellung spezifizierbar sind, ist es für den Suchenden – der sich in einem „anomalous state of knowledge“¹²¹ befindet – nicht ersichtlich, welche Informationen ihm konkret weiterhelfen können bzw. in welche Richtung er seine Suche überhaupt starten sollte.

Systematische Ordnungen und Zugriffswege können in einer solchen Situation hilfreich sein, werden in vielen Situationen jedoch nicht ausreichen: Wenn sich dem Benutzer die Motivation einer Systematik aufgrund von fehlendem Basis- oder Hintergrundwissen nicht erschließen kann, besteht die Gefahr der unkontrollierten und letztlich unproduktiven Informationsaufnahme. Für diese Fälle bietet sich der verstärkte Einsatz vermittelnder Komponenten und spezieller Leitsysteme an, die aufgrund individueller Nutzungssituationen und Problemstellungen einen angemessen aufbereiteten Zugang zu den relevanten Informationen ermöglichen.

- 3) Das assoziative Browsing ist gekennzeichnet durch die spontane Beeinflussung eines Rezipienten durch Navigationsangebote eines aktuell besuchten Hypertextknotens, die einen starken assoziativen Reiz auf ihn ausüben. Ohne wirklich systematisch nach Informationen zu suchen, lässt sich der Benutzer aufgrund der aktuellen Attraktivität der ihm präsentierten Knoten

¹²¹ Vgl. Brooks et al. (1986).

und Verzweigungsmöglichkeiten weitgehend ziellos durch das Hypertext-Netzwerk treiben bzw. vom Angebot leiten. Ein solches Verhalten wird in der medienwissenschaftlichen Fachliteratur auch als „Flanieren“ bezeichnet.¹²² Als Sonderfall in diesem Zusammenhang ist der Serendipity-Effekt erwähnenswert, welcher dann auftritt, wenn ein ursprünglich vorhandenes spezielles Informationsbedürfnis im Laufe des Browsing vergessen oder unwichtig wird und der Benutzer vom gerichteten zum assoziativen Browsing wechselt; verschiedentlich wird hier auch der Ausdruck „serendipity browsing“¹²³ verwendet.

Im WWW versuchen insbesondere kommerzielle Anbieter, den Besucher durch den Einsatz auffälliger Objekte multimedialer Art¹²⁴ zum assoziativen Browsing zu verleiten. Aber auch in „seriösen“ Informationssystemen kann das freie Stöbern als Möglichkeit der kreativen Erkundung grundsätzlich durchaus gewollt sein. Die Gefahr besteht dabei im Phänomen des „Lost in Hyperspace“¹²⁵, das dann auftritt, wenn der Benutzer nach mehreren Stationen den Überblick verloren hat und sich der Weg zurück zu einem Ausgangspunkt nicht ohne weiteres rekonstruieren lässt. Aktuelle Web-Browser bieten zu diesem Zweck rudimentäre Hilfsmittel wie einen „Zurück“-Button für einfaches Backtracking oder einen permanent verfügbaren Hyperlink zu einer festgelegten Startseite („Home-Button“). Bei der freien Navigation in komplexen, weitverzweigten Informationsräumen ohne adäquate Orientierungsmöglichkeiten ist es gleichwohl oft genug nur ein kleiner Schritt bis zum Verlust der Orientierung. Um derart ernüchternde und unbefriedigende Situationen zu vermeiden, empfiehlt sich für den Hypertextautor – neben der Bereitstellung effektiver Such- und Navigationshilfen – die Konzeption thematisch und funktional möglichst konsistenter, den Benutzer nicht verwirrender und in „Sackgassen“ führender hypertextueller Verknüpfungen.

Es ist offensichtlich, dass das reine Vorhandensein von Knoten und Links nicht gleichbedeutend mit der Einstufung eines Informationsangebots als Hypertext sein muss: Auch E-Texte bestehen aus einzelnen Knoten, die über einen Link

¹²² Vgl. z.B. Bucher/Barth (1998), Bucher (2000).

¹²³ Vgl. Kuhlen (1991, S. 126ff.).

¹²⁴ Animierte Werbebanner sind wohl die bekanntesten Beispiele hierfür.

¹²⁵ Vgl. Nielsen (1996), Horn (1989).

mit anderen Einheiten verbunden sein können. Bedeutsam ist vielmehr eine auf formalen und funktionalen Kriterien basierende Segmentierung sowie die explizite Darstellung der komplexen Beziehungen zwischen einzelnen Hypertextknoten. Während eine Vielzahl von Websites diesen Anforderungen nicht genügen – oder ihnen aufgrund ihrer eher unterhaltenden Funktion auch gar nicht genügen wollen und müssen – sind insbesondere komplexe Informationssysteme im WWW in diesem Sinne doch überwiegend Hypertexte.

In den nachfolgenden Kapiteln soll anknüpfend an diese Klassifizierung sukzessive gezeigt werden, dass erst inhaltlich strukturierte und analysierte Knoten das Potenzial von Hypertext wirklich ausnutzen und situationsspezifische Sichten auf Informationen anbieten können.

4. Logische Strukturen in Hypertexten

4.1 Der Entwicklungsrahmen

Die ersten, ab Mitte der sechziger Jahre entwickelten Hypertextsysteme¹²⁶ verwalteten intern noch weitestgehend unstrukturierte Hypertextknoten. Hypertexte bestanden meist aus nicht weiter inhaltlich formatierten Textpassagen, eventuell angereichert um multimediale Elemente und statisch verlinkt über manuell kodierte Verknüpfungen. Als Ursache hierfür dürfte – neben den vergleichsweise beschränkten hard- und softwaretechnischen Möglichkeiten jener Zeit – das seinerzeit noch wenig ausgeprägte Bewusstsein über die praktischen Vorteile einer logisch begründeten Textauszeichnung angesehen werden. Auch der insgesamt geringe Verbreitungsgrad und die, mangels etablierter Standards, relativ eingeschränkten Vernetzungsoptionen dieser proprietären Systeme förderten nur bedingt die Einsicht in die Notwendigkeit von Strategien zur Pflege semantischer und funktionaler Strukturen in Hypertextbasen.

Die Erkenntnis, dass Strukturen von Hypertexten sowie explizit beschriebene Beziehungen zwischen einzelnen Knoten bzw. Knotenbestandteilen als Orientierungsrahmen in komplexen Hypertext-Netzwerken genutzt werden können, fand zunächst recht zögerlich Eingang in die einschlägige Fachdiskussion. Erste Ansätze lieferten Arbeiten über die Ableitung von Kohärenzrelationen zwischen Textknoten aufgrund deren propositionalen Gehalts: In Doyle (1962) wird als Ansatzpunkt die Kookurrenzhäufigkeit von Begriffen in Textsegmenten vorgeschlagen, Strong (1974) stellte Überlegungen über die Nutzung syntaktischer Strukturen zur Bestimmung von Ähnlichkeitsbeziehungen vor. Auch wenn die praktische Umsetzung dieser Konzepte in Hypertextsystemen noch auf sich warten ließ, war damit die Idee der Nutzung struktureller Aspekte auch für Hypertext-Wissenschaftler populär geworden.

In den nachfolgenden Jahren trugen aus der Textlinguistik stammende Ideen und Ansätze zu einer vermehrten Beschäftigung der Hypertextgemeinde mit strukturellen Aspekten in Hypertexten bei. Diese Arbeiten beschäftigten sich insbesondere mit den Möglichkeiten der automatischen Textanalyse und des

¹²⁶ Ausführliche Überblicke über innovative frühe Hypertextsysteme finden sich zum Beispiel in Conklin (1987), Horn (1989), Kuhlen (1991) und Nielsen (1996).

maschinellen Zusammenfassens („Abstracting“) unter Ausnutzung von Textstrukturen.¹²⁷ Zudem verdeutlichten praktische Anwendungen und Erfahrungen aus dem Bereich des Information Retrieval (IR) die Notwendigkeit einer strukturellen Auszeichnung hypertextueller Inhalte:

When we assimilate information, the structure of that information is important to our understanding. [...] When people create documents, they use structure to help convey their message and if this structure is lost or ignored, part of the message is lost or ignored. At the very least, titles and paragraphs are used to structure information. (Wilkinson/Fuller, 1997, S. 258)

Beispielhaft sei an dieser Stelle die in Abschnitt 6.2.2 kurz vorgestellte *Rhetorical Structure Theory (RST)*¹²⁸ genannt, die z.B. in Hammwöhner (1990), Hannemann/Thüring (1993) oder Lobin (1999a) auf moderne hypermediale Systeme wie das WWW bezogen wird. Die RST stellt ein Beschreibungsinventar für Text- bzw. Hypertext-Strukturen zur Verfügung und erlaubt dadurch die Modellierung und Kodierung aussagekräftiger und komplexer intratextueller Beziehungen. Ein Dokument wird charakterisiert als eine potenziell geschachtelte Abfolge präzise voneinander abgrenzbarer Einzelsegmente, welche über vielfältige Relationen miteinander verbunden sein können. Unterschieden wird zwischen verschiedenartigen Typen von Relationen, die zwischen zwei Dokumentsegmenten – Nukleus und Satellit genannt – bestehen können. Es lassen sich semantische, funktionale oder zeitliche Abhängigkeitsverhältnisse ebenso wie etwa assoziative, eher emotional motivierte Zusammenhänge darstellen. Übertragen auf komplex verflochtene Hypertexte schafft die Kodierung solcher Strukturen, sowohl zwischen als auch innerhalb einzelner Hypertextknoten, die Voraussetzung für eine spätere flexible und individuell angepasste Inhaltspräsentation.

¹²⁷ Siehe dazu auch Kuhlen (1991). Mögliche Vorgehensweisen bei der maschinellen Generierung Topic-basierter Hyperlinks zwischen Einzeldokumenten unter Berücksichtigung der Dokumentstruktur thematisiert z.B. Weber (1993).

¹²⁸ Vgl. die einführende Beschreibung in Mann/Thompson (1989).

4.2 Trennung von Form und Inhalt durch SGML

Ende der sechziger Jahre wurde ein für die Verarbeitung elektronischer Dokumente bedeutsamer Lösungsansatz geboren: die Idee des „Generic Coding“ bzw. „Generic Markup“¹²⁹ als Gegenstück zum „Specific Markup“ bzw. „Visual Markup“.¹³⁰ Die Zielsetzung hierbei liegt in der expliziten Trennung zwischen dem Inhalt eines Dokuments („content“) und seiner äußeren, sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungsform („form“). Grob gesagt geht es darum, Inhalte unabhängig von spezifischen hard- und softwarebedingten Anforderungen derart abzuspeichern, dass sie auch noch nach einer Ablösung der diesbezüglichen heutigen Gegebenheiten Bestand haben. Gelegentlich wird zur Abgrenzung der Inhaltsseite vom Layout auch der Terminus „Semantik“ verwendet, allerdings erscheint eine solche Wortwahl aufgrund der vielfältigen Aspekte dieses Ausdrucks – natürlich trägt auch der Präsentationsstil zur Bedeutung eines Dokuments bei – eher verwirrend als hilfreich. In Anbetracht der Eigenschaften maschinell verwalteter Dokumente bietet sich für die Inhaltsseite weiterhin eine Unterscheidung zwischen Daten und Struktur an, also zwischen den konstituierenden Elementen einerseits und der Anordnung dieser Elemente sowie den wechselseitigen Beziehungen zwischen ihnen andererseits.

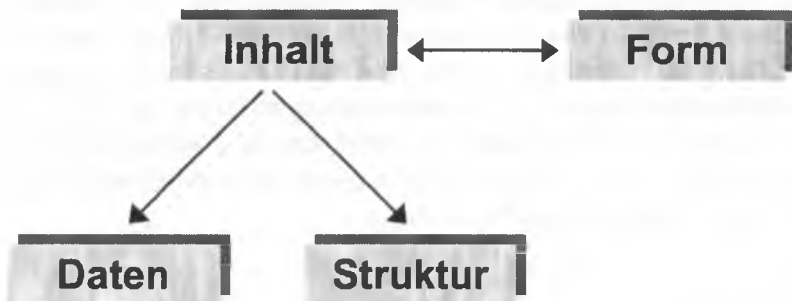


Abbildung 5: Trennung zwischen Form und Inhalt

¹²⁹ Der Ursprung der Bezeichnung „Markup“ scheint aus dem Bereich der Printmedien zu stammen: Die vor dem Aufkommen der Digitalisierung übliche Vorgehensweise des manuellen Markierens von Layoutanweisungen stand als formatierender Arbeitsschritt zwischen der inhaltlichen Korrektur eines Manuskripts und der Erstellung der Satzvorlage für den Druck.

¹³⁰ Siehe hierzu z.B. auch Milde (1999, S. 202ff.).

Vorgestellt wurde dieses Konzept erstmalig durch William Tunnicliffe von der Graphics Communications Association (CGA) im September 1967 während einer Veranstaltung beim Canadian Government Printing Office. Mit Hilfe eines universellen Katalogs von parametrisierten Formatierungselementen – von ihrem Erfinder, dem New Yorker Buch-Designer Stanley Rice, ursprünglich „editorial structured tags“ genannt,¹³¹ später als „markup tags“ oder einfach „tags“ bezeichnet – können die logische Struktur eines Dokuments sowie dessen einzelne Elemente kenntlich gemacht und benannt werden. Dem Textproduzenten wird dadurch also ein einfach zu benutzendes und gleichzeitig flexibel erweiterbares Hilfsmittel zur eindeutigen Markierung von Überschriften, Absätze, Gliederungslisten oder Fußnoten in die Hand gegeben.

Als Meilenstein für diese Art der strukturorientierten Auszeichnung wird gemeinhin die Entwicklung der *Standard Generalized Markup Language* angesehen. Ende der sechziger Jahre beschäftigten sich Charles F. Goldfarb, Edward Mosher and Raymond Lorie – allesamt Mitarbeiter des IBM Cambridge Scientific Center – mit der Formulierung von Beschreibungen für komplex strukturierte, aus geschachtelten Einzelteilen bestehende Dokumente. Als erstes Ergebnis entstand 1969 die *Generalized Markup Language (GML)*.¹³² Darauf aufbauend begannen Arbeitsgruppen des *American National Standard Institute (ANSI)* sowie der *International Organization for Standardization (ISO)*¹³³ mit der Konzeption eines allgemein gültigen Standards für Auszeichnungssprachen. Nach mehreren Überarbeitungen und der Einbeziehung einer Vielzahl von ergänzenden Vorschlägen wurde das Ergebnis im Jahre 1986 unter dem Namen *Standard Generalized Markup Language (SGML)* als ISO-Standard 8879 festgeschrieben.¹³⁴ Seitdem ist SGML sowohl allgemein für die Informationshaltung als auch insbesondere in der Welt der Printmedien zu einem weithin verbreiteten Standard avanciert.

¹³¹ Vgl. Rice (1970).

¹³² Das Akronym kann auch als Kürzel für die Nachnamen der Erfinder dieser Auszeichnungssprache interpretiert werden.

¹³³ Das Spiegelgremium in Deutschland ist das *Deutsche Institut für Normung (DIN)*.

¹³⁴ Aktuelle Informationen zu SGML und verwandten Weiterentwicklungen sowie Verweise zu grundlegenden Quellen enthält „Charles F. Goldfarb's SGML Source Home Page“ unter der WWW-Adresse <http://www.sgmlsource.com>; vgl. auch Goldfarb (1990). Eine kompakte Einführung in die Vorteile von SGML für das elektronische Publizieren findet sich u.a. in Kommers et al. (1998, S. 46ff.).

Die Stärke dieser Meta-Sprache liegt in ihrer Flexibilität und Mächtigkeit: Mit ihr lassen sich logische Beschreibungen für unterschiedlichste Textdokumente formulieren und auf diese Weise richtiggehende „Grammatiken“ für die semantisch motivierte Dokumentauszeichnung schreiben. Klassen von Dokumenten, die sich in ihrem strukturellen Aufbau gleichen, können einem identischen Dokumenttyp zugeordnet werden. Ein Dokumenttyp definiert die obligatorischen Gemeinsamkeiten dieser Dokumente ebenso wie den Rahmen für individuelle Unterschiede. Ein einmalig definierter Dokumenttyp „Buch“ könnte beispielsweise vorsehen, dass sämtliche ihm zugeordneten Dokumente genau einen Titel, ein Vorwort, einen Hauptteil sowie einen Anhang umfassen müssen. Weiterhin könnte vorgesehen werden, dass der Hauptteil aus beliebig vielen Einzelkapiteln bestehen oder dass ein optionales Nachwort angehängt werden darf.

Charakteristisch für die Syntax von SGML respektive aller davon abgeleiteten Sprachen ist die Markierung von Textelementen durch in spitze Klammern eingefasste „Start“- und „Ende“-Tags. Ein Element setzt sich dabei zusammen aus einem „Start“-Tag, einem „Ende“-Tag und dem Inhalt des Elements (der allerdings prinzipiell auch leer bleiben darf). Jedes Element wird also beispielsweise `<ELEMENT>so</ELEMENT>` markiert. Obwohl SGML-Dokumente ausschließlich aus Text bestehen, können sie unter Verwendung spezieller Elementtypen auch nicht-textbasierte Daten integrieren. Interessant und naheliegend ist in diesem Zusammenhang beispielsweise die Behandlung multimedialer Inhalte wie Grafiken, Bilder oder Ton- und Videosequenzen. Die nicht-textuellen Inhalte werden dabei separat als Dateien oder in multimedialen Datenbanken gespeichert und mittels eines Markup-Tags referenziert, also z.B.: `<BILD quelle="beispiel.jpg"/>`.

Ihre Strukturbeschreibung führen SGML-Dokumente in Form einer *Document Type Definition (DTD)* mit sich. Eine DTD spezifiziert exakt den logischen Aufbau eines Dokuments, definiert also die zur Verfügung stehenden Elementtypen, deren individuelle Eigenschaften (Attribute) sowie die erlaubten Schachtelungsmöglichkeiten. Eine DTD kann beispielsweise festlegen, dass ein Dokument an erster Position genau eine Überschrift enthalten muss, auf die dann beliebig viele Absätze folgen dürfen, welche ihrerseits wieder bestimmte Unter-elemente beinhalten können. Damit wird nur die Struktur, nicht aber die Darstellungsweise beschrieben. Die Art und Weise etwa der Formatierung von Überschriften kann separat und situationsspezifisch erfolgen. Die DTD konstituiert auf diese Weise eine Grammatik, die eine automatische Überprüfung der

Kohärenz eines Dokuments durch einen entsprechenden Parser erlaubt. Dieser Vorgang wird auch als „Validierung der Gültigkeit“ bezeichnet. Der Parser analysiert dabei die hierarchische Dokumentstruktur und stellt diese in Form eines Elementbaums dar, in welchem neben den Element-Inhalten auch Element-Attribute vermerkt werden. Entspricht der Aufbau dieses Elementbaums nicht den in der DTD notierten Regeln, so wird das Dokument als „ungültig“ eingestuft.

4.3 Rudimentäre Strukturen durch Layout-Formatierung

Der konkrete informationelle Mehrwert einer logischen Auszeichnung von Dokumentstrukturen wird deutlich, wenn man sie mit der layoutorientierten Formatierung vergleicht, bei der lediglich eine konkrete visuelle Darstellung verbindlich festgelegt wird. Ein typisches Anwendungsbeispiel für letztere Vorgehensweise ist das Erstellen von Dokumenten mit Hilfe eines Textverarbeitungsprogramms wie etwa *Microsoft Word*, *OpenOffice* oder *Word Perfect*, welches dem Anspruch des WYSIWYG („What You See Is What You Get“) entsprechen will.¹³⁵ Der Autor formatiert einzelne Textsegmente durch die unmittelbare Angabe von Layoutanweisungen: Überschriften erhalten auf diese Weise eine andere Schriftgröße als normaler Fließtext, Zitate werden kursiv gesetzt oder wichtige Hervorhebungen durch Fettdruck gekennzeichnet.

Intern, d.h. sowohl für den Autor wie für den späteren Nutzer unsichtbar, werden diese Attribute durch spezielle Steuerzeichen festgehalten. Diese Steuerzeichen speichern Angaben über die Ausrichtung (*linksbündig*, *rechtsbündig*, *zentriert* oder *Blocksatz*), den Schriftschnitt (*recte* oder *kursiv*), das Schriftgewicht (*normal* oder *fett*) oder die Schriftfamilie (z.B. *Arial*, *Courier* oder *Times*) und ermöglichen eine direkte Formatierung der Dokumente auf dem Bildschirm des Anwenders. Ähnlich arbeiten auch die meisten spezialisierten

¹³⁵ Wobei diese Unterscheidung natürlich nicht ausschließlich auf WYSIWYG-Systeme beschränkt ist: Auch das strukturorientierte Textsatzsystem \TeX kodiert prinzipiell layoutorientiert, und erst die Erweiterung \LaTeX ermöglicht eine logische Auszeichnung. Über praktische Probleme und Vorzüge einzelner WYSIWYG-Systeme und Hypertext-Formate beim Erstellen von Hypertexteinheiten berichten z.B. Kommers et al. (1998). Auf die Strukturierungsoptionen der im WWW derzeit dominierenden *Hypertext Markup Language* (HTML) wird in Abschnitt 4.4 eingegangen.

Publishing-Programme wie *QuarkXPress*, *PageMaker* oder *FrameeMaker* sowie Multimedia-Autorensysteme wie *ToolBook* oder *Macromedia Director*.

Den grundlegenden Unterschied zwischen layoutorientiert und logisch ausgezeichneten Dokumenten veranschaulichen die beiden Abbildungen 6 und 7.¹³⁶ In Abbildung 6 wird zunächst ein medienspezifisch formatiertes Hyperdokument präsentiert, welches eine vergrößert dargestellte Titelzeile, eine zentriert eingebundene Bilddatei, eine fett gekennzeichnete Hervorhebung, eine kursiv markierte Erläuterung sowie einen unterstrichenen Hyperlink enthält. Sämtliche Segmente innerhalb des Dokuments sind lediglich für eine spezifische Druck- bzw. Bildschirm-Wiedergabe ausgezeichnet, nicht aber logisch oder funktional klassifiziert. Abbildung 7 stellt dem ein vom Inhalt her identisches Dokument mit logisch klassifizierten Textstrukturen gegenüber. Die Auszeichnung transportiert in diesem Fall eindeutig charakterisierende Informationen, die über reine Darstellungsanweisungen hinausgehen und maschinell vielfältig ausgewertet bzw. weiterverarbeitet werden können.

Prinzipiell erlauben moderne Textverarbeitungen und Publishing-Programme mittlerweile eine zumindest in Grenzen logische Auszeichnung des Dokumenteninhalts. Beispiele hierfür sind die als *Format-Vorlagen* eingeführten Struktur-Bausteine in Microsoft Word oder *Marked Content Operators* für PDF.¹³⁷ Allerdings gilt auch hier: Nomen est omen. Format-Vorlagen in Word-Texten bieten bei weitem nicht die Mächtigkeit von Strukturierungssprachen bzw. Meta-Strukturierungssprachen wie $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, SGML oder XML. Vielmehr befördern sie lediglich eine einheitliche Layout-Formatierung von gleichnamigen Passagen eines Dokuments auf der Oberfläche. In der Praxis kann dies, etwa in Verbindung mit der *Autoformat*-Funktion einer Textverarbeitung, durchaus zu unbeabsichtigten Ergebnissen führen.¹³⁸

¹³⁶ Die hier verwendeten Beispiele stammen aus dem „Online City Guide Trier“, einem studentischen Projekt des Fachs Linguistische Datenverarbeitung/Computerlinguistik der Universität Trier in Zusammenarbeit mit dem Trierer Universitäts-Rechenzentrum.

¹³⁷ PDF (Portable Document Format) kann als Obermenge der Seitenbeschreibungssprache *Postscript* für die seitenorientierte visuelle Aufbereitung und Präsentation von Dokumenten verwendet werden. Für die Verbreitung von für den Ausdruck optimierten Inhalten hat es sich als De-facto-Standard im Internet etabliert, als Lesesoftware kommt der *Adobe Acrobat Reader* zum Einsatz.

¹³⁸ Vgl. dazu Rothfuss/Ried (2001, S. 24).



Abbildung 6: Layoutorientierte Auszeichnung

Marked Content Operators in PDF eröffnen dem Autor – analog zur Arbeitsweise mit SGML-basierten Markup-Sprachen – die Möglichkeit zur Markierung einzelner Text-Segmente sowie zur Zuordnung von vorgegebenen Attributen (z.B. „Titel“, „versteckter Text“, „Textfarbe=rot“). Auf dieses Konzept wird gelegentlich auch unter der Bezeichnung „Tagged PDF“ Bezug genommen. Seit PDF Version 1.3 hat Adobe Strukturelemente („Structural Elements“) eingeführt, die explizit zum Anlegen hierarchischer Strukturen genutzt werden können. Diese Strukturen werden getrennt von den eigentlichen, sichtbaren Seiteninhalten gespeichert und mit Hilfe von Zeigern („Pointer“) verknüpft. Strukturinformationen lassen sich für die Unterscheidung zwischen relevanten und nebensächlichen Inhalten heranziehen, wobei zur letztgenannten Kategorie ergänzende Textbestandteile wie etwa Kopf- oder Fußzeilen gezählt werden. Darauf aufbauend können einmal erstellte Dokumente dynamisch umformatiert und weitestgehend automatisch für unterschiedliche digitale Ausgabemedien aufbereitet werden („Text Reflow“).

Den Bedarf an Hilfsmitteln für die Markierung und Weiterverarbeitung von dokumentinternen Strukturen haben also offensichtlich auch die Hersteller semi-

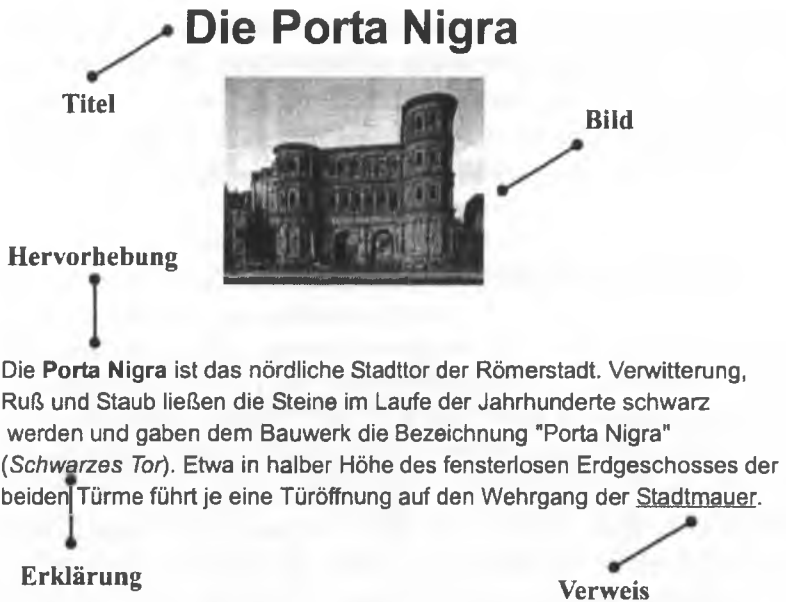


Abbildung 7: Inhaltliche Auszeichnung

professioneller Publikationssoftware erkannt und ihm zumindest ansatzweise durch entsprechende Produkt-Innovationen entsprochen. In der Praxis werden all diese proprietären Angebote jedoch eher selten genutzt. Ein Grund hierfür ist sicherlich deren produktspezifische Implementierung, die einen Austausch von derart ausgezeichneten Dokumenten zwischen unterschiedlichen Bearbeitungs- bzw. Lese-Programmen in der Regel ausschließt. Weiterhin sind auch Format-Vorlagen oder Strukturelemente für PDF eben doch nur primär für die Darstellungs-Optimierung vorgesehen. Von Haus aus bieten sie infolgedessen lediglich Schablonen zur Verwaltung von aus den Druckmedien übernommenen Layoutangaben. Am mächtigsten erscheint dabei noch die „Tagged PDF“-Lösung von Adobe. Mangels individuell anpassbarer Dokumentenbeschreibungen vermag jedoch auch sie nicht mit der Flexibilität und Interoperabilität einer originären Meta-Auszeichnungssprache wie SGML oder XML zu konkurrieren.

Bei sämtlichen oben aufgeführten layoutorientierten Lösungsansätzen strukturiert der Autor sein Dokument primär dadurch, dass er es visuell formatiert. Eine solche Vorgehensweise lässt sich nun ohne Zweifel als recht einfach erlern- und nachvollziehbar einstufen. Dennoch ist sie, im Vergleich mit dem

Erstellen von Dokumenten ohne Markierung, trotz aller vereinzelt erkennbaren Ansätze nicht tatsächlich semantisch motiviert. Dem SGML-Konzept gegenübergestellt weist die layoutorientierte Formatierung eine deutlich niedrigere Flexibilität auf und zieht damit nach wie vor eine Reihe unbefriedigender Konsequenzen nach sich, die nachfolgend thematisiert werden.

4.3.1 Darstellungsproblematik

Die über ein oder gar mehrere Dokumente hinweg einheitliche Darstellung von funktional identischen Textsegmenten kann bei rein layoutorientierter Auszeichnung entweder gar nicht oder nur über Umwege automatisiert werden. Der Autor muss sich dabei selbst zu jedem Segment die zugehörigen Layoutangaben merken und diese auch möglichst konsistent anwenden. Eine solche Vorgehensweise kann gerade bei längeren und komplexen Inhaltsquellen verwirren („Mit welcher Schriftart und -größe, welchem Schriftschnitt und welcher horizontalen Ausrichtung formatiere ich eigentlich die Beschriftungen von Bildern?“) und von der eigentlichen Inhaltsproduktion abhalten.

Eine logische Auszeichnung nach dem Konzept des „Generic Markup“ dagegen würde Aussagen über die Bedeutung der einzelnen Textsegmente machen. Zitate würden nicht länger als „kursiv“, sondern als „Zitat“ markiert und Bildbeschriftungen nicht durch die Zuweisung einer speziellen Schriftgröße, sondern durch die Zuweisung des Attributs „Bildbeschriftung“. Durch einen späteren Einsatz zentral verwalteter Darstellungsrichtlinien könnten dann beispielsweise alle als „Bildbeschriftung“ markierten Textsegmente in der Schriftart „Times New Roman“ linksbündig und mit einer einheitlichen Schriftgröße wiedergegeben werden.

4.3.2 Medienabhängigkeit

Unter Medienabhängigkeit von Inhalten lässt sich im Kontext des Publizierens von Hypertexten verstehen, dass die einmal gewählte Darstellung für ein spezielles Ausgabemedium maßgeschneidert ist und für andere Präsentationsformen einzeln und meist recht aufwändig angepasst werden muss. Auch HTML-Seiten, die nachfolgend in Abschnitt 4.4 behandelt werden, sind in diesem Sinne zumindest medienoptimiert, nämlich für die Darstellung in einem gängigen Web-Browser.

Die Anpassung der Ausgabe ist erfahrungsgemäß schon für einander ähnliche, da beispielsweise gleichermaßen textbasierte, Medien mit einem nicht unerheblichen Arbeitsaufwand verbunden. Noch anspruchsvoller erscheint dagegen bei einer primär layoutorientierten Primär-Auszeichnung ein tatsächlich medienübergreifendes Publizieren, z.B. die angemessene Weitergabe an ein Text-to-Speech-System. Gerade dies ist jedoch ein Ziel, welches schon in absehbarer Zeit im Zusammenhang mit der Erschließung von computerbasierten Informationssystemen für Benutzer mit Sehschwächen oder mangelnden PC-Kenntnissen an Bedeutung gewinnen könnte.

Dieser gerade geschilderte Anwendungsfall soll uns im Folgenden als exemplarisches Szenarium dienen. Um via Spracherkennung und -Synthese das Surfen im Internet ermöglichen zu können, müssen Dokumente für maschinelle Sprach-Synthesizer interpretierbar sein. Dazu gehört neben vielen weiteren Eigenschaften wie etwa der Einführung von Betonungsangaben zwangsläufig eine vorherige logische Dokumentauszeichnung, also die Markierung von Absätzen, Satzgrenzen und anderen Strukturen. Ganze Texte lassen sich unter Berücksichtigung solcher Vorgaben maschinell in Sprache wandeln. Bei einem logisch ausgezeichneten Dokument könnte ein Sprachsynthese-System hervorgehobene Passagen, die etwa als „Überschrift“ oder „Zitat“ gekennzeichnet wurden, abweichend von der Standardwiedergabe interpretieren. Weiterhin könnte es Satzpausen berücksichtigen und detailliert entscheiden, welche Bestandteile – also z.B. Bilder oder interaktive Elemente – von der Ausgabe auszuschließen bzw. an ein anderes, adäquates Ausgabemedium weiterzureichen wären. Ohne eine inhaltlich charakterisierende Markierung erscheint all dies als nur schwerlich erreichbar.

In diesem Zusammenhang sind die diesbezüglichen Aktivitäten einer Arbeitsgruppe des World Wide Web Consortiums (W3C) erwähnenswert, die sich mit so genannten „Voice Browsern“ und „Voice Markup Languages“ beschäftigt.¹³⁹ Einer der grundlegenden Ansprüche ist hierbei die Erweiterung der primär layoutorientierten Auszeichnungsmöglichkeiten von HTML und verwandten Standards um logische Konstrukte, ohne dabei die Interoperabilität mit diesen populären Formaten aufzugeben. Einen vielversprechenden Ansatz

¹³⁹ Ein Überblick über diese Arbeiten sowie die Ansprüche an eine *Speech Synthesis Markup Language (SSML)* findet sich unter <http://www.w3.org/TR/1999/WD-voice-tts-reqs-19991223/>.

verfolgt etwa die XML-Sprache VoiceXML, die vom W3C gemeinsam mit namhaften kommerziellen Software-Anbietern als zukünftiger Standard für interaktive Sprachdialogsysteme entwickelt wird.¹⁴⁰ VoiceXML erlaubt eine logische Auszeichnung von Eigenschaften gesprochener Sprache sowie die Modellierung von Dialogen mit Hilfe spezieller XML-Elementtypen. Auch wenn die konkrete Umsetzung der Ergebnisse in allgemein erhältlichen und in der alltäglichen Praxis einsetzbaren Produkten wohl noch eine Weile auf sich warten lassen dürfte,¹⁴¹ weisen diese Bemühungen doch eindeutig in die Richtung medienunabhängiger Inhaltsverwaltung sowie medienübergreifenden Publizierens.

Die weitestgehende Mediengebundenheit etablierter Auszeichnungs- und Publikationsstandards dürfte also bei näherer Betrachtung kein längerfristig befriedigender Zustand sein. Es erscheint offenkundig als unökonomisch, Informationen für unterschiedliche Ausgabekanäle wie Printmedien – die sich selbst auch wieder in Einzelmedien mit spezifischen Formatierungs-Ansprüchen unterteilen lassen – oder eben das WWW jedesmal mehr oder weniger komplett manuell und damit zeitaufwändig überarbeiten zu müssen. Ebenso liegt es andererseits nahe, dass Medienunabhängigkeit nicht zwangsläufig mit einem absolut identischen Erscheinungsbild gleicher Inhalte auf unterschiedlichen Ausgabemedien einhergehen muss. Die Ausgabe sollte vielmehr dem Medium angemessen sein und die jeweils spezifischen Möglichkeiten zur Übermittlung der zu transportierenden Informationen ausnutzen.

Eine solche Vorgabe kontrastiert übrigens nur scheinbar mit der Aussage des Medientheoretikers Marshall McLuhan, der Mitte der sechziger Jahre konstatierte, das Medium selbst sei die Botschaft und mithin der Inhalt.¹⁴² McLuhan

¹⁴⁰ Vgl. Raggett (2001) sowie <http://www.w3.org/Voice/>.

¹⁴¹ Erste prototypische Anwendungen sind allerdings schon verfügbar. So offeriert der deutsche Mobilfunkanbieter E-Plus seinen Kunden seit 2001 einen „Voice Assistant“, der mit Hilfe von VoiceXML ausgezeichnete Informationen vorlesen und auf Spracheingabe reagieren kann. Auch andere an der Entwicklung von VoiceXML beteiligte Firmen wie IBM oder Oracle wollen Voice-Anwendungen in eigene Produkte wie z.B. ihre Web Application Server integrieren.

¹⁴² Vgl. McLuhan (1964). Mit den Thesen McLuhans haben sich in der Folgezeit zahlreiche Wissenschaftler kritisch auseinandergesetzt, ein fachlicher Überblick wird beispielsweise in Pias et al. (2000) vermittelt. Eine medienphilosophische Reflexion über den sinnstiftenden Beitrag der Medien bei der Übermittlung von Inhalten bietet Krämer (2000a).

argumentierte mit dieser auf den ersten Blick paradoxen Formulierung gegen eine Unterschätzung der Bedeutung und Wirkung von Medien. Weiterhin warb er für die Einsicht, dass deren charakteristische Formen notwendigerweise auch eine speziell angepasste Wahrnehmung erfordern bzw. nach sich ziehen. Aus dieser Aussage lässt sich ableiten, dass die „Macher“ eines Mediums zwar grundsätzlich einer durch dieses Medium vorgegebenen Ausrichtung zu folgen haben, gleichzeitig jedoch auf variabel adaptierbare Transportinhalte angewiesen sind. Voilà – damit schließt sich wiederum der Kreis, und wir finden eine weitere Rechtfertigung für die medienunabhängige Kodierung von Informationen.

Die Erkenntnis, dass unterschiedliche Ausgabemedien auch flexible Repräsentationen bedingen, ist keinesfalls neu. Der prominente Hypertext- und Internet-Forscher Jakob Nielsen gibt im Sinne einer von ihm befürworteten Ausgabeflexibilität in Abwandlung eines ursprünglich auf fehlerhafte Software gemünzten geflügelten Wortes („It’s a feature, not a bug.“) folgende Losung aus:

Clearly, WYSIWYG is dead. Indeed, looking different is a feature, not a bug, since an optimal user experience requires adjustments to the characteristics of each device. (Nielsen, 1997a)

Abschließend bleibt noch anzumerken, dass selbstverständlich auch eine weitestgehend medienunabhängige Auszeichnung von Inhalten ihre Grenzen hat. Die geschilderten Problematiken und Ansätze beziehen sich in erster Linie auf computervermittelte Kommunikation im World Wide Web. Mit Hilfe inhaltlich charakterisierender Auszeichnungen lassen sich in diesem Bereich einige gravierende Beschränkungen umgehen und verschiedenartige Aufbereitungen, durchaus auch für technisch verwandte Medien wie etwa aus dem Printbereich, realisieren. Eine vollständige Medienunabhängigkeit – also beispielsweise die automatisierte Nutzung solcher Inhalte für Radio oder Fernsehen – steht bei derartigen Konzepten nicht im Vordergrund.

4.3.3 Erschwerte Inhaltspflege

Die Überarbeitung von einmal erstellten Dokumenten wird durch die Beschränkung auf layoutorientierte Markierungen verkompliziert: Sollen beispielsweise Zitate, die bei Erstellung des Dokuments durchweg kursiv gekennzeichnet wurden, in Zukunft fett dargestellt werden, so hat der Autor

sukzessive alle entsprechenden Textpassagen manuell anzupassen. Diese Mühe kann er sich nur dann ersparen und automatisiert von einem Programm erledigen lassen, falls das Kennzeichen „kursiv“ nicht exklusiv für Zitate verwendet wurde. Doch dessen wird er sich in den wenigsten Fällen sicher sein können.

Die eindeutige inhaltliche Auszeichnung von Dokumentinhalten erlaubt dagegen sowohl solche einfachen Variationen durch eine einmalige Modifikation der zentralen Darstellungsrichtlinien als auch darüber hinausgehende funktionale Transformationen. Basierend auf einer eindeutig auslesbaren Struktur der Inhalte könnte recht leicht etwa folgende Anweisung umgesetzt werden: „Alle als Zitate gekennzeichneten Passagen werden durch einen Hyperlink ersetzt, dessen Aktivierung das entsprechende Zitat in einem zusätzlichen Unterfenster einblendet.“

4.3.4 Einschränkung der Auswertungsmöglichkeiten

Insbesondere bei großen und heterogen aufgebauten Datenmengen, im Fall hypertextueller Web-Informationssysteme also von weitverzweigten komplexen Hypertextbasen, behindert eine nur das Oberflächendesign berücksichtigende Markierung von Inhalten deren gezielte Auswertung. Im Allgemeinen reduziert sich die mögliche Analyse damit auf Volltext-Recherchen bzw. die statistische Auswertung von Wortvorkommen. Die inhaltliche Struktur eines Dokuments dagegen lässt sich nicht oder nur unzureichend für die Weiterverarbeitung heranziehen, weil die Information darüber, ob beispielsweise ein bestimmtes Suchwort innerhalb eines Zitats, eines Beispielsatzes oder aber einer Definition steht, bei einer rein layoutorientierten Formatierung kaum festgehalten werden kann.

Im Gegensatz zur logischen Dokumentenauszeichnung erschwert eine auf die Erfassung von Layout-Angaben beschränkte Charakterisierung von Dokumenten und Dokumentbestandteilen auch die Kodierung und Nutzung struktureller Zusammenhänge. Es lässt sich in der Folge bestenfalls über Umwege und Notbehelfe analysieren, ob logische Beziehungen zwischen einzelnen Einheiten bestehen und welcher Art diese Beziehungen sind. Eine inhaltliche Klassifizierung einzelner Passagen würde im Gegensatz dazu beispielsweise festhalten, dass ein bestimmter Dokumentabsatz vom Typ „Kurzdefinition“ ist und in einem terminologischen Zusammenhang mit einem – nicht zwangsläufig

unmittelbar nachfolgenden – Absatz vom Typ „Vertiefung“ steht. Die maschinelle Auswertung dieser Zusatzinformationen könnte für eine ambitionierte, leser- und sachorientierte Aufbereitung von erheblichem Nutzen sein.

4.4 HTML als Publikationsstandard im WWW

Das Aufkommen des neuen Online-Mediums WWW mit seinen spezifischen Charakteristika hat Anfang der neunziger Jahre das Potenzial und die Perspektiven der Publikation von strukturierten Hypertexten beträchtlich erweitert. Zum ersten Mal war es möglich, in einem globalen Kontext eine nahezu unbeschränkte Zahl von Informationsangeboten sowohl bereitzustellen als auch zu rezipieren. Und ebenfalls zum ersten Mal konnten und mussten Autoren ihre Erzeugnisse explizit logisch gliedern und diese Strukturinformationen auch plattformunabhängig verfügbar machen. Realisiert wird dies durch die Auszeichnungssprache HTML (*Hypertext Markup Language*), einer speziellen Anwendung von SGML zur Auszeichnung von über Netzwerke transportierbaren Hypertexten. HTML wurde ab 1989 von Tim Berners-Lee am europäischen Forschungszentrum *CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire)* in Genf als plattformunabhängiges Datenaustauschformat für das WWW entworfen, und wird mittlerweile von einer Reihe von Arbeitsgruppen des World Wide Web Consortium (W3C)¹⁴³ kontinuierlich weiterentwickelt.

Die Auszeichnungssprache bietet einen weitestgehend standardisierten Bestand an Elementtypen. Insgesamt umfasst dieser ungefähr 90 unterschiedliche Objekte, die ihrerseits wieder eine Reihe von sie weiterführend charakterisierenden Attributen besitzen können. Wie bei Markup-Sprachen allgemein üblich, werden einzelne Elemente eines Dokuments durch in spitzen Klammern stehende Markierungen („Tags“) gekennzeichnet. Zugehörige Attributwerte sollten durch Anführungszeichen begrenzt sein. Ein Hyperlink-Element kann beispielsweise folgendermaßen kodiert werden, wobei „A“ der Elementname ist und das Attribut „href“ das Ziel der Verknüpfung festhält:

```
<A href="zieldokument.html">Linktext<A>
```

¹⁴³ Stets aktuelle Informationen über die verschiedenen Aktivitäten des W3C sowie die gültigen Empfehlungen für HTML finden sich unter der WWW-Adresse <http://www.w3.org>. Dort bietet das World Wide Web Consortium auch einen Überblick über die einzelnen Entwicklungsstufen von HTML, beginnend mit den ersten Vorschlägen von 1989.

Weil HTML eine allgemein einheitliche, nicht erweiterbare Grammatik benutzt, müssen HTML-Dokumente – im Unterschied zu mittels SGML bzw. XML kodierten Inhalten – keine explizite DTD beinhalten oder referieren. Der damit verbundene Vorteil liegt auf der Hand: Hypertext-Autoren können sich bei der logischen Auszeichnung ihrer Dokumente auf ein auf breiter Basis eingeführtes Inventar von Elementtypen stützen. Weiterhin dürfen sie darauf vertrauen, dass jeder Rezipient, der ein den HTML-Standard unterstützendes Anzeigeprogramm nutzt, das Dokument auch dieser Konvention entsprechend angezeigt bekommt. Der syntaktische Aufbau von HTML-Dokumenten folgt grundsätzlich dem folgenden Schema:

<HTML>	Anfang des Dokuments (Root-Element)
<HEAD>	Anfang des Kopfabschnitts (Header)
...	hier stehen das Gesamtdokument klassifizierende Angaben
</HEAD>	Ende des Kopfabschnitts
<BODY>	Anfang des Texttrumpfs (Body)
...	hier steht der eigentliche Dokumenttext
</BODY>	Ende des Texttrumpfs
</HTML>	Ende des Dokuments

Im Zuge der rasanten Verbreitung und Weiterentwicklung des WWW – nicht ohne Grund wird das WWW oft als die eigentliche „Killeranwendung“ im Internet bezeichnet – hat HTML den Status einer Lingua Franca¹⁴⁴ in diesem globalen Netzwerk erobert. Wer im Web publizieren möchte, formatiert seine Dokumente mit HTML. Alternative Formate haben sich, zumindest für online rezipierte Inhalte,¹⁴⁵ nicht etablieren können. Doch gerade dieser umfassende Erfolg sowie die damit verbundene Verwendung von HTML bei der Realisierung unterschiedlichster Typen von Web-Angeboten lassen mittlerweile auch eine Reihe von Schwachstellen offensichtlich werden. Konkret können die Probleme in drei Kategorien eingeteilt werden:

¹⁴⁴ Natürlich nur im übertragenen Sinne, da HTML lediglich ein Werkzeug zur Auszeichnung natürlichsprachlicher Hyperdokumente ist.

¹⁴⁵ Allerdings hat sich beispielsweise für Dokumente, die zunächst heruntergeladen und dann lokal ausgedruckt werden, das PDF-Format eine dominante Position erobert.

4.4.1 Probleme hinsichtlich der Eindeutigkeit

Um den Prozess der Dokument-Erstellung für die Autoren zu erleichtern, die Menge der über das Netz zu transportierenden Informationen zu minimieren, sowie die für eine korrekte Darstellung notwendigen Regeln zu vereinfachen, wurden bei der Entwicklung von HTML signifikante Abstriche in Hinblick auf die SGML-Konformität gemacht. HTML erlaubt zum Beispiel die Verwendung von öffnenden Markierungen („opening tags“) unter Auslassung der zugehörigen schließenden Markierungen („closing tags“). Manche Elementtypen (z.B. Zeilenumbrüche oder Referenzen auf Bilddateien) werden demzufolge nur durch öffnende Tags dargestellt; selbst professionelle Bearbeitungs- und Ansichtsprogramme setzen bzw. erwarten in diesen Fällen keine „Ende“-Tags. Bei anderen Elementtypen wird sich pragmatisch beholfen: Schließt der HTML-Autor in einer Aufzählungsliste ein geöffnetes Listenelement nicht explizit, so interpretiert der Browser den Anfang des nachfolgenden Listenelements gleichzeitig als Ende des vorhergehenden; ähnliches gilt für Tabellenelemente oder auch Absatzmarkierungen.

In der Praxis führt eine solche Vorgehensweise zwangsläufig zu Unstimmigkeiten, wie das Beispiel des „FONT“-Elementtyps¹⁴⁶ demonstriert: Je nachdem, mit welchem Anwendungsprogramm ein HTML-Dokument aufgerufen wird, variiert der Geltungsbereich eines geöffneten „FONT“-Tags. Wird dieses Tag innerhalb einer Tabellenstruktur nicht wieder explizit geschlossen, formatieren manche Browser nachfolgende Tabellen ebenfalls entsprechend der noch als gültig interpretierten Anweisung. Andere Browser gehen abweichend mit der nicht eindeutigen Auszeichnung um und ignorieren die „FONT“-Angaben ganz einfach für weitere Tabellenelemente.

Neben der punktuellen Auslassung von schließenden Markierungen hat sich in HTML-Dokumenten auch die Vorgehensweise der Auslassung kompletter Elemente eingebürgert. Besitzt ein Dokument keinen Kopfabschnitt („Header“) – in dem beispielsweise ein Titel festgelegt werden kann – so wird eben nur der Texttrumpf („Body“) angezeigt. Sogar das von Prinzip und Entstehungsgeschichte der Markup-Sprachen her eigentlich obligatorische Wurzel-Element

¹⁴⁶ Beispielsweise wird durch `` der nachfolgende Text im Ausgabefenster mit der Schriftart Arial formatiert. Seit HTML Version 4.0 wird das „FONT“-Element als veraltet – aber noch zu unterstützend – klassifiziert.

wird mittlerweile von einigen Web-Autoren als optional angesehen. Im Internet lassen sich entsprechend mühelos HTML-Dokumente ohne begrenzende Wurzel-Elemente („Root-Tags“) finden.

Sich wechselseitig überschneidende Elemente sind in HTML zwar weder vorgesehen noch werden sie empfohlen, viele Bearbeitungs- und Anzeigeprogramme erstellen jedoch entsprechende Auszeichnungen ohne Rückmeldung bzw. interpretieren sie im Rahmen des Möglichen.¹⁴⁷ Die Problematik lässt sich anhand des folgenden Beispiels leicht verdeutlichen:¹⁴⁸

```
<I>kursiv <B>und fett</I> markierte</B> Wörter
```

Während einige WWW-Browser diesen Text in der vom Autoren wohl vorgesehenen Art und Weise darstellen (*kursiv und fett markierte* Wörter), führt die Überschneidung bei anderen Anzeigeprogrammen (z.B. Netscape) zu einem zweifelsohne nicht beabsichtigten Ergebnis (*kursiv und fett markierte* Wörter). Ganz offensichtlich entspricht das Beispiel nicht der SGML-Philosophie, trotzdem lässt sich unschwer erkennen, wie eine adäquate und korrekte Auszeichnung auszusehen hätte, die ein -Element korrekt in ein <I>-Element einbettet:

```
<I>kursiv <B>und fett</B></I> <B>markierte</B> Wörter
```

Ebenso effektiv wäre folgende Auszeichnung, mit dem Unterschied, dass hier ein <I>-Element in ein -Element eingebettet wird:

```
<I>kursiv</I> <B><I>und fett</I> markierte</B> Wörter
```

Diese Beispiele für „grammatikalische“ Unsauberheiten durch Element-Auslassungen und Element-Überschneidungen lassen sich gemeinhin tolerieren, sofern es sich um lediglich für das Layout relevante Informationen handelt. In den meisten Fällen wird es die Wissensaufnahme sowie die Navigationsentscheidungen des Anwenders nicht über Gebühr beeinträchtigen, wenn ein einzelner Abschnitt mit abweichender Schriftart oder fehlerhaftem Schrifttyp formatiert wird. Eine vollkommen andere Situation besteht jedoch dann,

¹⁴⁷ Es ist anzunehmen, dass dies auch ein Hauptgrund für die Größe und relative Langsamkeit von Web-Browsern wie Netscape oder Internet Explorer ist.

¹⁴⁸ Die Auszeichnung <I>...</I> bewirkt in HTML die kursive Formatierung des umschlossenen Texts, die Auszeichnung ... veranlasst Fettdruck. Eine solche Auszeichnung entspricht natürlich ebenso wie die Benutzung von „FONT“-Tags nicht dem Konzept des „Generic Markup“, sondern stellt eine rein visuelle Formatierung dar.

wenn die betroffenen Elementtypen zur Kodierung und Klassifizierung von Textstrukturen und -inhalten herangezogen werden. Fehlen die für eine automatische Inhaltserschließung obligatorischen Elemente, so wird die inhaltlich angemessene Nutzung der betroffenen Dokumente enorm beeinträchtigt. Führen sich überschneidende Auszeichnungen zu mehrdeutigen bzw. fehlerhaften Interpretationen, erscheint eine korrekte maschinelle Weiterverarbeitung sogar fast unmöglich.

Das generelle Problem von HTML und HTML-verarbeitenden Systemen ist in diesem Zusammenhang die fehlende obligatorische Validierung von Auszeichnungen. Mangels einheitlicher Strukturprüfungen der auf dem Markt verfügbaren Autorenwerkzeuge während des Erstellens von HTML-Dokumenten gibt es, über das erlaubte Maß an Ungenauigkeiten hinaus, eine offensichtliche Diskrepanz zwischen offiziell noch korrektem, d.h. der W3C-Spezifikation entsprechendem, und in der Praxis von Autoren verwendetem HTML. Web-Browser können damit in den meisten Situationen mehr oder weniger gut umgehen, da sie von ihren Herstellern recht fehlertolerant programmiert werden. Ist jedoch eine logische Prüfung und Weiterverarbeitung der Dokumente zwingend erforderlich, so führen unsaubere Auszeichnungen fast zwangsläufig zu unvorhersehbaren und gravierenden Anwendungsfehlern.

4.4.2 Probleme hinsichtlich der Erweiterbarkeit

Das in seinen Anfängen durchaus wohlgemeinte und für das Internet innovative Konzept der Erfinder von HTML, einen allgemein verbindlichen Standard für die Auszeichnung von Web-Inhalten zu schaffen, stößt im Zuge der zunehmenden Nutzung des WWW für unterschiedlichste Anwendungsgebiete mittlerweile an seine natürlichen Grenzen. Längst wird das Internet nicht mehr nur für den vergleichsweise unkompliziert strukturierten Informationsaustausch innerhalb einer relativ kleinen Forschergemeinde genutzt. Web-basierte Anwendungen sind zu einem unverzichtbaren Hilfsmittel bei der Organisation interner Arbeitsprozesse und Kommunikationsstrukturen in Wirtschafts-, Verwaltungs- und Forschungsunternehmen geworden. Selbst der private „Heimwender“ empfindet es zunehmend als eine Selbstverständlichkeit, die unterschiedlichsten Dienstleistungsangebote online im WWW nutzen zu können.

Unter Zuhilfenahme von Bezeichnungen wie „Workflow-Management“, „E-Commerce“ oder „Electronic Data Interchange (EDI)“ wird das Web spätes-

tens seit Ende der Neunzigerjahre für Anwendungsbereiche erschlossen, bei denen es um die Abbildung vielschichtiger Strukturen und Interaktionsmöglichkeiten geht. Die Bandbreite reicht hier von der Verteilung von Kochrezepten oder dem Anbieten von Veranstaltungskalendern bis hin zum Online-Banking oder dem Stöbern in virtuellen Einkaufsparadiesen.

Web-Dokumente als Benutzeroberflächen solch komplexer Web-Anwendungen werden mehr und mehr automatisch aus verteilten Informationsquellen, sprich relationalen, objekt-relationalen oder objekt-orientierten Datenbanken, erstellt. Solange sich nun die benötigten Informationen mit den Mitteln von HTML darstellen lassen, besteht kein Bedarf an alternativen Lösungen. Werden Web-Dokumente allerdings aus Quellen generiert, die mit HTML nicht kodierbare Informationen über einzelne Dokumentteile enthalten, kommt es unweigerlich zu Informationsverlust.

Zur Verdeutlichung mag die Skizzierung eines verhältnismäßig einfachen Anwendungsbeispiels genügen: In einer juristischen Datenbank liegen fachgerecht erfasst und geordnet eine Reihe von Gesetzen und Verordnungen vor. Die relevanten Makro-Strukturen werden realitätsgerecht durch entsprechende Datenbankstrukturen abgebildet, so dass zu jedem Eintrag jeweils der Gesetzestitel, mehrere weitere klassifizierende Angaben (Rechtsbereich, Gliederungsnummer, Veröffentlichungsdatum etc.), sämtliche Text-Abschnitte, Artikel und Paragraphen mit ihren entsprechenden Nummern und Titeln sowie die zugehörigen Fußnoten und Anlagen abfragbar sind. Wird in dieser Datenbank nun via WWW-Browser recherchiert, müssen für die visuelle Ergebnispräsentation die einzelnen Segmente eines Gesetzes mit den Mitteln von HTML – also unter Ausnutzung der für HTML verfügbaren Element-Tags wie `<H1>` oder `` sowie der für HTML-Dokumente verbindlichen Strukturierungsprinzipien – ausgezeichnet werden. Das mögliche Resultat einer solchen Auszeichnung ist nachfolgend dargestellt:

```
<HTML>
<BODY>
<H1>Gesetz zum Staatsvertrag über Mediendienste</H1>
<B>Vom 27. Juni 1997</B>
<H2>Artikel 1</H2>
<B><I>Zustimmung</I></B><P>
Dem zwischen den Ländern der Bundesrepublik
Deutschland geschlossenen Staatsvertrag über
Mediendienste (Mediendienste-Staatsvertrag)
```

```

vom 20. Januar/12. Februar 1997 wird zugestimmt.
</BODY>
</HTML>

```

Eine solche Dokumentenauszeichnung sagt wenig über die logische Struktur des Gesetzestexts aus und kann lediglich für eine optisch ansprechende Darstellung genutzt werden. Eine sinnvolle maschinelle Weiterverarbeitung – etwa eine simple Abfrage der Art „Gib mir eine Auflistung aller Artikelüberschriften aus dem Gesetzestext“ – ist mit einem solchen Dokument nicht möglich, da die Elemente nicht angemessen charakterisiert sind. Einzelne Artikelüberschriften können mit HTML-Elementtypen eben nicht als Artikelüberschriften, sondern beispielsweise lediglich als kursiv oder in Fettdruck darzustellende Elemente markiert werden.

Die in der zugrunde liegenden Datenbank ursprünglich vorhandenen Informationen lassen sich somit mangels adäquater Tags und Strukturregeln nicht oder nur unzureichend umsetzen. Aussagekräftiger wäre in diesem Fall eine logisch motivierte Auszeichnung, was allerdings notwendigerweise eine gegenstandsbezogene Erweiterung der HTML-Syntax erfordern würde. Sachgerecht und verständlich ausgezeichnet sähe unser Beispiel folgendermaßen aus:

```

<GESETZ>
<TITEL>Gesetz zum Staatsvertrag über Mediendienste</TITEL>
<DATUM>Vom 27. Juni 1997</DATUM>
<GESETZESTEXT>
<ARTIKELNUMMER>Artikel 1</ARTIKELNUMMER>
<ARTIKELÜBERSCHRIFT>Zustimmung</ARTIKELÜBERSCHRIFT>
<ARTIKELTEXT>
Dem zwischen den Ländern der Bundesrepublik
Deutschland geschlossenen Staatsvertrag über
Mediendienste (Mediendienste-Staatsvertrag)
vom 20. Januar/12. Februar 1997 wird zugestimmt.
</ARTIKELTEXT>
</GESETZESTEXT>
</GESETZ>

```

Es ist leicht einzusehen, dass sich bei komplexeren – und bezüglich der Datensicherheit sensibleren – Anwendungsgebieten die ausschließliche Verwendung von HTML-Auszeichnungen als absolut ungenügend erweisen muss. Die Diversifikation im Bereich anspruchsvoller Web-Angebote erfordert zwangsläufig eine flexible Anpassung der verfügbaren Markup-Möglichkeiten.

4.4.3 Medien- und anwendungsspezifische Ergänzungen

Die Verwendung von HTML als Auszeichnungssprache für inhaltlich und strukturell höchst unterschiedliche Web-Angebote, die im Zuge der wachsenden Internet-Popularität auch immer neue Zielgruppen ansprechen sollen, hat sukzessive zu immer neuen, die visuellen Möglichkeiten erweiternden Ergänzungen des ursprünglichen Standards geführt. Die Nachfrage nach exakt gestalteten Layouts und dynamischen Elementen förderte die Integration einer Reihe neuer Element- und Attributtypen sowie die immer engere Verzahnung mit Programmier- und Skriptsprachen. Ein Nebeneffekt dieser Erweiterungen offenbart sich nun in einer zumindest partiellen Aufhebung der ursprünglich mit dieser Markup-Sprache angestrebten Trennung von Form und Inhalt. HTML-Elementtypen, die im Prinzip für eine logische Strukturierung von Hyperdokumenten vorgesehen waren, haben sich seit der Ergänzung um Layout-spezifische Attribute (hier ist beispielsweise das „STYLE“-Attribut angesprochen) zu primär das äußere Erscheinungsbild prägenden Auszeichnungshilfen entwickelt. Weiterhin verwenden insbesondere aus dem Werbe- und Grafik-Umfeld stammende Web-„Designer“ mangels alternativer Möglichkeiten Strukturelemente wie Tabellen oder Paragraphen als Positionierungsmittel. Auf diese Weise erzeugen sie Marginalspalten, mehrspaltige Webseiten sowie übersichtliche Eingabeformulare – oder kodieren sogar textuelle Inhalte direkt in einer pixelgenau gestalteten Bilddatei, die dann allerdings für rein textbasierte Browser oder Suchmaschinen kaum noch auswertbar ist.

Dem offenkundigen Bedarf an gestalterischen Möglichkeiten wurde in den frühen Jahren des WWW zunächst durch entsprechende mehr oder weniger angemessene und erfolgreiche HTML-Elementtypen begegnet. In diesem Zusammenhang sei exemplarisch auf das bereits angesprochene „FONT“-Element oder auch das von Netscape im Alleingang eingeführte „BLINK“-Element¹⁴⁹ verwiesen. Seit seiner Gründung im Jahre 1994 propagiert dagegen das W3C den Einsatz so genannter „Stylesheet“-Technologien als Alternative zur un-

¹⁴⁹ Gerade dieser mittlerweile kaum noch anzutreffende Elementtyp taucht in vielen Styleguides immer wieder als Paradebeispiel für schlechtes Markup auf; vgl. z.B. Nielsen (1997c). Die Auszeichnung von Textpassagen mit Hilfe von „BLINK“-Elementen bewegt den Netscape-Browser – und eben nur diesen – dazu, den eingerahmten Text permanent blinkend darzustellen. Verständlicherweise trugen dann auch abgesehen von der mangelnden inhaltlichen Rechtfertigung insbesondere ergonomische Gründe zum letztlich Misserfolg dieser proprietären Erweiterung bei.

mittelbaren Layout-Formatierung innerhalb des HTML-Quelltexts. *Cascading Stylesheets (CSS)* übernehmen hier die Aufgabe, getrennt vom eigentlichen logischen Markup sämtliche notwendigen Formatangaben bereitzustellen, und zwar einheitlich für ein gesamtes Dokument bzw. für Gruppen von Dokumenten. Hierzu zählen beispielsweise Festlegungen hinsichtlich des Schriftbilds sowie Richtlinien zu Seitenrändern, Texteinzügen oder Textspalten. Das folgende einfache Beispiel veranschaulicht die Arbeitsweise mit CSS. In diesem Beispiel wird für Textabsätze (markiert mit Hilfe des HTML-Elements „P“) festgelegt, dass sämtlicher Text in der Schriftart Arial, mit einer Schriftgröße von 12 Punkten sowie in schwarzer Farbe dargestellt werden soll. Weiterhin wird ein Abstand von 15 Punkten vor jedem Absatz eingefügt. In Abweichung zu dieser Vorgabe sollen Hyperlink-Anker (markiert mit Hilfe des HTML-Elements „A“) innerhalb eines Absatzes in Fettschrift und blauer Farbe formatiert werden:

```
<STYLE TYPE="text/css">
  P {font-family: Arial; font-size:12pt;
     color:black; margin-top:15pt}
  P, A {font-family: Arial; font-size:12pt;
        color:blue; font-weight:bold}
</STYLE>
```

Stylesheet-Anweisungen („processing instructions“) können entweder an zentraler Stelle innerhalb eines HTML-Dokuments verankert oder aber in einer separaten Datei gesammelt und im Kopfbereich des HTML-Dokuments referenziert werden. Neben der oben beschriebenen Zuordnung von Layout-Anweisungen zu einzelnen HTML-Elementen („target elements“) darf ein Autor auch beliebige Klassen („target classes“) mit eigenständigen Layout-Vorgaben definieren, denen sich dann wiederum mehrere unterschiedliche Elemente zuweisen lassen. Da diese Zuweisungen innerhalb eines Dokuments flexibel gehandhabt werden können, bietet sich der Einsatz von CSS-Klassen insbesondere bei dynamischen Hypertextknoten an, die beispielsweise zur Laufzeit auf Aktionen des Benutzers mit einer veränderten Darstellung der Inhalte reagieren sollen.¹⁵⁰ CSS müssen sich nicht auf die Verwendung einer kleinen Menge vorgegebener Formatoptionen beschränken und erweitern dadurch das Layout-Potenzial von HTML-Anwendungen beträchtlich.

¹⁵⁰ Zu den detaillierten Verfahrensweisen siehe z.B. Lie et al. (1999), Lindhorst (2001), Meyer (2000), Nielsen (1997c) sowie <http://www.w3.org/Style/CSS/>.

Cascading stylesheets are an elegantly designed extension to the Web and one of the greatest hopes for recapturing the Web's ideal of separation of presentation and content. The Web is the ultimate cross-platform system, and your content will be presented on such a huge variety of devices that pages should specify the meaning of the information and leave presentation details to a merger (or „cascade“) of site-specified stylesheets and the user's preferences. (Nielsen, 1997b)

Stylesheets stellen also prinzipiell eine leistungsfähige Option dar, um die Trennung von Form und Inhalt auch für HTML weitestgehend umsetzbar zu machen, ohne dabei auf professionelles Layout verzichten zu müssen. Das W3C empfiehlt den Einsatz dieser Technik für „einfache“ Websites ebenso wie für HTML-basiertes Content-Management. Doch aller diesbezüglichen Anstrengungen zum Trotz werden HTML-Elemente aufgrund ihres bereits eingeführten Layout-Potenzials von zahlreichen Web-Entwicklern wohl auch in Zukunft dazu verwendet werden, Dokumente sowohl rudimentär zu strukturieren als auch unmittelbar mit speziellen Formatangaben anzureichern.

Begleitet wird diese Tendenz durch die bereits angesprochene fortschreitende Integration dynamischer Effekte bei der Gestaltung von Web-Dokumenten. DHTML, kurz für „Dynamic HTML“, hat seit ungefähr 1997 Einzug in das Repertoire von Web-Designern gehalten und ist in der Folgezeit sogar Stück um Stück in die Spezifikation von HTML aufgenommen worden. Dabei ist DHTML, auch wenn der Name es zunächst suggeriert, keine neue Markup-Sprache. Realistisch betrachtet dient es eher als strategischer Marketing-Slogan, mit dem die Anreicherung von vormals rein statischen Webdokumenten um dynamische und interaktive Funktionalitäten umschrieben wird. Konkret geht es hierbei darum, dass den Web-Autoren durch die Einbindung kurzer Programm-Skripte die Möglichkeit eröffnet werden soll, Web-Dokumente mit optisch manipulierbaren Inhalten zu erstellen. Dazu zählen unter anderem die Optionen, bestimmte Textpassagen auf einen Mausklick hin besonders hervorzuheben¹⁵¹ oder aber einzelne Elemente nach dem Ladevorgang im Browser zu verschieben bzw. ein- und auszublenden. Grundsätzlich soll mit DHTML also einem nachvollziehbaren Bedürfnis aus dem Umfeld der professionellen Layoutgestaltung begegnet werden, namentlich dem von Web-Designern

¹⁵¹ Erstrebenswert wäre dabei der Einsatz von CSS. Allerdings ist gerade hier ein verstärktes Ausweichen auf mehr oder weniger angemessene (Um-)wege und der direkte Rückgriff auf formatierende HTML-Elemente zu beobachten.

beklagten Mangel an Möglichkeiten zur absoluten, pixelgenauen Positionierung in Web-Dokumenten – obwohl sich gerade dieser Mangel, wie schon beschrieben, aus struktureller Sicht als begrüßenswerte Eigenschaft ansehen lässt. Die Positionierung basiert dabei auf einem dreidimensionalen Koordinatensystem und der Angabe von speziellen Positions-Attributen für einzelne HTML-Elemente. Mit Hilfe prozeduraler Anweisungen lassen sich diese Attribute gezielt ändern und die visuelle Anzeige der Elemente entsprechend manipulieren.¹⁵²

Der Bereich der für das dynamische Online-Publizieren verfügbaren Skriptsprachen bietet im Übrigen reichlich Anschauungsmaterial dafür, wie proprietäre Erweiterungen einzelner Web-Protagonisten auf Kosten der Nutzerfreundlichkeit und Programmier-Effizienz gehen können. Trotz aller Standardisierungsbemühungen von Seiten des W3C hat sich hier nämlich die Befürchtung bestätigt, dass ähnlich wie schon bei der unterschiedlichen Interpretation von HTML die marktführenden Browser-Hersteller ihr Publikum mit zueinander inkompatiblen Erweiterungen konfrontieren – ein weiteres Kapitel im seit Mitte der neunziger Jahre beobachtbaren „Browserkrieg“ zwischen Netscape und Microsoft.¹⁵³ Die für dynamische Erweiterungen einsetzbare Skriptsprache von Netscape heißt *JavaScript*; Microsoft implementierte im Internet Explorer eine in einzelnen Details abweichende Version unter der Bezeichnung *JScript*. Parallel dazu bietet Microsoft für Windows-Systeme allerdings noch eine zweite, auf Visual Basic basierende Makrosprache namens *VBScript* an. In Sachen Element-Positionierung wiederum setzte Netscape lange Zeit – genauer gesagt bis zum Verkauf der Firma an AOL und der bald darauf folgenden teilweisen Überführung in ein Open Source-Projekt im Jahre 1998 – auf eine zu sämtlichen W3C-Standards inkompatible „Layer“-Lösung mit übereinander schachtelbaren Ebenen. Fazit: Autoren und Entwickler, denen es um das

¹⁵² Einen kompakten Einblick in die Thematik sowie Verweise auf weiterführende Literatur zu DHTML bietet z.B. Ayesch (2000).

¹⁵³ Wobei dieser Wettstreit um die Marktführerschaft und damit Einfluss auf die Weiterentwicklung des WWW zumindest in dieser Disziplin zwischenzeitlich eindeutig zugunsten von Microsoft entschieden scheint. In den Jahren 2000 und 2001 erreichte der Internet Explorer einen weltweiten Marktanteil von weit über 80 Prozent vor Netscape mit ungefähr 15 Prozent. Eine Anfang 2002 vorgelegte Studie ergab für Deutschland gar ein Verhältnis von 87 zu 12 Prozent; vgl. <http://www.w3b.de>. Internet-Statistiken und Analysen zu diesem Thema finden sich für den deutschsprachigen Raum auch unter <http://www.webhits.de/deutsch/index.shtml?/deutsch/webstats.html>.

Ansprechen der gesamten Internet-Gemeinde geht und die dabei auf bestimmte dynamische Funktionalitäten nicht verzichten möchten, müssen konsequenterweise mehrere parallele Versionen programmieren und publizieren.

4.5 Flexible strukturelle Auszeichnung mit XML

Während mit HTML prinzipiell ein durchaus angemessenes Hilfsmittel für das Publizieren von rudimentär strukturierten Hypertexten im WWW zur Verfügung steht, benötigen professionelle Web-Anwendungen, die auch mit komplexen Informationsstrukturen effektiv umgehen können sollen, eine leistungsstärkere Alternative. Die Anforderungen an eine solche alternative Auszeichnungssprache sind in erster Linie Inhaltsorientierung, Erweiterbarkeit, Plattformunabhängigkeit sowie Zuverlässigkeit. Diese Grundsätze werden zwar allesamt von der bereits seit Jahren eingeführten Meta-Auszeichnungssprache SGML¹⁵⁴ bzw. deren Anwendungen erfüllt, allerdings wird SGML gemeinhin als zu umfangreich, überladen und somit für den Bereich des Internet-Publishing ungeeignet angesehen.

Zur Verdeutlichung dieser Komplexität kann die Behandlung „beweglicher Bestandteile“ („floating material“) in SGML-Texten angeführt werden. Da solche Bestandteile – Kommentare und Fußnoten sind ein treffendes Beispiel hierfür – in Dokumenten prinzipiell an beliebiger Stelle auftreten können sollen, wurden die syntaktischen Möglichkeiten von SGML um das Konzept der Inklusionen und Exklusionen erweitert. Diese Erweiterungen stellen Ausnahmen in strukturorientierten Beschreibungsgrammatiken dar und ermöglichen das Anlegen von Fußnoten in unterschiedlichen Textsegmenten, ohne die Strukturbeschreibung in der DTD übermäßig komplex werden zu lassen. Durch eine Inklusion wie `<!ELEMENT absatz - - (#PCDATA) +(fußnote)>` wird das Einfügen von Fußnoten innerhalb eines Absatz-Elements erlaubt. Im Gegensatz dazu untersagt die Exklusion `<!ELEMENT fußnote - - (#PCDATA) -(ueberschrift|fußnote)>` das Einfügen einer Fußnote in eine Überschrift oder eine andere Fußnote. Natürlich erschweren und verlangsamen solche Ausnahmen in Strukturbeschreibungen die Funktion von validierenden Parsern und

¹⁵⁴ Siehe hierzu Abschnitt 4.2.

sind somit ein Hindernis für ein dem Medium WWW angemessenes Laufzeitverhalten.

Vor diesem Hintergrund ist die Entwicklung der *Extensible Markup Language (XML)* zu sehen, die auf der Grundlage von SGML von einer Arbeitsgruppe des W3C erarbeitet und deren Grundzüge erstmals im Rahmen der SGML Konferenz 1996 in Boston vorgestellt wurden. Von Beginn an lag das Hauptaugenmerk der Beteiligten einerseits auf der Beibehaltung der grundlegenden Merkmale von SGML, andererseits auf der Reduzierung der weniger benutzten und für den Einsatz im WWW nicht unbedingt notwendigen Bestandteile auf ein Minimum. Gerne zitiert wird der Anspruch der XML-Entwickler, mit nur 20 Prozent der Komplexität von SGML ungefähr 80 Prozent der ursprünglichen Leistungsfähigkeit erreichen zu können. Das Ergebnis dieser Ambition lässt sich bereits am Umfang der XML-Spezifikation ablesen, die mit 30 Seiten wesentlich weniger umfangreich als die 500 Seiten starke SGML-Spezifikation ausfällt. Um zu gewährleisten, dass XML eine echte Teilmenge von SGML darstellt und demzufolge für die Bearbeitung von XML-Dokumenten bereits etablierte SGML-Systeme herangezogen werden können, wurde die SGML-Spezifikation entsprechend erweitert. Ein zusätzlicher Anhang führt nachträglich die neuen Eigenschaften von XML unter der Bezeichnung WebSGML auch für SGML ein.

Damit Benutzer rund um den Globus erreicht werden können, müssen Angebote im Internet mit den unterschiedlichsten Landessprachen und Zeichensätzen umgehen und diese angemessen interpretieren und darstellen. Den Bedürfnissen des multilingualen Publikationsmediums WWW entsprechend unterstützt XML für die Speicherung von Schriftzeichen den umfangreichen Unicode-Standard.¹⁵⁵ Unicode verwendet, im Gegensatz zu dem bereits seit Ende der sechziger Jahre etablierten Kodierungsverfahren 7-Bit-ASCII bzw. dessen 8-Bit-Erweiterung von 1986, ein 16 Bit großes Muster für jedes einzelne Zeichen. Auf diese Weise können bis zu 2^{16} , also 65.536 verschiedene Schriftzeichen dargestellt werden. Die Unicode-Codetabelle bietet damit ausreichend Platz sowohl für sämtliche Buchstaben und Symbole der bekannten Alphabetschriften wie auch für fernöstliche (z.B. chinesische, japanische und koreanische) Silben- und Wortzeichen.

¹⁵⁵ Unicode wurde als ISO/IEC Standard 10646 definiert, weitere Informationen finden sich z.B. unter <http://www.unicode.org>. Vgl. auch Zimmer (2000, S. 120ff.).

Ende 1997 wurde auf der SGML/XML Konferenz in Washington, D.C. eine erste Version des XML-Standards verabschiedet und im Februar 1998 als offizielle Empfehlung des W3C veröffentlicht.¹⁵⁶ Im Rahmen dieser Arbeiten formulierte das W3C auch die Anforderungen an künftige XML-Prozessoren, also an spezielle Programme, die den gezielten lesenden Zugriff auf einzelne Inhaltsbestandteile von XML-Dokumenten ermöglichen. Weiterhin wurde unter dem Namen *XML Document Object Model (DOM)* eine wohldefinierte Schnittstelle für Anwendungsprogramme (*Application Programming Interface* oder kurz *API*) geschaffen. Das XML DOM stellt eine gegliederte monohierarchische Baumstruktur der Bestandteile eines XML-Dokuments dar und hält eine Reihe von Funktionen für die Manipulation dieser Strukturen bereit.¹⁵⁷

4.5.1 Individuelle Elemente in XML

Ebenso wie SGML ist auch XML eine Meta-Markupsprache, mit deren Hilfe sich anwendungsspezifisch eine beliebige Menge von Vokabularien mit frei benennbaren Auszeichnungselementen (Elementtypen) sowie deren Hierarchien für einzelne Dokumente definieren lassen. Einzeldokumente werden in diesem Kontext auch als „Instanzen“¹⁵⁸ bezeichnet. Eine solche Element-Definition erfolgt, analog zu der schon von SGML her bekannten Vorgehensweise, durch das formale Regelwerk einer *Document Type Definition (DTD)*. In einer DTD wird das Markup-Vokabular für eine Klasse von Dokumenten festgelegt. Da diese Festlegungen nicht inhaltlicher Bestandteil einer Instanz sind, sondern als deren logisches Fundament dienen, werden sie gemeinhin in einer externen Datei abgelegt und im Kopfbereich des Dokuments lediglich referenziert.¹⁵⁹

¹⁵⁶ Siehe dazu <http://www.w3.org/XML/>; hier finden sich neben Einführungen, Anleitungen, Beispielen und einer XML-Historie auch die in der *Extended Backus-Naur Form (EBNF)* abgelegte offizielle XML-Referenz.

¹⁵⁷ Eine beispielhafte Anwendung beschreibt z.B. Homer (1999, S. 183ff.).

¹⁵⁸ SGML- und XML-Instanzen lassen sich als logische, modularisierbare Einheiten auffassen, die physikalisch im Einzelfall also durchaus aus mehreren miteinander verbundenen Einzeldateien bestehen können.

¹⁵⁹ Prinzipiell ist auch ein direktes Einfügen der Regeln in den Kopfbereich unter Verwendung des „DOCTYPE“-Elements möglich. Diese Vorgehensweise verkompliziert allerdings die Bearbeitung mehrerer Instanzen mit einer gemeinsamen DTD.

Speziell für XML wurde die Unterscheidung zwischen „wohlgeformten“ und „gültigen“ Dokument-Instanzen eingeführt.¹⁶⁰ Damit ein XML-Dokument als wohlgeformt angesehen werden kann, muss es aus genau einem Wurzelement sowie beliebig vielen eingebetteten Elementen bestehen. Weiterhin müssen die einzelnen Elemente korrekt ineinander verschachtelt sein, es darf also keinerlei Element-Überschneidungen geben. Auch leere Elemente müssen explizit durch ein „Ende“-Tag geschlossen werden; alternativ kann ein Schrägstrich vor der schließenden spitzen Klammer des „Start“-Tags verwendet werden. Ein gültiges XML-Dokument wird dadurch klassifiziert, dass die Anordnung der enthaltenen Elemente über die prinzipielle Wohlgeformtheit hinaus zusätzlich den Strukturregeln einer DTD gehorcht. Die diesbezügliche Überprüfung von Instanzen wird durch einen entsprechenden Parser übernommen. Anwendungen können auf diese Weise also Dokumente eindeutig auf strukturelle Integrität hin kontrollieren.

Jedes gültige XML-Dokument sollte entsprechend des nachfolgend dargestellten Beispiel-Gerüsts aufgebaut sein, wobei Schachtelung und Benennung der Markup-Elemente selbstverständlich variabel sind. Zu beachten ist, dass der in der zweiten Zeile formulierte Verweis auf eine externe DTD entfallen kann, da XML ja im Gegensatz zu SGML auch mit wohlgeformten Dokumenten ohne explizit angegebene Strukturbeschreibung umgehen kann:

<code><?xml version="1.0"?></code>	XML-Deklaration
<code><!DOCTYPE dok SYSTEM "dok.dtd"></code>	Dokumenttyp
<code><DOK></code>	Wurzelement
<code><TITEL></code>	
Hier steht der Dokumenten-Titel.	
<code></TITEL></code>	
<code><EINLEITUNG></code>	
Hier steht eine Einleitung.	
<code></EINLEITUNG></code>	
<code><HAUPTTEIL></code>	
<code><ABSATZ></code>	
...	weitere Schachtelungen
<code></ABSATZ></code>	
<code></HAUPTTEIL></code>	
<code></DOK></code>	

¹⁶⁰ Die englischen Fachausdrücke hierfür lauten „fully-tagged“ bzw. „valid“.

Das hier präsentierte Dokument mit dem Wurzelement <DOK> lässt sich strukturell als Abfolge aus Titel, Einleitung und Hauptteil beschreiben, wobei wir festlegen wollen, dass die Einleitung im Einzelfall auch weggelassen werden könnte. Der Hauptteil soll aus mindestens einem oder auch mehreren Absätzen bestehen, welche sowohl Text als auch Bildelemente in beliebiger Anzahl und Reihenfolge beinhalten oder auch leer bleiben dürfen.

Mehrere grundlegende Konventionen für XML-DTDs werden dabei bereits deutlich, beispielsweise die Verkettung von zwingend sequenziell angeordneten Elementen durch Kommata. „Oder“-Relationen werden mit Hilfe eines durchbrochenen senkrechten Strichs gekennzeichnet. Optionale Elemente sind durch ein Fragezeichen markiert. Obligatorische und gleichzeitig mehrfach nacheinander auftretende Elemente (also ein- oder mehrmaliges Auftreten) erhalten ein Pluszeichen, während nicht-obligatorische Wiederholungen (also kein oder mehrfaches Vorkommen) durch einen Stern ermöglicht werden. Eine rudimentäre DTD für dieses Dokument sähe folgendermaßen aus; ggf. ergänzt um weitere im Hauptteil verschachtelte Elemente:¹⁶¹

```
<!ELEMENT DOK (TITEL, EINLEITUNG?, HAUPTTEIL)>
<!ELEMENT TITEL (#PCDATA)>
<!ELEMENT EINLEITUNG (#PCDATA)>
<!ELEMENT HAUPTTEIL (ABSATZ+)>
<!ELEMENT ABSATZ (#PCDATA|BILD)*>
<!ELEMENT BILD (#PCDATA)>
<!ATTLIST BILD datei CDATA #REQUIRED>
```

Als Alternativkonzept und potenzielle Nachfolgetechnik zu Document Type Definitions wurde Ende der neunziger Jahre das Konzept der XML-Schemata für die Beschreibung von Klassen zusammengehöriger XML-Dokumente eingeführt. XML-Schemata unterscheiden sich bereits auf den ersten Blick von DTDs durch die Verwendung des XML-Formats, sind also selbst wohlgeformte XML-Dokumente und lassen sich mit entsprechenden Software-Werkzeugen verwalten.

¹⁶¹ Als verständnisförderndes Beispiel mag dies genügen; der interessierte Praktiker sei auf weiterführende Literatur wie z.B. Behme/Mintert (2000) oder Harold/Means (2001) sowie auf Abschnitt 8.4 verwiesen. Auf die Verwendung von Element-Attributen wie dem „datei“-Attribut des Bildelements, welches auf eine externe Bilddatei verweist, wird weiter unten in Abschnitt 4.5.2 eingegangen.

Über diese prinzipielle Innovation hinaus räumen sie auch mit der für DTDs obligatorischen Beschränkung auf eine recht kleine Anzahl erlaubter Datentypen auf. XML-Schemata unterstützen neben textuellen Datentypen beispielsweise auch Boolesche-, Integer- sowie Dezimalwerte. Weiterhin lassen sich benutzerdefinierte Datentypen – auch „Archetypen“ genannt – anlegen. Durch die damit mögliche präzise Definition von Inhalten werden nicht nur spätere Konvertierungsarbeiten erleichtert, sondern allgemein die Verarbeitung von XML-Instanzen mit Hilfe beliebiger Programmiersprachen gefördert, da letztere in den meisten Fällen auf eine detaillierte und korrekte Festlegung von Eingabewerten angewiesen sind.

Die mit der Konzeption von XML-Schemata einhergehenden Neuerungen erlauben folglich insgesamt eine effektivere Nutzung von XML-Inhalten und fördern die Integration in bestehende und geplante Lösungen.¹⁶² Für verschiedenartige Einsatzgebiete wird dabei teilweise auf angepasste Schemata zurückgegriffen. Zur Zeit existieren eine Vielzahl graduell divergierender XML-Schema-Varianten parallel nebeneinander, welche oft von interessierten Software-Unternehmen gefördert und propagiert werden. In unserem nachfolgenden Beispiel verwenden wir den unter der Bezeichnung XDR (kurz für „XML Data Reduced“) bekannten Dialekt der Firma Microsoft. Eine Schema-Variante der obenstehenden DTD würde dabei folgendermaßen aussehen:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Schema name="dok.xdr"
  xmlns="urn:schemas-microsoft-com:xml-data"
  xmlns:dt="urn:schemas-microsoft-com:datatypes">
  <ElementType name="DOK" content="eltOnly"
    order="seq" model="closed">
    <element type="TITEL"/>
    <element type="EINLEITUNG" minOccurs="0"
      maxOccurs="1"/>
    <element type="HAUPTTEIL"/>
  </ElementType>
  <ElementType name="TITEL" content="textOnly"
    model="closed"/>
  <ElementType name="EINLEITUNG"
    content="textOnly" model="closed"/>
```

¹⁶² Siehe hierzu z.B. Duckett et al. (2001) sowie die Arbeitsberichte und Standards des W3C unter <http://www.w3.org/XML/Schema>.

```

<ElementType name="HAUPTTEIL" content="eltOnly"
  order="seq" model="closed">
  <element type="ABSATZ" minOccurs="1"
    maxOccurs="*" />
</ElementType>
<ElementType name="ABSATZ" content="mixed"
  order="many" model="closed">
  <element type="BILD" />
</ElementType>
<ElementType name="BILD" content="textOnly"
  model="closed">
  <AttributeType name="datei" dt:type="string"
    required="yes" />
  <attribute type="datei" />
</ElementType>
</Schema>

```

XML stellt also insgesamt ein grundlegendes Rüstzeug zur Verfügung, um passende Vokabularien für unterschiedlichste Einsatzgebiete zu formulieren. Entwickler können Elementtypen und Strukturen festlegen, die sich an den individuellen Erfordernissen einzelner Projekte orientieren. Doch darüber hinaus ergeben sich im praktischen Einsatz oft weitergehende Anforderungen. Wie können beispielsweise derart maßgeschneiderte Vokabularien miteinander verbunden werden, damit nicht im Rahmen eines jeden Einzelprojekts „das Rad neu erfunden“ werden muss? Wie können sich XML-Anwender bereits existierende Strukturmodelle zunutze machen?

Diese Problematik lässt sich leicht anhand eines einfachen Beispiels aus der publizistischen Praxis veranschaulichen: Innerhalb eines Verlagshauses werden Fachartikel gemäß der oben definierten Struktur erstellt und verwaltet. Darüber hinaus wird eine Namensliste der mit dem Haus assoziierten Autoren unterhalten, welche folgendermaßen aussieht:¹⁶³

```

<?xml version="1.0"?>
<AUTORENLISTE>

```

¹⁶³ An dieser Stelle könnte selbstverständlich beanstandet werden, dass sich solche Listen prinzipiell wohl effektiver mit Hilfe von (relationalen) Datenbanken verwalten ließen. Obschon berechtigt, soll diese Frage hier nicht vertieft werden; zum Verständnis des in diesem Abschnitt angesprochenen Sachverhalts erfüllt unser Beispiel seinen Zweck.

```

<AUTOR>
  <ANREDE>Frau</ANREDE>
  <TITEL>Dr.</TITEL>
  <VORNAME>Renate</VORNAME>
  <NACHNAME>McLuhan</NACHNAME>
</AUTOR>
<AUTOR>
  <ANREDE>Herr</ANREDE>
  <TITEL>Prof.</TITEL>
  <VORNAME>Karl Friedrich</VORNAME>
  <NACHNAME>Luhmann</NACHNAME>
</AUTOR>
</AUTORENLISTE>

```

Sollen nun aus Anlass einer neuen Publikation diese verteilten Informationen zusammengeführt – also zum Beispiel die jeweiligen Autorenangaben am Anfang eines Dokuments eingefügt – werden, offenbart sich folgende Problematik: Da der Elementtyp <TITEL> in den Vokabularien beider Dokumenttypen auftritt, kommt es zwangsläufig zu einem Namenskonflikt. Das aus der Kombination entstandene Zieldokument (im beschriebenen Fall hat es zwei Autoren) beinhaltet mehrere identisch benannte Elemente, die allerdings jeweils unterschiedliche Bedeutungen besitzen. Die Dokumentstruktur ist somit nicht mehr eindeutig interpretierbar: Das <TITEL>-Element markiert einerseits den Dokumententitel und darüber hinaus auch die akademischen Titel der Autoren. Das kombinierte XML-Dokument sähe folgendermaßen aus:

```

<?xml version="1.0"?>
<DOK>
  <AUTORENLISTE>
    <AUTOR>
      <ANREDE>Frau</ANREDE>
      <TITEL>Dr.</TITEL>
      <VORNAME>Renate</VORNAME>
      <NACHNAME>McLuhan</NACHNAME>
    </AUTOR>
    <AUTOR>
      <ANREDE>Herr</ANREDE>
      <TITEL>Prof.</TITEL>
      <VORNAME>Karl Friedrich</VORNAME>
      <NACHNAME>Luhmann</NACHNAME>
    </AUTOR>
  </AUTORENLISTE>

```

```

<TITEL>
Hier steht der Dokumenten-Titel.
</TITEL>
<EINLEITUNG>
Hier steht eine Einleitung.
</EINLEITUNG>
<HAUPTTEIL>
  <ABSATZ>
  ...
  </ABSATZ>
</HAUPTTEIL>
</DOK>

```

Um mit solchen Situationen angemessen umgehen zu können, wurde das Prinzip der Namensräume („namespaces“)¹⁶⁴ eingeführt. Die Zielsetzung bestand darin, gleichnamige Elemente aus unterschiedlichen XML-Vokabularien unterscheidbar zu machen und damit deren gemeinsamen Einsatz in Dokument-Instanzen zu ermöglichen. Um dies zu erreichen, wird bei der Auszeichnung mehrdeutiger Elemente das *xmlns*-Attribut verwendet. Der Inhalt dieses Attributes verweist auf eine Internet-Adresse, unter der eine Dokumentation der betreffenden Elemente zu finden sein sollte. Das bedeutet nicht, dass dort eine für XML-Parser lesbare syntaktische Definition vorhanden sein sollte, wohl aber dass die identisch benannten Elemente unterscheidbar und somit eindeutig interpretierbar werden.

Eine gültige Version unseres Beispiels würde zunächst einen standardmäßigen, dokumentweit gültigen Namespace festlegen und für die Elementtypen aus der Autorenliste einen zweiten Namensraum referenzieren. Einmal eingeführt, kann diese Referenz unter Zuhilfenahme eines Präfixes (hier: *autor*) erfolgen:

```

<?xml version="1.0"?>
<DOK xmlns="http://www.meinverlag.de/Publikationen">
  <autor:AUTORENLISTE
  xmlns:autor="http://www.meinverlag.de/Autoren">
    <autor:AUTOR>
      <autor:ANREDE>Frau</autor:ANREDE>
      <autor:TITEL>Dr.</autor:TITEL>

```

¹⁶⁴ Das Konzept der XML-Namespace wurde im Januar 1999 als eine Empfehlung des W3C verabschiedet und hat sich seitdem auf breiter Linie durchgesetzt. Die Referenzdokumentation findet sich unter <http://www.w3.org/TR/REC-xml-names/>.

```

<autor:VORNAME>Renate</autor:VORNAME>
<autor:NACHNAME>McLuhan</autor:NACHNAME>
</autor:AUTOR>
<autor:AUTOR>
<autor:ANREDE>Herr</autor:ANREDE>
<autor:TITEL>Prof.</autor:TITEL>
<autor:VORNAME>Karl Friedrich</autor:VORNAME>
<autor:NACHNAME>Luhmann</autor:NACHNAME>
</autor:AUTOR>
</autor:AUTORENLISTE>
<TITEL>
Hier steht der Dokumenten-Titel.
</TITEL>
<EINLEITUNG>
Hier steht eine Einleitung.
</EINLEITUNG>
<HAUPTTEIL>
<ABSATZ>
...
</ABSATZ>
</HAUPTTEIL>
</DOK>

```

4.5.2 Element-Attribute in XML

Ergänzend zur anwendungsspezifischen Verwendung von Elementtypen erlaubt XML auch die Definition beliebiger Element-Attribute und auf diese Weise eine Anreicherung einzelner Dokumentsegmente um für das jeweilige Segment spezifische Angaben. Schon HTML sieht zwar als ursprünglich auf SGML basierende Anwendung den Einsatz solcher Attribute grundsätzlich vor, in der Praxis dienen die standardisierten HTML-Attribute jedoch zumeist der Festlegung von Layout-Informationen. Als prominentes Beispiel sei hier das „STYLE“-Attribut genannt, welches auf beinahe jedes HTML-Element angewandt werden kann und festlegt, in welcher Schriftart, Schriftgröße oder Farbe der Inhalt des betreffenden Textelements in einem Web-Browser angezeigt werden soll. Eine weitergehende inhaltliche Kennzeichnung der Elemente findet dadurch jedoch nicht statt.

Auch die Mehrzahl der übrigen für HTML-Elementtypen vorgegebenen Attribute dienen nicht der detaillierten Charakterisierung von Element-Inhalten.

Die Bandbreite reicht von offensichtlich layoutorientierten Angaben¹⁶⁵ über Benutzeraktionen abfangende Zusätze¹⁶⁶ bis hin zu Informationen, die externe Objekte wie etwa Java-Applets¹⁶⁷ beschreiben. Die inhaltlichen Möglichkeiten sind verhältnismäßig gering: Als einzige in diesem Kontext relevanten Attribute können „TITLE“ (zur Festlegung eines Element-Titels) und „CITE“ (zur Referenz auf eine externe Quelle) genannt werden. Der Einsatzbereich des letztgenannten Attributs ist im Übrigen auf Zitate (also die beiden Elementtypen „BLOCKQUOTE“ und „Q“) sowie die gemeinhin kaum genutzten Elementtypen „DEL“ und „INS“ beschränkt.

Auf der Basis von XML entwickelte, offene Markup-Sprachen erlauben dagegen eine beliebige Definition und darauf basierend die effektive Weiterverarbeitung von Element-Attributen. Zur Demonstration der damit verbundenen Möglichkeiten kann auf den bereits in Abschnitt 4.4.2 angesprochenen Fall der Aufbereitung eines von einer Online-Datenbank verwalteten Gesetzestextes zurückgegriffen werden.

Das nachfolgende XML-Beispiel illustriert eine zweckmäßige Verfeinerung der bisher durchgeführten logischen Auszeichnungen mit Hilfe zusätzlicher Element-Attribute. Die für unser Beispiel definierten Attribute („id“, „rechtsbereich“, „gliederungsnr“, „sprache“ sowie „formal“, „typ“ und „art_id“) besitzen, wie schon ihre Benennung deutlich macht, einen inhaltlich beschreibenden Charakter. Dadurch tragen sie zu einer potenziell effektiveren automatischen Weiterverarbeitung des Informationsknotens bei. Mit ihrer Hilfe gehen abgefragte Informationen – die ohne solche Attribute nur über Umwege exakt kodierbar wären – nicht verloren. Stattdessen können diese Informationen in einer Weise notiert und übermittelt werden, die einem anschließend darauf aufsetzenden Programm die inhaltliche Auswertung und Aufbereitung für unterschiedlichste Folgeoperationen erlaubt:

```
<GESETZ id="765"
rechtsbereich="3"
gliederungsnr="34"
sprache="de">
```

¹⁶⁵ „ALIGN“, „HEIGHT“, „WIDTH“ etc.

¹⁶⁶ „ONCLICK“, „ONMOUSEOVER“ etc.

¹⁶⁷ „CODEBASE“, „CODE“ etc.

```
<TITEL>
Gesetz zum Staatsvertrag über Mediendienste
</TITEL>
<DATUM formal="27-06-1997">
Vom 27. Juni 1997
</DATUM>
<GESETZESTEXT typ="korrigiert">
<ARTIKELNUMMER art_id="1">
Artikel 1
</ARTIKELNUMMER>
<ARTIKELÜBERSCHRIFT art_id="1">
Zustimmung
</ARTIKELÜBERSCHRIFT>
<ARTIKELTEXT art_id="1">
Dem zwischen den Ländern der Bundesrepublik
Deutschland geschlossenen Staatsvertrag über
Mediendienste (Mediendienste-Staatsvertrag)
vom 20. Januar/12. Februar 1997 wird zugestimmt.
</ARTIKELTEXT>
</GESETZESTEXT>
</GESETZ>
```

4.5.3 Transformation und Formatierung

Bei der praktischen Weiterverarbeitung logisch strukturierter XML-Dokumente stehen primär zwei eng miteinander verbundene Aspekte im Vordergrund: die Transformation in alternative Formate sowie die Formatierung für eine Bildschirm- oder Druckausgabe. Für letztere Aufgabe lassen sich grundsätzlich auch die in Abschnitt 4.4.3 thematisierten *Cascading Stylesheets (CSS)* heranziehen, welche ursprünglich für die Layoutgestaltung von HTML-Dokumenten entwickelt wurden. Allerdings kann ein Autor bei der Arbeit mit selbstdefinierten XML-Elementtypen auf keinerlei standardisierte Layoutvorgaben zurückgreifen. Gängige Web-Browser „wissen“ nicht, auf welche Weise sie ein ihnen unbekanntes XML-Element darstellen sollen, selbst wenn sie prinzipiell mit der XML-Syntax umgehen können. Dies ist die unvermeidliche Kehrseite eines Layout-unabhängigen „Generic Markup“. Deshalb gehört

die Erstellung passender Stylesheet-Regeln für jeden verwendeten Elementtyp zu den obligatorischen Aufgaben beim Publizieren von XML-Dokumenten.¹⁶⁸

Während sich der Anwendungsbereich von Cascading Stylesheets lediglich auf das Oberflächen-Layout von Dokumenten konzentriert, steht mit der *XML Stylesheet Language (XSL)* ein weiteres, speziell für XML entwickeltes Hilfsmittel zur Verfügung. XSL dient nicht nur – wie es der Name zunächst nahelegt – als Formatierwerkzeug zur Erzeugung ansprechender Erscheinungsbilder, sondern erlaubt auch erheblich komplexere Aufbereitungen. Die Mächtigkeit dieses Standards gründet sich auf der Möglichkeit zur Überführung beliebig strukturierter XML-Instanzen in andere Dokumentformate. Dadurch können einmal erstellte Inhalte automatisch für die Ausgabe auf HTML-Browsern, WAP-Clients oder auch PDF-Leseprogrammen aufbereitet werden; prinzipiell ist sogar eine Transformation in ein für die synthetische Sprachausgabe geeignetes Format realisierbar.

XSL besteht aus zwei konstituierenden Komponenten:

- 1) Einem Vokabular zum Spezifizieren von Layoutanweisungen, d.h. einer Formatisierungssprache (*XSL Formatting Objects* oder *XSL-FO*).
- 2) Einem Instrumentarium zur Umwandlung von XML-Dokumenten in andere Zielformate, d.h. einer Transformationssprache (*XSL Transformations* oder *XSLT*).

Sowohl XSL-FO wie auch XSLT verwenden durchgehend eine XML-Notation. XSL-FO beschäftigt sich mit Layout-Problemen wie der optimalen Umbruchsteuerung oder Paginierung. Ziel ist die Erzeugung entsprechender Gestaltungsvorgaben, die anschließend an eine darauf aufsetzende Software weitergeben werden können. Bei der Ausarbeitung von XSL-FO wurde auf bereits eingeführte Grundlagen von CSS zurückgegriffen, um Inhalte optimal an ein Ausgabemedium anzupassen. XSLT dagegen geht einen Schritt weiter und erlaubt die Transformation von XML-Instanzen auch in vollkommen anders aufgebaute Instanzen – und damit in beinahe beliebige textuelle Zielformate. Gerade für die Verwaltung hypertextueller Dokumente in Web-Informationssystemen erscheint XSLT von strategischer Bedeutung. Hypertextknoten

¹⁶⁸ Seit Mitte 1999 ist eine entsprechende Empfehlung des W3C verfügbar, welche die Verknüpfung von Stylesheets mit XML-Dokumenten regelt; siehe hierzu <http://www.w3.org/TR/xml-stylesheet>.

können mit Hilfe dieser Technik ausgehend von einem einheitlichen Speicherformat in eine Reihe variabler Rezeptionsformate konvertiert werden, die unterschiedlichen Zugangsvoraussetzungen und Benutzungssituationen angemessen sind. Auf diese Weise lässt sich mit verhältnismäßig wenig Aufwand ein breites Spektrum an Informationssuchenden erreichen.

Die akademische und praktische Bedeutung von XSLT lässt sich nicht zuletzt anhand der Schnelligkeit ermesen, mit der dieser Standard von den zuständigen Gremien verabschiedet und von der Software-Industrie angenommen wurde. Während das Pendant auf Seiten von SGML, die *Document Style and Semantics Specification Language (DSSSL)*, erst zehn Jahre nach der Verabschiedung von SGML (1986) endgültig spezifiziert wurde, liegen zwischen den verbindlichen W3C-Empfehlungen zu XML und XSLT nur rund 20 Monate.¹⁶⁹

Erste Integrationen in auf breiter Basis eingesetzte Standard-Softwareprodukte ließen ebenfalls nicht lange auf sich warten. Beispielsweise unterstützen bereits mehrere Dokumenten- und Datenbankverwaltungssysteme XSLT, um Inhalte einmalig oder zur Abfragezeit beliebig konvertieren zu können. Auf diese Weise lassen sich etwa XML-Dokumente in ein leicht darstellbares Leseformat überführen oder aber einzelne Elemente von der Anzeige und weiteren Auswertung ausschließen. Allerdings eignet sich XSLT alleine kaum für die professionelle Filterung von Inhalten, vielmehr erlangt es erst im Zusammenspiel mit passenden Abfragesprachen und Zugriffsmechanismen seine eigentliche Bedeutung.

Die Verarbeitung von XML-Dokumenten mit Hilfe von XSLT geschieht in mehreren Schritten, die in Abbildung 8 illustriert werden. In einem ersten Schritt baut ein auf dem Quelldokument operierendes Parserprogramm unter Verwendung des *XML Document Object Models (DOM)* einen Dokumentenbaum auf, der die interne Dokumentenstruktur abbildet. Auf diesen Baum wird dann ein XSLT-Stylesheet angewandt, welches die einzelnen abzuarbeitenden Transformationsregeln enthält. Als Resultat erhält man daraufhin einen

¹⁶⁹ Seit August 2001 liegt eine verbindliche Empfehlung des W3C zu XSL vor; vgl. <http://www.w3.org/TR/xsl/> bzw. <http://www.w3.org/Style/XSL/>. Informationen zum bereits im November 1999 in den Rang einer Empfehlung erhobenen XSLT-Standard finden sich unter <http://www.w3.org/TR/xslt>.

Zielbaum, dessen Inhalte sich wiederum in das eigentliche Zieldokument aus-schreiben lassen.



Abbildung 8: Transformation mit XSLT

Bei der Formulierung der Stylesheet-Regeln kommt neben den eigentlichen XSLT-Anweisungen die *XML Path Language (XPath)* zum Einsatz. XPath bietet ein umfangreiches Inventar an Funktionen, mit deren Hilfe auf einzelne Elemente und Attribute eines XML-Dokuments zugegriffen werden kann. Auf diese Weise lassen sich Elemente aufgrund ihres Inhalts oder ihrer Position ansprechen, selektieren und anschließend nach Bedarf neu anordnen.¹⁷⁰ XSLT stellt zur Formulierung der notwendigen Transformationsregeln mehr als 20 Elemente bzw. Anweisungen zur Verfügung, die miteinander kombiniert und geschachtelt werden können. Dazu gehören *if-then*-Konstrukte, *case*-Abfragen, *copy*-Befehle oder auch *sort*-Optionen.¹⁷¹

Um die prinzipielle Arbeitsweise zu dokumentieren, greifen wir noch einmal auf unser Gesetzestext-Beispiel aus Abschnitt 4.5.2 zurück. Das folgende, aus Gründen des Umfangs nur unvollständige und sehr einfach gehaltene XSLT-Stylesheet kann für eine Umwandlung der XML-Quelle in HTML verwendet werden:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<xsl:stylesheet version="1.0"
  xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform"
  xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<xsl:output method="html"/>
```

¹⁷⁰ Auf die Eigenschaften von XPath wird in Abschnitt Abschnitt 7.2.3 detaillierter eingegangen.

¹⁷¹ Detaillierte Einführungen zu XSL/XSLT finden sich auf der Website des W3C bzw. in der einschlägigen Fachliteratur; vgl. z.B. Cagle et al. (2001), Kay (2001).

```

<xsl:template match="/GESETZ">
  <HTML>
    <HEAD>
      <TITLE>
        Rechtsbereich
        <xsl:value-of select="@rechtsbereich"/>
      </TITLE>
    </HEAD>
    <BODY>
      <xsl:apply-templates/>
    </BODY>
  </HTML>
</xsl:template>

<xsl:template match="TITEL">
  <H1><xsl:apply-templates/></H1>
</xsl:template>

...

</xsl:stylesheet>

```

Die Verarbeitung von Stylesheet-Regeln erfolgt grundsätzlich top-down. Am Anfang des Stylesheets stehen zunächst einige notwendige Formalien: Die XML-Deklaration, einige zwingende Stylesheet-Spezifikationen (Version und Namensraum samt zugehörigem URI) sowie die Festlegung des Ausgabeformats als Inhalt des „output“-Attributs „method“. Im folgenden Block wird festgelegt, dass für jeden „GESETZ“-Elementtyp ein HTML-Dokument angelegt werden soll, wobei der Inhalt des Attributs „rechtsbereich“ als Titel im Dokumentenkopf erscheint. Die Anweisung *xsl:apply-templates* sorgt dafür, dass sämtliche hierarchisch untergeordneten XML-Elemente ebenfalls abgearbeitet und die Ergebnisse an der Position dieser Anweisung eingefügt werden. Der letzte Block schließlich bewirkt eine Transformation des XML-Elementtyps „TITEL“ in eine HTML-Überschrift ersten Grades.

4.5.4 Anwendungsbereiche für XML

Natürlich ist bei einer Diskussion über die potenziellen Vorteile des semantischen Markups in Hypertexten nicht allein der Aspekt der verlustfreien Daten-

übertragung interessant. Die Perspektiven und Anwendungsgebiete, die sich durch diese Technik bei der Konzeption hypertextueller Wissensbasen¹⁷² eröffnen, scheinen vielversprechend: Eine Hypertextbasis, in der sämtliche zu einem Themenkomplex verfügbaren Informationen abgelegt und mittels spezifischer XML-Elemente und -Attribute ausgezeichnet wurden, könnte die Grundlage für ein konzeptuell vielschichtiges Wissens-Netzwerk bilden. Schon Anfang der sechziger Jahre wurde der Einsatz entsprechender Assoziationsnetze angeregt, welche die Repräsentation und das Retrieval von Fakten und Zusammenhängen verbessern sollten.¹⁷³ Die Hypertext-Forschung interessierte sich ebenso für derart gespeichertes Wissen wie Teile der Psychologie bzw. KI-Forschung, die sich mit Expertensystemen beschäftigten.¹⁷⁴

Lösungen für den Einsatz in der praktischen Industrie- und Forschungsarbeit gelangen seit einigen Jahren verstärkt ins Blickfeld, wobei exemplarisch die automatische Erschließung technischen Fachwissens hervorgehoben werden kann. So erprobt die Firma Siemens seit Anfang der neunziger Jahre das System *SIROG* (*Situation Related Operational Guidance*) zur „intelligenten“ Verwaltung der technischen Dokumentation von Atomkraftwerken.¹⁷⁵ Das System operiert auf Hypertexten, deren Elemente und Attribute mit Hilfe eines speziellen Markups manuell ausgezeichnet wurden. In Abhängigkeit von der jeweiligen Betriebssituation einer Anlage werden automatisch – und zuverlässiger, als es mit herkömmlichen Mitteln der Textrecherche und -komprimierung möglich wäre – die jeweils relevanten Inhalte aus der Hypertextbasis extrahiert, aufbereitet und dem Benutzer angezeigt. Ähnliche Verfahrensweisen könnten die Grundlagen schaffen für eine Weiterentwicklung des Internets und speziell des WWW zu einem offenen, nach unterschiedlichsten Ansprüchen auswertbaren Informationspool, den so viele Protagonisten dieses neuen Mediums bereits seit dessen Einführung versprechen.¹⁷⁶

XML wird mittlerweile von der Mehrzahl der im Bereich des Web-Publizierens federführenden Institutionen und Firmen als zukunftsweisender, offener und medienneutraler Standard für Datenhaltung bzw. -austausch anerkannt

¹⁷² Siehe hierzu Abschnitt 2.1.

¹⁷³ Vgl. Doyle (1961), Doyle (1962).

¹⁷⁴ Vgl. Marshall et al. (1991) sowie Rada (1991).

¹⁷⁵ Vgl. Simon/Erdmann (1994).

¹⁷⁶ Siehe hierzu z.B. die Überlegungen von Tim Berners-Lee in Berners-Lee et al. (2001).

und unterstützt.¹⁷⁷ Die marktbeherrschenden WWW-Browser¹⁷⁸ berücksichtigen in ihren neueren Versionen bereits – leider noch in einem uneinheitlichen Umfang – XML. Allerdings werden beim Einsatz der für die Darstellung notwendigen Stylesheet-Varianten CSS und XSL/XSLT¹⁷⁹ anscheinend auch weiterhin unterschiedliche Wege gegangen, wobei zwei gegensätzliche Standpunkte zu beobachten sind: Den Befürwortern einer direkten Integration von XSL bzw. XSLT¹⁸⁰ in die Browsersoftware steht die Fraktion derer gegenüber, die solche Mechanismen aus Performanzgründen prinzipiell auf der Serverseite besser aufgehoben sehen.

Auch die zukünftigen Versionen der originären Websprache HTML – die Entwicklungsarbeiten des W3C zu diesem Thema laufen unter dem Namen *Extensible HyperText Markup Language (XHTML)*¹⁸¹ – werden auf XML basieren und damit weitestgehend modular aufgebaut sein. Konkret geht es dabei darum, dass HTML nicht mehr als SGML-Anwendung weiterentwickelt, sondern als eigenständiger Namensraum („namespace“, siehe dazu Kapitel 4.5.1) auf der Basis von XML definiert wird. Wesentliche Neuerungen bestehen unter anderem darin, dass bei der Auszeichnung exakt zwischen Groß- und Kleinschreibung unterschieden wird und Elementtypen ebenso wie deren Attribute in Zukunft einheitlich klein geschrieben werden müssen. Attributwerte haben generell in begrenzenden Anführungszeichen zu stehen. Weiterhin werden sich wechselseitig überschneidende Elemente ebenso wie nicht explizit geschlos-

¹⁷⁷ Goossens/Rahtz (2000) bieten einen umfassenden Überblick über das diesbezügliche Anwendungspotenzial von XML und thematisieren weiterhin die Schnittstellen zu anderen Standards wie PDF, HTML oder TeX. Möhr/Schmidt (1999) stellen eine Reihe aktueller Arbeiten zu XML und SGML sowie einen Ausblick auf zusätzliche innovative Anwendungsbereiche vor.

¹⁷⁸ Also primär der *Microsoft Internet Explorer* sowie der *Netscape Navigator* bzw. *Mozilla*, weiterhin *Opera* und mit Abstrichen der Linux-Browser *Konqueror*.

¹⁷⁹ Vgl. z.B. Godwin-Jones (2000).

¹⁸⁰ Mit Hilfe dieser Standards können XML-Elemente beispielsweise in vom Browser darstellbares HTML konvertiert werden. Der *Microsoft Internet Explorer* unterstützt ab Version 5 zumindest Teile des Standards. Beachtenswert erscheint in diesem Zusammenhang auch der Open Source Browser *X-Smile*; vgl. <http://www.x-smiles.org>.

¹⁸¹ Anfang 2000 wurde eine erste Empfehlung für XHTML veröffentlicht, die HTML auf Grundlage von XML 1.0 neu spezifiziert, gefolgt von einer „Second Edition“ im Oktober 2001 sowie ersten Empfehlungen für eine noch weiter modularisierte Version 1.1; vgl. <http://www.w3.org/MarkUp/> sowie Rothfuss/Ried (2001, S. 279ff.).

sene Markup-Tags nicht mehr erlaubt. Als Resultat dieser Maßnahmen soll das XHTML-Vokabular einen leistungsfähigen und flexiblen Internet-Standard etablieren, der mit zahlreichen Unzulänglichkeiten seines Vorgängers HTML aufräumt und dabei dennoch in vertretbaren Fällen die praktisch notwendige „Abwärtskompatibilität“ zulässt.

In besonderem Maße zeichnet sich XHTML durch seine vielfältigen Erweiterungs- und Modularisierungsmöglichkeiten aus. Zunächst wurde ein relativ kleiner Kernbereich geschaffen, in dem die grundlegenden XHTML-Elementtypen festgelegt sind und um den sich prinzipiell beliebige Sammlungen weiterer Markup-Elemente gruppieren können. Diese Erweiterungen, die sowohl gegenstandsspezifisch als auch für ein konkretes Projekt maßgeschneidert sein können, werden Ergänzungen der Auszeichnungsmöglichkeiten ohne Änderung des Kernbereichs erlauben (vgl. Abbildung 9). Damit werden kommende HTML/XHTML-Generationen im Vergleich zu ihren Vorgängern den gewichtigen Vorteil aufweisen, dass einzelne Erweiterungen oder auch Einschränkungen des Sprachumfangs nicht mehr zwangsläufig ein Update des gesamten Standards nach sich ziehen. Durch die kontrollierte Definition zusätzlicher Vokabularien und Namensräume lassen sich sachgebietspezifische Neuerungen vielmehr weitestgehend flexibel modifizieren und einbinden.

Als Basis für die klassifikatorische Einordnung anwendungsspezifischer Vokabularien im Kontext der mannigfaltigen XML-Technologien bietet sich eine Unterscheidung dreier grundlegender Kategorien an. In die erste Kategorie fallen dabei die vom W3C definierten XML-Standards, namentlich die bereits eingeführten syntaktischen Regeln, Document Type Definitions und XML-Schemata, XSL-Stylesheets und XSLT-Transformationen sowie XML-Namensräume und XPath. Eine zweite Kategorie umfasst die für unsere Zwecke vernachlässigbaren XML-basierten Protokolle, welche den Austausch von XML-Inhalten zwischen Systemen und Anwendungen regeln.¹⁸² In die dritte Kategorie schließlich gehören sämtliche auf Basis von XML definierten Voka-

¹⁸² Zu nennen wären hier z.B. *RosettaNet* (vgl. <http://www.rosettanel.org>), die *Web Services*-Aktivitäten des W3C, zu denen die Spezifikation des *XML Protocol (XMLP)* sowie des *Simple Object Access Protocol (SOAP)* gehören (vgl. <http://w3.org/2002/ws/>), oder die Arbeiten der *Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS)* an *Electronic Business XML* (vgl. <http://www.ebxml.org>). Diese XML-basierten Standards sollen in Zukunft das elektronische Abwickeln von Geschäften über das Internet vereinheitlichen; zur Vertiefung siehe Kotok/Webber (2001).

Tag sets

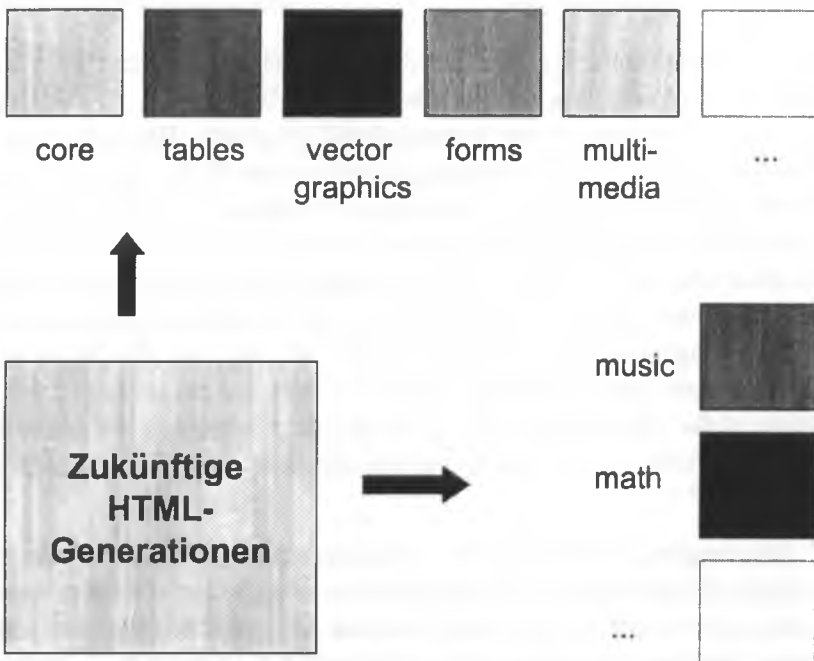


Abbildung 9: Modularisierung von HTML durch XML

bularien, wie etwa XHTML oder die nachfolgend aufgeführten Formate. Auch die in Abschnitt 8.4.1 beschriebene Markup-Lösung *GrammisML* lässt sich hier einordnen.

Der Bedarf an themen- und gegenstandsbezogenen Vokabularien in Industrie, Forschung und Wissenschaft erscheint beträchtlich. Beinahe täglich erblicken neue XML-Auszeichnungssprachen das Licht der Welt. Als Beleg hierfür können die Vorstöße in den Bereichen E-Business und Data Warehouses genannt werden, wo mit dem *Common Warehouse Metadata Interchange (CWMI)*-Standard ein auf XML basierendes Beschreibungsformat für Austausch und Analyse von Geschäftsdaten in Arbeit ist. Speziell der global ausgerichtete Finanzsektor bedient sich zunehmend der neuen Technologie: Die *Financial Markup Language (FinXML)* sowie die *Financial Products Markup Language*

(*FpML*) definieren weltweit gültige Standards für die Beschreibung finanzieller Transaktionen und Derivate.¹⁸³

Aber auch in unterschiedlichsten nicht-kommerziellen Forschungsgemeinden sind seit Jahren Vorschläge für standardisierte XML-DTDs in der Diskussion und in manchen Fällen bereits weitestgehend umgesetzt. Beispielsweise hat *DocBook* im Umfeld der technischen und wissenschaftlichen Dokumentation eine bemerkenswerte Popularität erreicht, ist allerdings prinzipiell auch in vielerlei anderen Kontexten einsetzbar. Der offene *DocBook*-Standard definiert neben einer komplexen DTD für Veröffentlichungen in Buch- oder Aufsatzform insbesondere mehrere modular aufgebaute Stylesheets und ist somit als Arbeitsgrundlage sowohl für die Print-Publikation wie auch für Online-Informationsangebote interessant. Beim Entwurf wurde darauf geachtet, durch die Adaption vieler Strukturmerkmale traditioneller Bücher eine für ein breites Autoren-Publikum vertraute Arbeitsgrundlage bzw. Entwicklungsumgebung zu schaffen.¹⁸⁴

XML hält darüber hinaus zunehmend Einzug in den praktischen Arbeitsalltag diverser Wissenschaftsdisziplinen: Naturwissenschaftler etwa interessieren sich aus nachvollziehbaren Gründen für die einheitliche, anwendungsübergreifende Notation chemischer oder mathematischer Formelsammlungen. Als Resultat entsteht mit der *Chemical Markup Language (CML)* ein passender Standard für die Chemie. Für mathematische Anwendungen hat sich mittlerweile die *Mathematical Markup Language (MathML)* etabliert, deren ungefähr 30 Elementtypen sowohl für menschliche Benutzer wie auch für Software-Werkzeuge interpretierbar sein sollen und die seit Februar 2001 bereits in einer zweiten, überarbeiteten Version vorliegt.¹⁸⁵

Einen konkreten Einblick in die Perspektiven, die sich durch anwendungs- und fachgebietsspezifisches Markup im naturwissenschaftlichen Bereich für die Veröffentlichung und den Austausch exakter Inhalte eröffnen, bietet das nachfolgende Beispiel. Es illustriert die mögliche Darstellung einer relativ ein-

¹⁸³ Siehe hierzu <http://www.finxml.com> bzw. <http://www.fpml.org>.

¹⁸⁴ Für weitere Informationen siehe die offizielle *DocBook*-Homepage unter <http://www.oasis-open.org/committees/docbook/> sowie Walsh/Muellner (1999).

¹⁸⁵ Zu *MathML* siehe <http://www.w3.org/TR/MathML/>; Weiterführendes zu *CML* findet sich unter <http://www.xml-cml.org>.

fachen mathematischen Formel durch vordefinierte, dem Gegenstandsbereich angemessene Elementtypen:

Formel:	$x^2 + 4x + 4 = 0$
Markup:	<pre> <apply> <plus/> <apply> <power/> <ci>x</ci> <cn>2</cn> </apply> <apply> <times/> <cn>4</cn> <ci>x</ci> </apply> <cn>4</cn> </apply> </pre>

Eine derartige formale Auszeichnung ist im Gegensatz zur gewohnten „Leseform“ nicht nur für den menschlichen Benutzer aussagekräftig. Auch eine maschinelle Analyse kann den eindeutig strukturierten Inhalt auswerten und erschließen, sei es nun zur visuellen Darstellung in einem Web-Browser oder zur inhaltlichen Weiterverarbeitung durch ein angeschlossenes Programm.

Die neue Freiheit der Definition eigener Strukturierungsprinzipien zur Informationsmodellierung bietet nicht nur den Vorteil der dem Gegenstandsbereich angemessenen Repräsentation und Weiterverarbeitung von Inhalten. Darüber hinaus können auch Hyperlinks die Dokumentstruktur nutzen, um Informationsknoten oder einzelne Teile von Informationsknoten zu referenzieren: Bei Verknüpfungen kann als Zielpunkt beispielsweise das erste als „Zitat“ klassifizierte Element, das innerhalb eines Definitionsblocks in einem dem aktuellen Standpunkt untergeordneten Knoten vorkommt, angegeben werden. Eine absolute Zielreferenz nach dem Schema „Springe zu Stelle A4 in Dokument XY“ kann somit flexibilisiert werden.

Ein weiterer potenzieller Zugewinn besteht in der höheren Qualität automatischer Analyse-, Filter- oder Navigationssysteme, die auf entsprechend modellierten Informationsbeständen aufsetzen. Einzelne Hyperdokumente, deren Elemente und Strukturen hinreichend kategorisiert sind, könnten in Zukunft auf weitaus zuverlässigere Weise von speziellen Programmen durchsucht und

erschlossen werden, als dies derzeit noch realisierbar ist. Insbesondere die Generierung automatischer Verknüpfungen zwischen thematisch bzw. strukturell ähnlichen Informationsknoten – etwa als Reaktion auf eine bestimmte Suchanfrage – hat das Potenzial, die Benutzerfreundlichkeit und Effektivität von WWW-basierten Anwendungen erheblich zu steigern.

5. Meta-Informationen über Hypertexte

5.1 Einführung

Um möglichen terminologischen Missverständnissen vorzubeugen, soll an dieser Stelle zunächst erklärend festgehalten werden, dass sämtliche bisher betrachteten Formen der Auszeichnung von Hypertextknoten durch Markup-Tags selbstverständlich als Verfahren zur Darstellung von Meta-Informationen – also von Informationen über Informationen – angesehen werden können. Die beschriebene Identifizierung und Charakterisierung von Strukturen und Strukturelementen findet auf einer der Objekt-Ebene übergelagerten Meta-Ebene statt; auf den expliziten Inhalten aufsetzend werden somit Informationen kodiert, die ohne das Markup für einen Rezipienten bestenfalls implizit erschließbar wären. Beispielsweise wird durch die Auszeichnung

```
<ARTIKELÜBERSCHRIFT art_id="1">  
Zustimmung  
</ARTIKELÜBERSCHRIFT>
```

innerhalb des exemplarisch angeführten Gesetzestexts in Abschnitt 4.5.2 festgehalten und dokumentiert, dass es sich bei der Textpassage „Zustimmung“ um eine Artikelüberschrift handelt, die sich durch das Attribut „art_id“ mit dem Wert „1“ eindeutig charakterisieren lässt.

Im Sprachgebrauch der sich mit Weiterentwicklungen und Standardisierungen im WWW beschäftigenden Institutionen, Arbeitskreise und Personen dagegen bezieht sich der Ausdruck „Meta-Informationen“ bzw. „Meta-Daten“ gemeinhin auf fakultativ verwendbare Elementtypen, die zumeist außerhalb des eigentlichen Textinhalts beispielsweise im Kopfabschnitt eines Hypertextknotens eingetragen werden. Mit logischen Auszeichnungen entsprechend des Konzepts vom „Generic Markup“ haben sie die Eigenschaft gemein, dass sie primär maschinell auswertbar und nicht für menschliche Benutzer sichtbar und verständlich sein müssen. Derartige Meta-Daten werden üblicherweise zur Typisierung vollständiger Hypertextknoten – der „Primärdaten“ – eingesetzt. Sie kodieren demzufolge allgemeine, d.h. für den gesamten Dokumentinhalt gültige Angaben. Eine definitorische Ergänzung dieser strikten Festlegung ist denkbar hinsichtlich des Gültigkeitsrahmens: Wie beispielsweise die Vorstellung der Markup-Sprache *GrammisML* in Abschnitt 8.4.1 verdeutlichen wird, erleichtert es das Arbeiten mit komplex strukturierten Dokumenten erheb-

lich, wenn Meta-Informationen gleichermaßen für das Gesamtdokument wie auch für Unterabschnitte oder andere Dokumentsegmente verfügbar sind.¹⁸⁶ Bei einer solchen dezentralen Speicherung von Meta-Informationen wird es den weiterverarbeitenden Programmen ebenso wie dem menschlichen Leser erleichtert, Angaben gezielt zuzuordnen und – etwa im Rahmen der Präsentationsaufbereitung – unmittelbar auszuwerten. Für die Kodierung segment-spezifischer Meta-Informationen bietet sich eine Nutzung maßgeschneiderter XML-Elementtypen und -attribute an.

Obschon die Problematik der Verwaltung von Meta-Informationen über gesammelte Ressourcen nicht neu ist und bereits von Wissenschaftlern der Antike thematisiert wurde – der hellenistische Dichter und Gelehrte Kallimachos beispielsweise entwickelte an der berühmten Bibliothek von Alexandria zur Organisation der Vielzahl von Handschriften und Buchrollen einen Bibliothekskatalog (die „Pinakes“) mit Angaben über Autor, Titel und Umfang jedes einzelnen Dokuments¹⁸⁷ – steckt die adäquate Charakterisierung von Hyper-textknoten im WWW noch in den Kinderschuhen. Dabei erscheinen die denkbaren Anwendungsbereiche für die Meta-Datensammlung extrem vielschichtig und umfassen nicht nur „traditionelle“ Aufgaben wie Archivierung und Recherche. Weitere sinnvolle Schwerpunkte unter Verwendung elektronischer Medien liegen, wie in diesem Kapitel aufgezeigt werden soll, beispielsweise in der automatisierten Beurteilung von Internet-Angeboten, der Verwaltung von Zugriffsrechten, der Vermeidung von Copyright-Verletzungen oder auch der Kontrolle von Workflow-Prozessen.

Als Folge des weltweiten und fachgebietsübergreifenden Einsatzes des Mediums WWW sollten Meta-Daten optimalerweise unter interdisziplinären sowie multilingualen Gesichtspunkten betrachtet werden. Da sich diese Erkenntnisse seit spätestens Mitte der neunziger Jahre auch in der vom Anwendungsinteresse her extrem heterogenen Internet-Gemeinde durchgesetzt haben, liegen mittlerweile durchaus eine Reihe qualitativ angemessener Lösungsansätze vor. Wegweisend erscheinen in diesem Zusammenhang die Standardisierungs-

¹⁸⁶ Siehe hierzu Abschnitt 5.7.

¹⁸⁷ Siehe dazu z.B. <http://www.hw.ac.uk/libWWW/irn/pinakes/pinakes.html>.

bemühungen von Seiten des W3C¹⁸⁸ oder der Softwarehersteller.¹⁸⁹ Aber auch Bibliotheken und Fachverlage, die sich mit der Veröffentlichung und Archivierung von Netzpublikationen beschäftigen müssen, arbeiten intensiv an angemessenen Lösungsmöglichkeiten.¹⁹⁰ Problematisch bei all diesen Bestrebungen erscheint derzeit noch eine einheitliche und globale Umsetzung, nicht zuletzt aufgrund der verteilten Kompetenzen und mannigfaltigen Interessen der Beteiligten.

Für die Hypertext-Wissenschaft als angrenzende Disziplin zur spezialisierten Web-Forschung ist das Problem der Verwaltung von Meta-Informationen eine wohlbekannte Thematik: Hypertext-Systeme der zweiten Generation wie etwa *Hyper-G* bzw. *Hyperwave*¹⁹¹ gehen sogar bereits seit längerem einen Schritt weiter und arbeiten gleichermaßen mit knotenspezifischen Attributen wie auch mit hierarchischen Ordnungsstrukturen, um gespeicherte Informationen möglichst optimal organisieren und präsentieren zu können.¹⁹²

Generell ist im Umfeld der Hypertext-Forschung der Wunsch nach individuellen, gezielten Zugriffsmöglichkeiten auf der Basis von Meta-Informationen

¹⁸⁸ Erste diesbezügliche Workshops und Symposien sowie daraus resultierende Empfehlungen verzeichnet die Zeittafel des W3C unter <http://www.w3c.org/metadata> für das Jahr 1996.

¹⁸⁹ Beispielsweise beschäftigt sich die *Object Management Group (OMG)* mit der Definition und Umsetzung geeigneter Lösungen, die sich an bestehenden offenen Standards orientieren sollen. Genaue Ziele und Strategien sind unter <http://www.omg.org> beschrieben. Siehe auch die Vorstellung von *XML Metadata Interchange (XMI)* in Abschnitt 5.9.

¹⁹⁰ Beispielhaft in diesem Kontext sind die Arbeiten an DOI-X, einer Meta-Datenbank für wissenschaftliche Publikationen (vgl. <http://meta.doi.org>). Entstanden aus dem juristisch relevanten Anliegen heraus, digitale Ressourcen eindeutig zu identifizieren und gegen unerlaubtes Kopieren zu schützen (DOI ist eine Abkürzung für „Digital Object Identifier“), wurden die Bemühungen inzwischen auch auf die Erstellung inhaltlicher Beschreibungen für Texte unterschiedlichster Art ausgeweitet. Bezüglich der weltweit laufenden Arbeiten speziell im Bibliotheksbereich bietet das britische *Office for Library and Information Networking* unter <http://www.ukoln.ac.uk/metadata> einen strukturierten Überblick. Eine einführende Problematisierung der Einsatzmöglichkeiten von Meta-Daten im WWW gibt z.B. Cathro (1997).

¹⁹¹ Vgl. Maurer (1996), Lennon (1997, S. 111ff.).

¹⁹² Ein Ansatz, den im Übrigen auch das im weiteren Verlauf dieser Arbeit vorgestellte WIS *GRAMMIS* sowie das darauf basierende Online-Lernsystem *ProGr@mm* verfolgen.

beinahe so alt wie der Begriff „Hypertext“ selbst. Schon das von Ted Nelson¹⁹³ ab Mitte der sechziger Jahre als experimentelle Online-Bibliothek entwickelte Hypertextsystem *XANADU* unterstützte die Verwaltung von Hyperdokumenten, die sowohl private wie auch öffentliche Informationen beinhalten sowie mit verschiedenen Bearbeitungsständen abgespeichert werden konnten. In diesem recht bescheidenen Umfang erlaubte *XANADU* dem Benutzer die Generierung personalisierter Sichten auf einen Hypertext aufgrund von Meta-Informationen: In Abhängigkeit von Zugriffsberechtigung und Versionsspezifikation wurden unterschiedlich umfangreiche Versionen von Hypertextknoten angezeigt. Nelson unterschied bereits grundsätzlich zwischen den beiden Ebenen der Informationshaltung und Informationspräsentation, wobei er sein Augenmerk in besonderem Maße auf die Organisation der Informationshaltung legte. Die dynamische Aufbereitung bei der Darstellung etwa beruhte auf separat gehaltenen Dokument-Attributen. Hierzu zählten der Autoren- bzw. Rezipientenname sowie weitere knotenspezifische Angaben. Zusätzlich kamen knoteninterne Meta-Angaben zum Einsatz, die im Zusammenspiel mit speziellen Hyperlinktypen beispielsweise ein Originaldokument mit den zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführten Änderungen in Beziehung setzen konnten. Durch dieses Beispiel wird deutlich: Erst der angemessene Nutzungskontext verwandelt Daten bzw. Meta-Daten letztlich in wertvolle Informationen.

Übertragen auf heutige Technologien und Anwendungsbereiche, erscheinen die Ideen von Nelson unverändert aktuell. Dies gilt nicht nur, aber umso dringlicher in Anbetracht der Tatsache, dass sowohl die Menge der im Internet erreichbaren Angebote wie auch die Zahl der mit einem Online-Zugang ausgerüsteten Interessenten seit Jahren kontinuierlich zunehmen.¹⁹⁴ Das Website-übergreifende gezielte Auffinden relevanter Inhalte wird damit ebenso wie die Recherche und Filterung innerhalb einzelner, expandierender Web-Informationssysteme zu einer immer anspruchsvolleren Herausforderung. Im Zeitalter der globalen Vernetzung und des weltweit möglichen Zugriffs auf verteilte Angebote unterschiedlichster Art bevorzugen informationssuchende Web-

¹⁹³ Nelson gilt als Erfinder der Begriffe „Hypertext“ und „Hypermedia“, die er 1965 erstmals öffentlich publizierte. Ein Überblick über seine Ideen sowie das Hypertext-Projekt *XANADU* findet sich in Nelson (1993).

¹⁹⁴ Nach einer im Auftrag von ARD und ZDF erhobenen Forsa-Studie waren beispielsweise Mitte 2001 rund 27,8 Millionen Deutsche, d.h. beinahe die Hälfte aller Bundesbürger im Alter über 14 Jahre online.

Benutzer nicht unbedingt möglichst viele, sondern eher weniger Fundstellen. Diese müssen dann allerdings auch tatsächlich brauchbar – d.h. qualitativ hochwertig, möglichst individuell aufbereitet und das konkrete Wissensbedürfnis befriedigend – sein.

Zur Illustration der Entwicklung auf der Angebotsseite können die in Abbildung 10 dargestellten Ergebnisse des halbjährlich durch das *Internet Software Consortium (ISC)* durchgeführten „Internet Domain Survey“¹⁹⁵ vom Juli 2001 herangezogen werden.

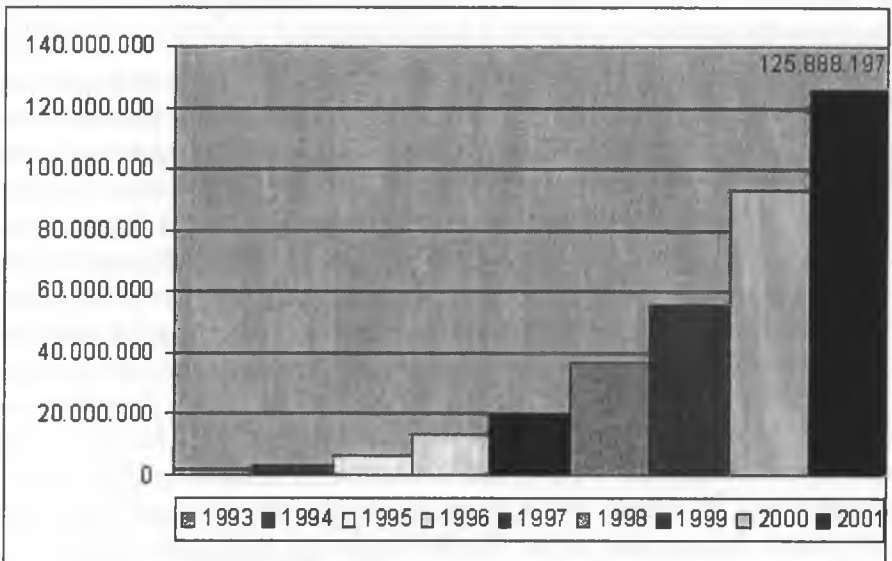


Abbildung 10: Entwicklung der Internet-Domänen seit 1993

Doch der Nutzen von Meta-Informationen im WWW beschränkt sich nicht, wie noch gezeigt werden wird, auf das Kategorisieren und Wiederauffinden. Insbesondere personalisierbare Informationssysteme oder versionsorientierte Workflow-Management-Lösungen dürften zukünftig von einem gezielten Einsatz von Meta-Daten profitieren. Nicht nur für faktenorientierte WWW-Systeme

¹⁹⁵ Das ISC publiziert seine Internet-Statistiken unter <http://www.isc.org>. Die dabei errechnete Summe aller bekannten Internet-Domänen lässt zwar nur eingeschränkte Rückschlüsse auf die tatsächliche Zahl der erreichbaren Web-Angebote zu, vermittelt aber dessen ungeachtet einen recht verlässlichen Eindruck vom Wachstum des WWW.

me, sondern auch für auf eher narrativen Texten basierende Angebote eröffnen sich hierdurch interessante Perspektiven.

5.2 Einfache Meta-Daten in HTML-Dokumenten

Der gegenwärtige Status Quo im WWW hinsichtlich der Verwendung von Meta-Informationen ist durch ein gängiges *Procedere* gekennzeichnet: Abgesehen von einer Mehrheit von Angeboten ohne weitere Meta-Informationen hat sich für Verfasser von HTML-Seiten die Verfahrensweise eingebürgert, einen Informationsknoten mit einer Liste von Schlagworten oder Angaben über die Autoren und das Erstellungsdatum zu versehen. Dadurch bietet sich später die Möglichkeit zur automatischen Erstellung rudimentärer Inhaltsbeschreibungen und Katalogisierungen, die beim Herausfiltern lohnender Hypertextknoten für spezifische Zielgruppen helfen können. Die Ausgabequalität der im Internet verfügbaren Recherche- und Klassifikationsprogramme lässt sich auf diese Weise prinzipiell verbessern, allerdings gibt es dabei auch grundlegende Einschränkungen und Probleme. So ist die Bandbreite der momentan kodierbaren Meta-Informationen relativ gering und nicht oder nur auf Kosten der angestrebten Kompatibilität zu den derzeit aktiven netzweiten Analyseprogrammen erweiterbar. Da die konkreten Algorithmen solcher Analysen von Hypertextknoten, die etwa von WWW-Suchmaschinen wie Altavista, Excite oder Lycos durchgeführt werden, aus Wettbewerbsgründen nicht öffentlich zugänglich sind,¹⁹⁶ müssen sich Autoren bei der Formulierung und Einbettung von Meta-Informationen auf die Empfehlungen des W3C sowie individuelle Erfahrungswerte verlassen.

Davon abgesehen gibt es kaum Möglichkeiten zur verlässlichen Gewichtung von Meta-Daten, zur Strukturierung und Hierarchisierung innerhalb der Zusatzinformationen oder gar für die inhaltliche Charakterisierung einzelner Segmente eines Hypertextknotens im WWW. Diese sowohl für Inhaltsanbieter wie

¹⁹⁶ Eine Ausnahme stellt die aufgrund ihrer effizienten Analysestrategien und der Einbeziehung von Meta-Informationen populäre Suchmaschine Google dar. Die ersten Testläufe von Google wurden im Fachbereich „Computer Science“ der kalifornischen Stanford University durchgeführt, seither publizieren die beteiligten Entwickler ihre Ansätze, Vorgehensweisen und Erkenntnisse offen im Rahmen der einschlägigen Fachkonferenzen; vgl. z.B. Brin/Page (1998). Google residiert im WWW unter <http://www.google.com>.

auch für Informationssuchende unbefriedigende Situation hat in der Vergangenheit zur Verbreitung von methodisch unausgereiften und wenig eleganten Vorgehensweisen geführt. Unerfahrene Web-Autoren versuchen etwa bisweilen, durch die Mehrfacheintragung zentraler Schlagworte in ihren Dokumenten eine höhere Trefferquote für Suchanfragen und in der Folge eine bessere Platzierung in den Ergebnislisten der Suchmaschinen zu erzielen. Weiterhin haben sich spezielle Dienstleister etabliert, die Meta-Informationen in Hyperdokumenten gezielt für einzelne Suchportale generieren und optimieren – angesichts der Vielzahl und steten Weiterentwicklung der weltweit operierenden Suchmaschinen ein kaum effizientes Vorgehen – sowie bei Bedarf auch die direkte Eintragung in die entsprechenden Kataloge und Register übernehmen.

Das folgende Beispiel illustriert die für HTML-Dokumente gültige Syntax zur Einbettung von Meta-Informationen.¹⁹⁷ Diese werden mittels eines eigens zu diesem Zweck eingeführten Elementtyps („META“) festgehalten, der seinerseits durch spezielle Attribute gekennzeichnet ist. Als Attribute kommen dabei primär „NAME“ und „CONTENT“ zum Einsatz. Fakultativ können auch „HTTP-EQUIV“ zur Angabe von für den HTTP-Server relevanten Informationen, „LANG“ und „DIR“ zur Festlegung von Sprache und Textrichtung sowie „SCHEME“ zum Verweis auf ein externes, für die eindeutige Interpretation der Meta-Daten notwendiges Profil verwendet werden.

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.0//EN">
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>Startseite des IDS</TITLE>
<META name="author"
      content="WWW-Redaktion des IDS"
      lang="de">
<META name="date"
      content="04-09-2001">
<META name="keywords"
      content="IDS Mannheim, Institut fuer
      Deutsche Sprache, Startseite, Grammatik,
      Lexik, Pragmatik">
<META http-equiv="content-type"
      content="text/html;
```

¹⁹⁷ Entnommen wurde das Beispiel der WWW-Startseite des Instituts für Deutsche Sprache (IDS) in Mannheim unter <http://www.ids-mannheim.de>.

```
charset=iso8859-1">  
</HEAD>  
...  
</HTML>
```

Durch die Positionierung dieser Erweiterungen im Kopfabschnitt des Hyperdokuments wird deutlich, dass sich die Zusatzinformationen stets auf den gesamten Knoten beziehen. Darüber hinaus bietet HTML nur wenige Elementtypen zur Kodierung von Meta-Informationen: Eine maschinelle Analyse kann das vertraute HTML-Titelement „TITLE“ oder das weniger populäre Element „ADDRESS“ – meist am Dokumentende eingefügt – auswerten, allerdings gibt es in diesen Fällen ebenso wie bei der Analyse der „META“-Elemente kein einheitliches und verbindliches Vorgehen bei der Auswertung durch die Suchmaschinen im WWW.

Die Problematik der uneinheitlichen Auszeichnung von Meta-Informationen unter Verwendung des „META“-Tags, eigenständig definierter Attribute sowie offener Listen für Attribut-Eigenschaften ist mittlerweile von den meisten Internet-Forschern und -Entwicklern erkannt worden. Auch die Tatsache, dass die Wahl eines bestimmten Formats für die Attributsinhalte Konsequenzen für deren Interpretation hat – im obenstehenden Beispiel etwa kann die Datumsangabe „04-09-2001“ je nach Sozialisation des Anwenders sowohl als „4. September 2001“ oder auch als „9. April 2001“ gedeutet werden –, wird in der aktuellen Diskussion berücksichtigt. Um Abhilfe zu schaffen, wurden in den letzten Jahren eine Reihe unterschiedlichster Lösungen ausgearbeitet und teilweise auch schon softwaretechnisch umgesetzt. Die für das Medium WWW interessantesten und aussichtsreichsten Ansätze für eine standardisierte, maschinell auswertbare Klassifizierung hypertextueller Inhalte werden nachfolgend thematisiert.

5.3 PICS

Die mittlerweile weitestgehend abgeschlossenen Arbeiten der *Digital Signature Working Group (DSig)* des W3C zu *PICS (Platform for Internet Content Selection)*¹⁹⁸ hatten das Ziel, ein leistungsfähiges und möglichst vielseitig ver-

¹⁹⁸ Einführende und detaillierte Informationen bietet das W3C unter <http://www.w3.org/PICS>.

wendbares Format für die Einbettung von Meta-Daten in Web-Dokumente zu entwerfen.¹⁹⁹ Als konkreter Anwendungsfall fungierte die Beurteilung von Web-Angeboten hinsichtlich ihrer Eignung für Kinder und Jugendliche.²⁰⁰ Ausgehend von der Beobachtung, dass Betreiber mutmaßlich jugendgefährdender Websites eine eigenständige Klassifizierung durch Meta-Daten entweder überhaupt nicht oder in Einzelfällen sogar wissentlich sinnwidrig durchführen, arbeitet PICS mit Inhaltsetiketten („labels“) zur Einordnung von Hyperdokumenten nach flexiblen Kriterien. Dabei steht es jedem Interessierten frei, eigene Etiketten zu erstellen und anzubieten – was natürlich andererseits auf Kosten der Zuverlässigkeit und Objektivität von Beurteilungen geht. Bekannt sind die Bewertungen von *SafeSurf* sowie der internationalen *Internet Content Rating Association (ICRA)*,²⁰¹ die zahlenbasierte Skalen für die Klassifizierung nach problematischen Einzelkriterien wie beispielsweise „Drogen“, „Gewalt“ oder „Nacktdarstellung“ anbieten.

Verbreitete Anwendungs-Software wie Web-Browser mit einem entsprechenden Zusatztool oder das Filter-Programm *CyberPatrol*²⁰² können solche Bewertungssysteme einbinden, mit deren Hilfe problematische Dokumente identifizieren und gegebenenfalls gezielte Reaktionen einleiten. Das Spektrum dieser Reaktionen reicht vom warnenden Hinweis an den Benutzer über eine ausführlichere Aufklärung bezüglich der gefundenen Inhalte bis hin zum vollständigen Blockieren der Anzeige.

¹⁹⁹ Vgl. Resnick (1997).

²⁰⁰ Ein praktisch orientierter Einstieg in diese Thematik findet sich beispielsweise unter <http://www.getnetwise.org>. Eine umfangreiche Dokumentation der Ausgangslage, rechtliche Rahmenbedingungen sowie Analysen der technologischen Ansätze zum Schutz von Jugendlichen enthält Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2000); zur daran anschließenden Diskussion siehe u.a. Coy (2000).

²⁰¹ Im WWW erreichbar unter <http://www.safesurf.com> bzw. <http://www.icra.org>. Als Vorläufer der ICRA kann das 1994 eingerichtete US-amerikanische *Recreational Software Advisory Council (RSAC)* angesehen werden, dessen Klassifizierungssystem *RSACi (Recreational Software Advisory Council on the Internet)* bereits seit 1996 eingesetzt wird und seit 1999 als Grundlage für das ICRA-System dient. Zum Zeitpunkt der Umstellung von RSACi auf ICRA waren ca. 120.000 Websites weltweit mit Hilfe von RSACi/ICRA bewertet, bis Ende 2001 stieg diese Zahl auf über 200.000. Ab Anfang 2002 unterstützen auch große Online-Dienste wie AOL, MSN und Yahoo den ICRA-Bewertungskatalog.

²⁰² Siehe <http://www.cyberpatrol.com>.

Eine Stärke von PICS ergibt sich aus dem Umstand, dass Inhaltsetiketten grundsätzlich sowohl vom Autor bzw. Verantwortlichen einer Internet-Ressource als auch von Dritten vergeben werden können. Der Betreiber einer Website darf also Etiketten in seinen Hyperdokumenten platzieren, um die offerierten Inhalte auszuweisen und somit auf sie aufmerksam zu machen. Ebenso können neutrale Institutionen Etiketten anbieten, die auf einem separaten Server getrennt von den eigentlichen Inhalten gespeichert werden. Bei Bedarf lassen sie sich von Internet-Nutzern abfragen und als Filterkriterien einsetzen. Um die Korrektheit von Etiketten garantieren zu können, wurde ab 1999 eine Erweiterung der ursprünglichen Spezifikation unter dem Namen *XML DSig (XML Digital Signature)* erarbeitet. Die digitale Signatur *DSig* soll dabei als Nachweis für die Authentizität einer Bewertung dienen und mittels eines eindeutigen Schlüssels deren Autor zweifelsfrei referenzieren.²⁰³

Eine mögliche Anwendung von PICS zur Klassifizierung von Hyperdokumenten wird im folgenden Beispiel illustriert. Die gezeigte Etikettenliste („label list“) kann bei Bedarf mit Hilfe des „META“-Tags direkt in HTML-Dokumente eingebunden werden und anschließend von Browser-Programmen oder auch Suchmaschinen ausgewertet werden. Eine solche Einbettung muss dabei zwingend der einheitlichen Syntax

```
<META http-equiv=„PICS-Label“ content='labellist'>
```

entsprechen, um für unterschiedliche Anwendungssoftware eindeutig erkennbar zu sein:

```
PICS-1.1 "http://www.gcf.org/v2.5"
by "John Doe"
labels
on "2000.11.05T08:15-0500"
until "2001.12.31T23:59-0000"
  for "http://w3.org/PICS/Overview.html"
    ratings (suds 0.5 density 0 color/hue 1)
  for "http://w3.org/PICS/Underview.html"
    by "Jane Doe"
    ratings (subject 2 density 1 color/hue 1))
```

²⁰³ Zum aktuellen Stand der Arbeiten siehe die Homepage der von W3C und IETF gemeinsam begründeten XML Signature Working Group unter <http://www.w3.org/Signature/>.

Schwächen des PICS-Standards lassen sich bezüglich der eingeschränkten syntaktischen Möglichkeiten bei der Definition von Etiketten ausmachen. Die Reduzierung auf nur wenige erlaubte Ausdrücke („by“, „on“, „until“, „for“ und „generic“) und damit zu bildende Kombinationen erleichtert zwar eine maschinelle Verarbeitung der Meta-Daten, da die Algorithmen für Analyse und Interpretation lediglich eine recht überschaubare Menge von Konstruktionen abarbeiten müssen. Andererseits jedoch schränkt dies auch die Ausdrucksstärke und Erweiterungsmöglichkeit von Klassifizierungen ein. Insbesondere aus diesem Grund wurde im März 2000 eine Möglichkeit zur Übersetzung von PICS-Vokabularen in die diesbezüglich offenere und mächtigere Syntax des Standards *Resource Description Framework (RDF)* vorgestellt.²⁰⁴

5.4 Dublin Core

Unter der Bezeichnung *Dublin Core (DC)* wird seit etwa 1995 ein fest definierter Minimalsatz von Auszeichnungen erarbeitet, der prinzipiell medienunabhängig ist, primär jedoch zur strukturierten Charakterisierung elektronischer Dokumente im WWW dienen soll. Mit Hilfe dieser Meta-Informationen können Ressourcen unterschiedlichster Art direkt vom jeweiligen Autor katalogisiert werden; darauf aufbauend ermöglichen sie vielfältige Recherche- und Filteroperationen („Resource Discovery“).

Ursprünglich wurden die Arbeiten zu Dublin Core von Archivaren und Wissenschaftlern aus dem Bibliothekswesen unter Federführung des *Online Computer Library Center (OCLC)* in Dublin/Ohio mit dem Ziel initiiert, ein formales Hilfsmittel für die Beschreibung von Bibliotheksbeständen zu schaffen. Mittlerweile hat sich das Projekt zu einer interdisziplinären Forschungsinitiative, der *Dublin Core Metadata Initiative (DCMI)*, sowie einem anerkannten Forum für Meta-Daten im WWW entwickelt.²⁰⁵ Einzelpersonen und Vertreter interessierter Organisationen und Firmen beschäftigen sich in thematisch

²⁰⁴ Nachzulesen sind die entsprechenden Vorschläge unter <http://www.w3.org/TR/rdf-pics>. Das Resource Description Framework bedient sich bei der Kodierung von Meta-Daten eines allgemeineren und aufgrund seiner XML-Orientierung prinzipiell ausdrucksstärkeren Modells; vgl. hierzu auch Abschnitt 5.5.

²⁰⁵ Vgl. Dempsey/Weibel (1996), Rusch-Feja (1997), Weibel (2000) sowie die Website der Dublin Core Metadata Initiative unter <http://dublincore.org>.

getrennten Arbeitsgruppen (z.B. DC-Libraries, DC-Education, DC-Business, DC-Research, DC-Government, DC-Rights) mit der Formulierung fachspezifischer, detaillierter Verfeinerungen des Beschreibungsvokabulars. Weltweit sind Projekte ins Leben gerufen worden, die sich mit der konkreten Umsetzung der verabschiedeten Vorgaben beschäftigen, wobei die stärksten Impulse nach wie vor aus dem Bibliotheks- und Verlagsbereich kommen. Exemplarisch dafür sei an dieser Stelle auf das Projekt „Nordic Metadata“²⁰⁶ hingewiesen, in dessen Rahmen die Nationalbibliotheken aller skandinavischen Ländern an DC-spezifischen Erweiterungen und Werkzeugen arbeiten.

Auch die praktische Umsetzung der Vorgaben in kommerziellen Produkten und Projekten wird auf breiter Basis voran getrieben. So verwendet der offene Standard „Open eBook“²⁰⁷ zur Strukturierung elektronischer Büchern ebenso wie etwa der Suchdienst der Wissenschaftlichen Bibliotheken (SWIB)²⁰⁸ in Süddeutschland oder das DFG-Projekt „Dissertationen Online“²⁰⁹ die Dublin Core-Elementliste für die Klassifizierung von Einzelwerken. Die großen Suchmaschinen und Kataloge im Internet von Altavista bis Yahoo agieren aufgrund des riesigen Datenvolumens und Auswertungsaufwands strukturierter Meta-Informationen eher zurückhaltend – wobei exakte Aussagen diesbezüglich die Ausnahme darstellen, da die konkreten Mechanismen zur Klassifizierung von Web-Angeboten wie bereits erwähnt als schützenswertes Betriebsgeheimnis angesehen werden. Die Rolle des Pioniers auf dem Gebiet der DC-Integration hat das Internet-Suchportal Northern Light²¹⁰ übernommen. Northern Light offeriert dem suchenden Anwender die detaillierte Recherche in einem strukturierten Inventar auf der Basis von Dublin Core. Gesucht werden kann in einer Datenbank, die durch eine kombinierte Auswertung unterschiedlich-

²⁰⁶ Informationen über das Projekt sind unter <http://www.lib.helsinki.fi/meta/> erhältlich.

²⁰⁷ Informationen zur Open eBook Initiative sowie der im September 1999 verabschiedeten Spezifikation finden sich unter <http://www.openebook.org>.

²⁰⁸ Das diesbezügliche Angebot des Bibliotheksservice-Zentrums Baden-Württemberg ist im WWW unter <http://www.bsz-bw.de> recherchierbar.

²⁰⁹ Die Homepage des Projekts findet sich unter <http://www.dissonline.de>.

²¹⁰ Im WWW unter <http://www.northernlight.com> erreichbar; angeboten werden neben der einfachen Schlagwort-Suche die Erweiterungen *Power Search*, *Business Search* sowie *Investext Search*. „Intelligente“ Suchmechanismen wie z.B. die Eingabe natürlichsprachlicher Anfragen oder die Verwendung von Booleschen Operatoren vervollständigen das Angebot. Siehe hierzu auch Ward (1999).

ter Online- und Print-Angebote erstellt wurde und fortlaufend gepflegt wird. Dublin Core dient dabei als formale Grundlage zur Organisation von Meta-Informationen über Themenbereich, Ressourcentyp, Veröffentlichungsdatum oder Sprache. Darauf basierend werden Hypertextknoten im WWW automatisch inhaltlich analysiert und dem Anwender in der Folge die Möglichkeit zur gezielten Eingrenzung und Verfeinerung seiner Suchkriterien gegeben.²¹¹

Die *Internet Engineering Task Force (IETF)* hat im September 1998 eine erste Version von Dublin Core als Request for Comments (RFC) 2413 angenommen. Im Dublin Core Metadata Element Set 1.1 vom 2. Juli 1999 werden insgesamt 15 zum Teil noch experimentelle Elemente sowie Element-spezifische Verfeinerungen („Qualifiers“) unterschieden. Bei der inhaltlichen Auffüllung dieser Elemente sollen nach Möglichkeit kontrollierte Vokabularien zum Einsatz kommen. Die nachfolgende Kurzdefinition der DC-Elemente wurde auszugsweise der „Dublin Core Reference Specification“ des *Distributed Systems Technology Centre (DSTC)*²¹² entnommen:

- 1) DC.TITLE (Titel): Der vom Verfasser, Urheber oder Verleger vergebene Name der Ressource.
- 2) DC.CREATOR (Verfasser oder Urheber): Die Person(en) oder Organisation(en), die den intellektuellen Inhalt verantworten.
- 3) DC.SUBJECT (Thema, Schlagwort oder Stichwort): Thema der Ressource bzw. Stichwörter oder Phrasen, die das Thema oder den Inhalt beschreiben. Die beabsichtigte Spezifizierung dieses Elements dient der Entwicklung eines kontrollierten Vokabulars.
- 4) DC.DESCRPTION (Inhaltliche Beschreibung): Eine textliche Beschreibung des Ressourceninhalts inklusive eines Referats (Abstract) bei dokumentähnlichen Ressourcen oder Inhaltsbeschreibungen bei grafischen Ressourcen.

²¹¹ Mit seinem streng inhaltlich orientierten Konzept hebt sich Northern Light im Übrigen wohl-tuend von Konkurrenzangeboten ab, die Suchanfragen zunehmend – und dabei leider nur mehr oder weniger offen – unter finanziell motivierten Gesichtspunkten abarbeiten sowie das Kaufen guter Platzierungen offerieren.

²¹² Im WWW ist diese Spezifikation unter <http://dublincore.org/documents/1999/07/02/dces> einsehbar. Weitere Informationen sowie praktische Einsatzbeispiele finden sich direkt unter <http://dublincore.org/documents>.

- 5) DC.PUBLISHER (Verleger bzw. Herausgeber): Die Einrichtung, die verantwortlich ist, dass die Ressource in der vorliegenden Form zur Verfügung steht, wie z.B. ein Verleger, ein Herausgeber, eine Universität oder ein korporatives Unternehmen.
- 6) DC.CONTRIBUTORS (Zusätzlich beteiligte Personen und Körperschaften): Personen und Organisationen, die einen bedeutsamen intellektuellen Beitrag geleistet haben, deren Beteiligung aber als eher sekundär zu betrachten ist (z.B. Übersetzer oder Illustratoren).
- 7) DC.DATE (Datum): Das Datum, an dem die Ressource in der gegenwärtigen Form zugänglich gemacht wurde. Die Formatierung eines Eintrags sollte sich an den Empfehlungen des Standards ANSI X3.30-1985 orientieren. Ein Datum wird demnach durch eine achtstellige Zahl repräsentiert, die dem Schema JJJMMTT entspricht; die Zeichenkette 19961213 steht dabei beispielsweise für den 13. Dezember 1996.
- 8) DC.TYPE (Ressourcenart): Die Art der Ressource, z.B. private Homepage, Roman, Gedicht, Arbeitsbericht, technischer Bericht, Essay oder Wörterbuch, wird hier eingetragen. Es wird erwartet, dass die Angabe für dieses Feld aus einer definierten Liste von Ressourcenarten entnommen wird.
- 9) DC.FORMAT (Format): Hier wird das datentechnische Format der Ressource eingetragen, z.B. Text/HTML, ASCII, Postscript-Datei, ausführbare Anwendung, JPEG-Bilddatei etc. Die Angabe in diesem Feld vermittelt die erforderlichen Informationen, die es Menschen oder Maschinen ermöglichen, über die Verarbeitungsmöglichkeiten der kodierten Daten zu entscheiden (z.B. welche Rechner und Programme benötigt werden, um diese Ressource anzuzeigen bzw. auszuführen). Die Angabe sollte aus vordefinierten Listen wie die der *Internet Media Types (MIME Types)* entnommen werden.
- 10) DC.IDENTIFIER (Ressourcen-Identifikation): Hier wird eine Zeichenkette oder Zahl eingetragen, die diese Ressource eindeutig identifiziert. Ein Beispiel für vernetzte Ressourcen ist ein Uniform Resource Identifier (URI). Andere weltweit eindeutige Identifikationen, wie die International Standard Book Number (ISBN) oder andere formale Namen, wären weitere mögliche Bezeichnungen.
- 11) DC.SOURCE (Quelle): In diesem Element wird – falls nötig – das gedruckte oder elektronische Werk, aus dem diese Ressource stammt, eingetragen.

- 12) DC.LANGUAGE (Sprache): Hier werden die Sprache(n) des Inhalts dieser Ressource vermerkt. Der Inhalt dieses Felds sollte möglichst mit den dreistelligen Z39.53-Sprachcodes übereinstimmen.²¹³
- 13) DC.RELATION (Beziehung zu anderen Ressourcen): Die Angabe in diesem Feld ermöglicht es, Verbindungen zu eigentlich eigenständigen Ressourcen darzustellen, die einen formalen Bezug zur aktuellen Ressource aufweisen. Beispiele sind Bilder in einem Dokument, Kapitel eines Buches oder Einzelstücke einer Sammlung.
- 14) DC.COVERAGE (Räumliche und zeitliche Maßangaben): Hier werden Angaben zur räumlichen Bestimmung (z.B. geografische Koordinaten) und zeitlichen Gültigkeit eingetragen.
- 15) DC.RIGHTS (Rechtliche Bedingungen): Vorgesehen für den Inhalt dieses Elements ist ein Link zu einem Urhebervermerk, ein Vermerk über die rechtlichen Nutzungsbedingungen oder ein Verweis zu einem Server, der solche Informationen dynamisch erzeugt.

Auf Dublin Core beruhende Klassifikationen werden derzeit noch in erster Linie zur inhaltlichen Beschreibung rein textueller Ressourcen im WWW verwendet. Prinzipiell strebt die DC-Initiative in Zukunft jedoch auch eine Integration in andere elektronische und multimediale Formate an. Denkbar wären etwa eine direkte Einbettung in Postscript-Dokumente oder Bilddateien. In WWW-Hypertextknoten können DC-Elemente mittels unterschiedlicher Strategien und Technologien eingebunden werden. Als relativ einfache Möglichkeit bietet sich zunächst – ähnlich wie bei PICS – die Verwendung des in HTML bereits definierten „META“-Elements an. Anschaulich wird dies beispielsweise im Rahmen der praktischen Implementierung des Deutschen Bildungs-Servers²¹⁴ demonstriert:

```
<HTML>
<HEAD>
<META NAME="DC.Title"
CONTENT="Deutscher Bildungsserver">
```

²¹³ Detaillierte Informationen zu diesem Format finden sich im World Wide Web z.B. unter <http://www.oasis-open.org/cover/nisoLang3-1994.html>.

²¹⁴ Der Deutsche Bildungs-Server ist ein Projekt des Deutschen Forschungsnetzes (DFN) und residiert im WWW unter der Adresse <http://dbs.schule.de>.

```

<META NAME="DC.Date.Created"
  CONTENT="(Scheme=ISO 31-1:92) 1996-12-06">
<META NAME="DC.Date.Modified"
  CONTENT="(Scheme=ISO 31-1:92) 2001-09-17 ">
<META NAME="DC.Date.Valid"
  CONTENT="(Scheme=ISO 31-1:92) 2003-01-17">
<META NAME="DC.Subject.Keywords"
  CONTENT="(Scheme=Freetext) Erziehung">
<META NAME="DC.Subject.Keywords"
  CONTENT="(Scheme=Freetext) Lernen">
<META NAME="DC.Description"
  CONTENT="(Scheme=Freetext) Der DBS ist ein
gemeinnütziges Kooperationsprojekt [...].">
<META NAME="DC.Creator.CorporateName"
  CONTENT="Humboldt-University, Berlin">
<META NAME="DC.Rights"
  CONTENT="(Scheme=URL) http://dbs.schule.de/
  copleft.html">
<META NAME="DC.Type"
  CONTENT="(Scheme=Freetext) Katalog/Datenbank/
  Bibliographie">
<META NAME="DC.Form"
  CONTENT="(Scheme=IMT) text/html">
<META NAME="DC.Relation.IsPartOf"
  CONTENT="(Scheme=URL) http://dbs.schule.de/">
<META NAME="DC.Language"
  CONTENT="(Scheme=Freetext) deutsch">
</HEAD>
...
</HTML>

```

Beispielhaft ist hier die Verwendung von Format-Angaben für die Inhalte des CONTENT-Attributs: Mit der Angabe (Scheme=ISO 31-1:92) wird das benutzte Datumsformat spezifiziert, (Scheme=URL) charakterisiert den nachfolgenden Attribut-Inhalt als eine in der URL-Syntax notierte Internet-Adresse. Weiterhin weist der Eintrag (Scheme=IMT) auf einen Internet MIME Type und (Scheme=Freetext) auf nicht exakter klassifizierbaren Freitext hin.

Selbstverständlich kann als syntaktischer Rahmen für Zusammenstellungen von Dublin Core-Elementen („records“) jede entsprechend konstruierte Auszeichnungssprache auf der Basis von SGML oder XML dienen. Ein solcher Weg wird etwa vom *Consortium for the Computer Interchange of Museum*

Information (CIMI) eingeschlagen, das sich mit den Grundlagen der Strukturierung und Präsentation digitaler Informationen für Museen und andere kulturelle Einrichtungen beschäftigt.²¹⁵ Der nachfolgende Markup-Auszug demonstriert diesen Lösungsweg am Beispiel der Charakterisierung eines Kunstwerks; im vorliegenden Fall handelt es sich um eine moderne Skulptur:

```
<?xml version="1.0" ?>
<dc-record>
<type>image</type>
<type>physical object</type>
<type>original</type>
<type>cultural</type>
<format>overall 354 x 618 x 162"</format>
<title>Spoonbridge and Cherry</title>
<description>Claes Oldenburg and Coosje van Bruggen,
Spoonbridge and cherry (1985-1988), stainless steel,
painted aluminum, Collection Walker Art Center, Gift
of Frederick R. Weisman in honor of his parents,
William and Mary Weisman, 1988</description>
<subject>sculpture</subject>
<subject >Pop art</subject>
<creator>Oldenburg, Claes</creator>
<creator>van Bruggen, Coosje</creator>
<contributor>Lippincott, Inc.</contributor>
<publisher>Walker Art Center</publisher>
<date>1985/1988</date>
<identifier>wac88.385</identifier>
<relation>IsPartOf Walker Art Center, Minneapolis,
Minnesota, USA</relation>
<relation>IsReferencedBy http://www.artsconnect.org/
uia-bin/uia_doc.cgi/framed_art/xwac88.385</relation>
<rights>Walker Art Center</rights>
</dc-record>
```

Generell sollte bei solchen individuellen Lösungen allerdings berücksichtigt werden, dass anwendungsspezifisch erstellte Strukturbeschreibungen ohne exakte Dokumentation dem gerade für Meta-Daten elementaren Prinzip der anwendungsunabhängigen Verständlichkeit widersprechen. Kennt das zugreifen-

²¹⁵ Ein Überblick über laufende und abgeschlossene Projekte sowie die in diesem Rahmen verwendeten Standards findet sich unter <http://www.cimi.org>.

de Programm, z.B. der Web-Browser, das Agentenprogramm oder die Suchmaschine, nicht die dem Dokument zu Grunde liegende Syntaxbeschreibung, etwa in Form einer Document Type Definition (DTD), so kann es auch die gefundenen DC-Elemente nicht adäquat verarbeiten.

5.5 Resource Description Framework

Das *Resource Description Framework (RDF)* stellt eine einheitliche Grundlage für die Verwendung von Meta-Daten im WWW dar und soll diesbezüglich Interoperabilität – also den maschinellen Austausch und die automatisierte Verarbeitung zwischen einzelnen Anwendungsprogrammen im Internet – ermöglichen. Initiiert und verantwortet werden die laufenden Arbeiten von mehreren Arbeitsgruppen des W3C,²¹⁶ die im Frühjahr 1999 eine gemeinsame Referenz-Spezifikation des zugrunde liegenden Modells sowie der Syntax veröffentlicht haben. Ein Jahr später folgte eine erste „Candidate Recommendation“ des W3C sowie Empfehlungen zur praktischen Umsetzung unterschiedlicher Vokabularien mit Hilfe von RDF. Die Koordination sämtlicher Aktivitäten obliegt einer zentralen Instanz, der *Metadata Coordination Group*.

RDF basiert auf XML und kann, wie der Name bereits andeutet, als verbindlicher syntaktischer Rahmen für einzelne Beschreibungsvokabularien wie PICS oder Dublin Core angesehen werden. Es organisiert weniger die konkrete inhaltliche oder strukturelle Beschreibung von Web-Angeboten als vielmehr die Art und Weise, wie diese Beschreibungen praktisch in Informationseinheiten eingebunden werden. Als Beschreibungsgegenstände („resources“) sind Textdokumente ebenso wie Audio- oder Videoquellen denkbar. Kodiert werden können Aussagen über solche Objekte sowie Aussagen über die Beziehungen zwischen ihnen. Insbesondere die letztgenannte Möglichkeit dürfte in der Zukunft bei fachgerechter Ausnutzung ein mächtiges Hilfsmittel für die Verbesserung von Navigations- und Retrievalangeboten in komplexen Hypertext-Netzwerken darstellen. Über diese primären Anwendungsbereiche hinaus lässt sich RDF jedoch auch für verwandte und ähnlich anspruchsvolle Vorhaben wie etwa den professionellen Aufbau und die Verwaltung umfangreicher Ontologien nutzen. Folgerichtig wird dieser Standard auch von Tim Berners-Lee, dem

²¹⁶ Dokumentationen zu laufenden und abgeschlossenen Arbeiten, Standardisierungen und Prototypen finden sich unter <http://www.w3.org/RDF/>.

„Erfinder“ des WWW und heutigen Direktor des W3C, zur Umsetzung seiner Vision vom „Semantic Web“ – einer Weiterentwicklung des WWW hin zu einem maschinell umfassend erschließbaren Wissensnetzwerk – eingesetzt.²¹⁷

Ein offenkundiges Problem aller Versuche, Informationsknoten sowie Informationsstrukturen im WWW durch Etiketten bzw. inhaltlich beschreibende Elemente und Attribute angemessen zu kennzeichnen, lässt sich auf die globale, dezentrale Organisation des Mediums zurückführen. Der Einfluss eines einzelnen Autors ist im Allgemeinen auf einen relativ kleinen, abgeschlossenen Bereich – eine Web-Seite oder bestenfalls eine komplette Website – beschränkt, wodurch die weltweit einheitliche Umsetzung standardisierender Vorgaben generell erschwert wird. Fachspezifische Eigenheiten und damit verbundene Konsequenzen für die Erstellung von Attribut/Wert-Inventaren tragen ebenfalls zu einem äußerst heterogenen Umfeld bei.²¹⁸ Das Problem liegt also in der realen Vielfalt von Beschreibungsmustern und -vokabularien.

Vor diesem Hintergrund will RDF einen Ausweg bieten, der die bestehende Vielfalt als notwendig und unumgänglich akzeptiert und eine maschinell realisierbare Lösung offeriert. Um eine Austauschbarkeit und exakte Einordnung von Meta-Informationen auch im Falle divergierender Beschreibungsvokabularien zu gewährleisten, bedient sich RDF folgender Konzepte:

- 1) RDF Schemata (Schemas) bieten eine Basis für die Erstellung anwendungsspezifischer Vokabularien. Mit Hilfe einer einheitlichen Beschreibungssprache können Bedeutungen und Eigenheiten von Attributen formuliert und somit zu anderen Schemata abgegrenzt werden. Solche Beschreibungen können mit hierarchischen Klassen arbeiten; auch das Prinzip der Vererbung darf angewendet werden. PICS (für den Bereich des „content rating“) und Dublin Core (für das Bibliothekswesen) können als derzeit prominenteste Schemata gelten.
- 2) XML Namensräume (Namespaces) organisieren die Zuordnung von Meta-Informationen zu einem Vokabular bzw. Schema. Dies ist notwendig, da

²¹⁷ Vgl. Berners-Lee et al. (2001), Geroimenko/Chen (2003) sowie die Internet-Präsenz <http://www.semanticweb.org>.

²¹⁸ Einen Überblick über partielle Deckungsgleichheiten unterschiedlicher Beschreibungsvokabularien sowie praktische Hinweise für die Konversion von Meta-Daten bietet das *Office for Library and Information Networking* unter der Web-Adresse <http://www.ukoln.ac.uk/metadata/interoperability>.

hinter der gleichlautenden Benennung von Elementtypen und Attributen in verschiedenen Schemata unterschiedliche Bedeutungen und Verwendungen stehen können. Insbesondere umgangssprachliche Bezeichnungen erfordern die Spezifizierung eines konkreten Kontexts: Elementtypen, die *TITEL* oder *LISTE* benannt werden, können in einem vernetzten Umfeld leicht mit namensgleichen Elementtypen aus fremden Anwendungen kollidieren. Namensräume werden nicht nur im Zusammenhang mit Meta-Informationen verwendet, sondern sind ein im XML-Umfeld gängiges und vom W3C empfohlenes Konzept.

Mittlerweile existieren, wie Abbildung 11²¹⁹ belegt, bereits eine Reihe von Software-Werkzeugen zur Generierung von RDF-konformen Meta-Daten. Der praktische Einsatz von RDF wird nachfolgend exemplarisch demonstriert. Der Namensraum *DC* dient dabei zur Identifizierung der vier Elementtypen „title“, „creator“, „date“ und „subject“. Diese sind Bestandteile des Inventars von Dublin Core und können auf diese Weise gegenüber eventuell namensgleichen Elementtypen anderer Beschreibungsvokabularien abgegrenzt werden:

```
<RDF xmlns="http://www.w3.org/1999/02/
      22-rdf-syntax-ns#"
      xmlns:DC="http://purl.org/dc/elements/1.0/">
<Description about="http://www.w3.org/folio.html">
<DC:title>
  The W3C Folio 1999
</DC:title>
<DC:creator>
  W3C Communications Team
</DC:creator>
<DC:date>
  1999-03-10
</DC:date>
<DC:subject>
  Web development, World Wide Web
  Consortium, Interoperability of the Web
</DC:subject>
</Description>
</RDF>
```

²¹⁹ Die Abbildung dokumentiert die Web-Version von „Reggie“ unter <http://metadata.net/dstc/>; vgl. auch Kelly (1998).

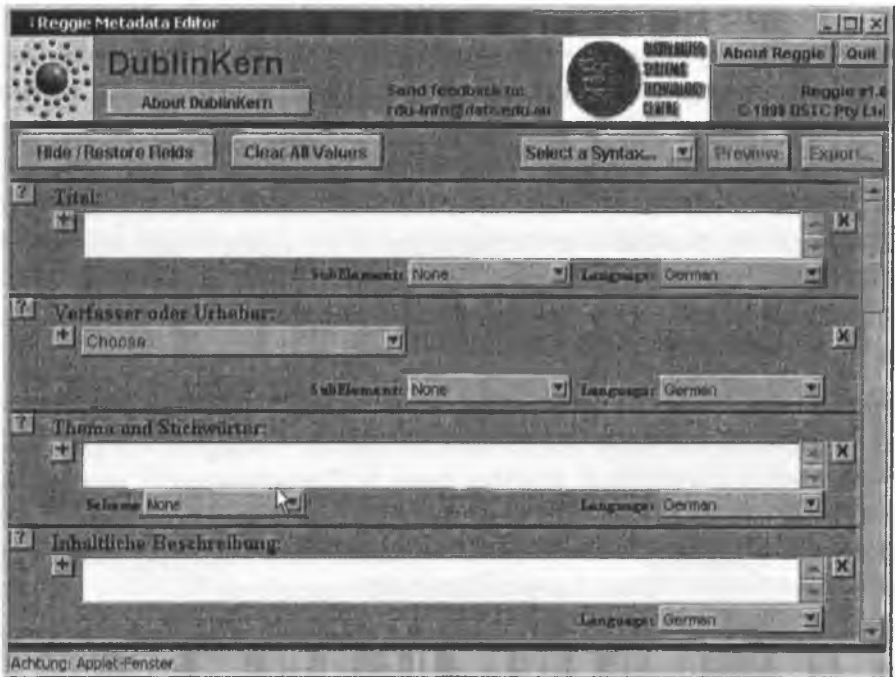


Abbildung 11: Ein Metadata-Editor für RDF

5.6 Topic Maps

Im Herbst 1999 verabschiedeten die *International Organization for Standardization (ISO)* sowie die *International Electrotechnical Commission (IEC)* mit dem Konzept der Topic Maps einen gemeinsamen Standard zur Organisation und Repräsentation von Meta-Informationen in großen Datenbeständen (ISO/IEC 13250).²²⁰ Ungefähr eineinhalb Jahre später folgte dann mit Version 1.0 der hierauf basierenden *XML Topic Maps (XTM)*²²¹ der erste praktische Versuch einer Umsetzung dieses Paradigmas für das WWW. Topic Maps setzen gezielt dort an, wo weniger ambitionierte Implementierungen von Meta-Daten gemeinhin scheitern, nämlich bei der maschinellen Kodierung von

²²⁰ Das Oak Ridge National Laboratory dokumentiert Architektur und Notation dieses Standards unter <http://www.ornl.gov/sgml/sc34/document/0058.htm>.

²²¹ Vgl. die Online-Spezifikation unter <http://www.topicmaps.org/xtm/index.html>.

Beziehungen zwischen Themen (Topics) bzw. thematisch ausgezeichneten Informationsknoten in einem Hypertext-Netzwerk. In diesem Punkt – also bei der Nutzung von Meta-Daten, die nicht nur einzelne Hyperdokumente klassifizieren, sondern darüber hinaus auch die Verhältnisse von Hyperdokumenten untereinander abbilden – erhoffen sich die Anhänger der Topic Maps ähnlich leistungsfähige Resultate wie die Entwickler des *Resource Description Framework (RDF)*. Das Ziel aller Bemühungen ist die exakte Modellierung von vernetzten Wissensstrukturen unter Verwendung flexibler Ontologien, Taxonomien bzw. Vokabularien und in der Folge eine spürbare Verbesserung der Informationssuche im WWW.²²²

Topic Maps stellen den Autoren und Administratoren komplex strukturierter Websites eine XML- bzw. SGML-basierte Sprache – bezüglich der Linking-Mechanismen wurden auch Anleihen beim HyTime-Standard²²³ gemacht – zur Verfügung. Mit deren Hilfe lassen sich Inventare von exakt definierten Ressourcen (Topics) anlegen sowie darauf aufbauend sämtliche Hyperdokumente auf beliebig hohem Niveau kategorisieren und organisieren.

Ein Topic kann – ähnlich wie etwa ein Lexikoneintrag – beinahe beliebige Objekte, Personen, Ideen oder Ereignisse repräsentieren. Beziehungen zwischen Topics werden durch spezielle Typen (Topic Types) ausgedrückt, also z.B.: Das Topic „ZDF“ ist mit dem Typ „Fernsehanstalt“ verbunden, letzterer ist natürlich potenziell selbst ein Topic. Topics werden durch Namen (Topic Names) gekennzeichnet – hier wird zwischen Basis-, Anzeige- und Sortiernamen unterschieden – und durch Verweise auf konkrete Informationsknoten (Occurrences) inhaltlich aufgefüllt. Solche Verweise besitzen ebenfalls einen bestimmten Typ (Occurrence Role Type), der das Ziel der Verknüpfung charakterisiert. Für die praktische Umsetzung derart typisierter Verweise soll der kommende XPointer-Standard²²⁴ zum Einsatz kommen.

²²² Vgl. hierzu Biezunski/Newcomb (2001), Ksiezyc (1999), Pepper (1999), Rath/Pepper (2000), die Homepage des mit Topic Maps beschäftigten Konsortiums unter <http://www.topicmaps.org> sowie die XTM-Seiten der *Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS)* unter <http://xml.coverpages.org/topicMaps.html>.

²²³ Zu HyTime siehe z.B. Allan (1996), DeRose/Durand (1994), Kommers et al. (1998, S. 51ff.), Newcomb et al. (1991) oder im WWW <http://www.oasis-open.org/cover/hytime.html> bzw. <http://www.hytime.org>.

²²⁴ Siehe hierzu Abschnitt 7.4.

Die Verhältnisse mehrerer Topics zueinander werden durch Assoziationen (Associations) ausgedrückt, die – umgangssprachlich formuliert – etwa folgendermaßen aufgebaut sind: „Das ZDF ist eine Fernsehanstalt“, „Fernsehanstalten senden Unterhaltungssendungen“, „Thomas Gottschalk arbeitet für das ZDF“ (vgl. Abbildung 12) oder „Thomas Gottschalk moderiert Wetten dass...?“. Aus einer einmal zusammengestellten Menge von Assoziationen lassen sich anschließend implizit auch weitere Assoziationen ableiten, beispielsweise die Schlussfolgerung „Wetten dass...? läuft im ZDF“.

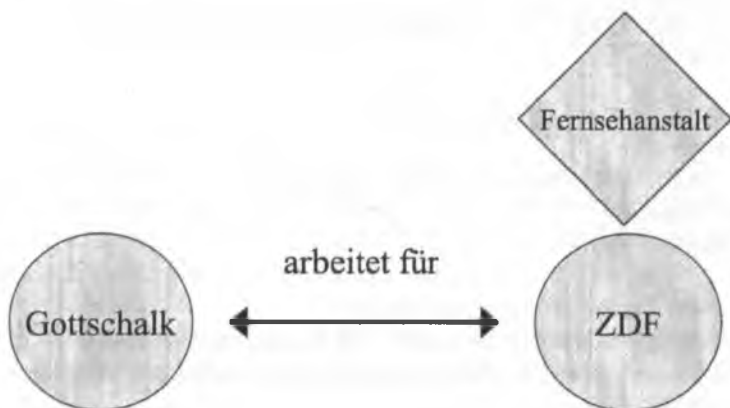


Abbildung 12: Topic Map

Zur detaillierten Klassifizierung von Assoziationen werden erneut Typen (Association Types) und Rollen-Typen (Association Role Types) herangezogen. Das nachfolgende Beispiel demonstriert die praktische Umsetzung einer Topic Map in die Form eines XML-Dokuments. Dabei werden zunächst ein Topic Type namens „tt-fernsehanstalt“ sowie ein Occurrence Role Type namens „or-webadresse“ definiert. Daran anschließend lässt sich das Topic „t-zdf“ vom Typ „tt-fernsehanstalt“ mit einem integrierten Verweis vom Typ „or-webadresse“ anlegen. Als weitere Grundlage dient der Assoziationstyp „at-arbeitet-fuer“, mit dessen Hilfe schließlich eine Assoziation zwischen einem fiktiven Topic „t-gottschalk“ und dem bereits bekannten Topic „t-zdf“ dargestellt werden kann:

```
<topic id="tt-fernsehanstalt">
  <topname><basename>Fernsehanstalt</basename></topname>
</topic>
```

```

<topic id="or-webadresse">
  <topname><basename>WWW-Adresse</basename></topname>
</topic>

<topic id="t-zdf" types="tt-fernsehanstalt">
  <topname>
    <basename>ZDF</basename>
    <dispname>Zweites Deutsches Fernsehen</dispname>
  </topname>
  <occurs type="or-webadresse">www.zdf.de</occurs>
</topic>

<topic id="at-arbeitet-fuer">
  <topname>
    <basename>arbeitet für</basename>
  </topname>
</topic>

<assoc type="at-arbeitet-fuer">
  <assocrl type="tt-person">t-gottschalk</assocrl>
  <assocrl type="tt-fernsehanstalt">t-zdf</assocrl>
</topic>

```

Topic Maps haben von Umfang und Mächtigkeit her sicherlich das Potenzial, die Navigation oder Suche in umfangreichen und komplex strukturierten Hypertextsystemen auf eine angemessene Grundlage zu stellen. Die Grundausrichtung des Konzepts erlaubt nicht nur die Klassifizierung von Informationsknoten aufgrund von knotenspezifischen Attributen, sondern berücksichtigt insbesondere auch inter-hypertextuelle Beziehungen. Assoziationen können beispielsweise für die maschinell interpretierbare Abbildung von Teil-Ganzes-Relationen verwendet werden, was bei einer sachgerechten Umsetzung zu einer effizienten Organisation und Präsentation hierarchischer Strukturen führt. Auffallend ist die konzeptuelle und praktische Nähe zum weiter oben beschriebenen *Resource Description Framework (RDF)*. Beide Standards organisieren die Zuordnung von Meta-Daten zu Informationseinheiten und können auch für eine Kodierung von Beziehungen zwischen Objekten eingesetzt werden. Die weitere Entwicklung dürfte daher vermutlich nicht unwesentlich davon abhängen, inwieweit die für das WWW maßgeblichen Institutionen sowie die wichtigsten Softwarefirmen Topic Maps – eventuell parallel oder auch als Alternative zu RDF – unterstützen wollen.

5.7 Dezentrale Meta-Daten in Hyperdokumenten

Meta-Informationen werden im WWW derzeit beinahe ausnahmslos zur Charakterisierung kompletter Hypertextknoten verwendet. Daneben kommen sie vereinzelt bei der Beschreibung übergeordneter Strukturen, also beispielsweise Gruppen von Hypertextknoten – auch Cluster genannt – oder gar kompletter Websites, zum Einsatz. Die Idee, einzelne Segmente innerhalb eines Hypertextknotens mit Hilfe dezentral verteilter Meta-Daten um relevante Informationen anzureichern und diese dann später situationsspezifisch auszuwerten, hat sich bisher kaum etablieren können. Dies gilt sowohl für das WWW wie auch für andere prominente Hypertextsysteme.

Dabei eröffnet ein solches Vorgehen einen Weg zur Steigerung der Leistungsfähigkeit von Online-Informationssystemen und darin integrierten Suchmechanismen. Es erscheint plausibel, dass eine separate und detaillierte Analyse und Kennzeichnung von Knotensegmenten zwei wesentliche medienspezifische Schwachpunkte des WWW entschärfen würde:

- 1) Durch eine Klassifizierung und Filterung von Knoteninformationen könnten Suchanfragen des Benutzers angemessener beantwortet werden. In der Folge würden sich Ergebnismengen und dementsprechend auch der manuelle Selektionsbedarf und die damit verbundenen Probleme auf Anwenderseite verringern.
- 2) Durch eine flexiblere Inhaltsaufbereitung könnten Hypertextknoten situations- und anwenderbezogener dargestellt werden. Die automatische Ergänzung der Präsentation aufgrund segmentspezifischer Meta-Daten um relevante Zusatzinformationen an geeigneten Positionen im Knoten würde dem Benutzer zusätzliche Mausklicks ersparen. Die Reduktion eines Knotens um bereits besuchte bzw. im aktuellen Kontext als überflüssig eingestufte Informationen dürfte andererseits tendenziell zu übersichtlicheren, kompakteren und folglich auch schneller über die physikalischen Datenleitungen übertragbaren Einheiten führen.

Die punktuelle Verteilung von Meta-Informationen innerhalb eines Hypertextknotens widerspricht im Übrigen keinesfalls den Prinzipien funktional und thematisch abgeschlossener Einheiten. Das Streben nach Kohärenz in Hy-

pertexten²²⁵ bedeutet zwar einerseits, dass sich ein Autor bei der Ausgestaltung seiner Knoten um deren inhaltliche Geschlossenheit bemühen, d.h. beispielsweise bei der Konversion von Druckwerken in Hypertexte von der Möglichkeit der Segmentierung Gebrauch machen sollte. Andererseits zieht dies nicht zwangsläufig die Beschränkung auf monothematische und nicht weiter untergliederte Einheiten nach sich, welche dann tatsächlich durch zentral im Knotenkopf (Header) verankerte Meta-Angaben ausreichend beschreibbar wären. Vielmehr kann es gerade bei der Vermittlung komplexer Sachverhalte erforderlich sein, auch innerhalb eines Knotens verschiedene Sichtweisen, Argumentationsketten usw. festzuhalten. Die tatsächliche Kohärenz in Hypertexten hängt dann umso mehr von einer situationsspezifischen Verarbeitung und Aufbereitung dieser Bestandteile ab.

Der zukünftige Einsatz von Meta-Daten für das Web-Publizieren wird sich bei Berücksichtigung dieser Gegebenheiten kaum ausschließlich auf die grobkörnige Charakterisierung ganzer Hypertextknoten und auf im Knotenkopf gespeicherte Angaben über Inhalte und Eigenschaften beschränken können. Vielmehr dürfte als ergänzender Gesichtspunkt die dezentrale Typisierung und Kennzeichnung einzelner Knotensegmente hinzukommen. Gerade praxisbedingt scheint diese Dezentralisierung von Meta-Informationen gute Perspektiven zu haben. Das immer populärer werdende und mit Hilfe von XML umsetzbare Konzept des „Generic Markup“ unterstützt die Kodierung von Segment-spezifischen Charakteristika durch spezielle Elementtypen und -attribute. Jede logisch motivierte Auszeichnung stellt eine Anreicherung um Meta-Informationen dar – und die in Zukunft absehbar verstärkt zum Einsatz kommende logische Strukturierung von Informationsknoten mit Hilfe modularer Markup-Sprachen auf der Basis von XML eröffnet entsprechende Realisierungsmöglichkeiten.

5.8 Anbindung von Thesauri

Thesauri können im Kontext der Kombination von Hypertexten mit Meta-Daten sowohl theoretisch wie auch praktisch als Sonderfälle angesehen werden. Theoretisch deshalb, weil die Zielsetzung gemeinhin nicht in einer Kodierung

²²⁵ Zur Thematik der Kohäsion und Kohärenz in Hypertexten siehe Kuhlen (1991, S. 27ff.).

elementarer inhaltlicher oder struktureller Angaben zu einzelnen Knoten liegt. Thesauri enthalten keinerlei gezielte Beschreibungen individueller Hyperdokumente, sondern beziehen sich im Falle von Hypertexten auf die gesamte Hypertextbasis. Ein praktischer Unterschied besteht darin, dass Informationen aus einem Thesaurus weder unmittelbar in die Knoten eingebettet noch durch eine in den Knoten formulierte Verknüpfung referenziert werden. Vielmehr lassen sie sich als kontrolliertes externes Vokabular semantisch miteinander verbundener Ausdrücke und Phrasen beschreiben, auf das erst zur Laufzeit, d.h. bei der Präsentation von Knoten oder aber bei der Recherche nach Informationen, zugegriffen wird.²²⁶

Die Ursprünge der Verwendung von Thesauri lassen sich, unabhängig von ihrer heutigen Bedeutung für das elektronische Informationsmanagement, über viele Jahrhunderte zurückverfolgen. Traditionell wird unter einem Thesaurus ein wissenschaftliches Wörterbuch verstanden, mit dessen Hilfe der Wortschatz einer Sprache umfassend festgehalten werden kann. Prominentes Beispiel hierfür ist etwa der *Thesaurus Linguae Latinae (TLL)*, der seit Ende des 19. Jahrhunderts gepflegt wird und sämtliche aus der Antike überlieferten lateinischen Texte enthält.²²⁷ Als konzeptuelle Grundlage für zeitlich nachfolgende Arbeiten kann der 1852 erstmals publizierte *Thesaurus of English Words and Phrases* von Peter Mark Roget angesehen werden. Roget's Thesaurus besteht nicht nur aus alphabetisch geordneten Wortlisten, sondern ordnet jeden einzelnen Eintrag in ein komplexes hierarchisches Inventar von Sachgebieten und untergeordneten Themenbereichen ein. Dabei werden Nummerierungen für Strukturierungen und Querverweise genutzt. Weiterhin listet das Werk Synonyme oder bedeutungsähnliche Einträge auf und beinhaltet Zusatzinformationen zur Wortartenzugehörigkeit und situativen Verwendung.²²⁸

²²⁶ Neben dem hier vorgestellten und im weiteren Verlauf dieser Arbeit verwendeten Konzept der semantisch strukturierten Thesauri existieren auch verschiedene Verfahren für die Generierung und Nutzung von Thesauri auf der Basis statistischer Analysen. Dabei werden Beziehungen zwischen Ausdrücken aufgrund ihrer Verteilung in der Textbasis formuliert, d.h. aufgrund der Häufigkeit des gemeinsamen Auftretens. Zur Diskussion der in diesem Zusammenhang relevanten statistischen Techniken siehe z.B. Kowalski (1997, S. 125ff.).

²²⁷ Für weitere Informationen zum *Thesaurus Linguae Latinae* siehe <http://www.oasis-open.org/cover/tllHome.html>.

²²⁸ Die Inhalte und Klassifikationsschemata von Roget's Thesaurus wurden in den Folgejahren mehrfach überarbeitet und publiziert; siehe z.B. Mawson (1922). Auch verschiedene Online-Versionen sind verfügbar, z.B. unter <http://www.bartleby.com/110/>. Ein weiterer um-

Wie bereits angesprochen, werden Thesauri seit einigen Jahrzehnten zunehmend auch im Zusammenhang mit der maschinellen Dokumentenerschließung eingesetzt.²²⁹ Dies betrifft nicht nur die Verwaltung und Verarbeitung von Hypertexten, sondern gilt allgemein für das Umfeld des Information Storing bzw. Information Retrieval. Insbesondere internationale Firmen und Organisationen, die mit großen Mengen (mehrsprachiger) digitaler Texte umgehen müssen, integrieren Thesauri mit kontrollierten Vokabularien in ihre Systeme.²³⁰ Zusammenfassend lassen sich folgende Anwendungsschwerpunkte unterscheiden:

- 1) Wissensrepräsentation: Thesauri helfen bei der Strukturierung von Wissensgebieten, d.h. Ausdrücke und Konzepte können kodiert und miteinander in Beziehung gesetzt werden.
- 2) Inhaltsbeschreibung: Thesaurus-Einträge werden für die Anreicherung von Inhalten um Meta-Daten verwendet, um eine konsistente Indizierung zu gewährleisten.
- 3) Inhaltsanalyse: Mit Hilfe des in einem Thesaurus kodierten Wissens werden textuelle Inhalte analysiert und thematisch klassifiziert.
- 4) Informationssuche: Suchausdrücke werden mit einem bestehenden Inventar abgeglichen und gegebenenfalls durch andere Ausdrücke ersetzt bzw. um zusätzliche Ausdrücke erweitert. Als hilfreich erscheinen diese Optionen insbesondere für Anwender, deren Wissen über das zu erforschende Sachgebiet beschränkt ist. Ein Thesaurus hilft dabei – entweder im Hintergrund oder als interaktives Angebot – bei der Reformulierung einer Suchanfrage. Konkret können wiederum unterschiedliche und miteinander kombinierbare Strategien beobachtet werden:
 - a) Die Substitution eines Suchworts bzw. einer Phrase durch spezifische kanonische Formen. Auf diese Weise kann die Präzision einer Anfrage erhöht und deren Ergebnismenge verkleinert werden.

fangreicher Online-Thesaurus, der unter Verwendung typisierter Links mit einer Hyperbasis verbunden wurde, ist unter dem Namen „Lexical FreeNet“ via <http://www.lexfn.com> erreichbar.

²²⁹ Vgl. z.B. Kowalski (1997), Paice (1991) und Soergel (1974).

²³⁰ Vgl. z.B. EUROBrokers (1992).

- b) Die Ergänzung eines Suchausdrucks um bedeutungsähnliche Einträge, was zu einer Vergrößerung der Ergebnismenge mit eventuellen Implikationen hinsichtlich der Präzision führen kann.
- c) Die Anreicherung einer Suchanfrage um hierarchisch unter- oder übergeordnete bzw. allgemein semantisch nahestehende Begriffe. Auch hier erhöht sich in der Folge die Anzahl der möglichen Treffer bei gleichzeitiger Abnahme der Präzision.
- d) Die Übersetzung eines Suchausdrucks in eine andere Sprache, um auch die Recherche in multi-lingualen Beständen (Cross Language Retrieval) zu ermöglichen.

Moderne digitale Thesauri sind also weit mehr als einfache Wortlisten oder Bedeutungslexika. Enge Beziehungen bestehen zu Semantischen Netzwerken, Taxonomien und Ontologien. Die Detailliertheit der gespeicherten Informationen variiert dabei unvermeidlicherweise je nach Anwendungszweck und verfügbarem Datenmaterial. Hinsichtlich des syntaktischen Aufbaus von Thesauri verdienen die Arbeiten des World Science Information System der UNESCO²³¹ – auch unter der Abkürzung UNISIST bekannt – besondere Beachtung und bildeten die Grundlage für die Verabschiedung des ISO-Standards 2788 („Guidelines for the development of monolingual thesauri“). Dieses Regelwerk wurde 1986 verabschiedet und 1991 nochmals bestätigt. Als zweiter wesentlicher Beitrag zur Standardisierung einsprachiger Thesauri sind die „Guidelines for the Construction, Format, and Management of Monolingual Thesauri“ (ANSI/NISO Z39.19-1993) zu nennen; hinsichtlich mehrsprachiger Thesauri beschreibt der ISO-Standard 5964 („Guidelines for the establishment and development of multilingual thesauri“) von 1985 einschlägige Anforderungen und Vorgehensweisen. Das folgende Beispiel zeigt einen möglichen rudimentären Eintrag für den Terminus „Internet“ unter Verwendung der genormten Deskriptoren *BT* (*Broader Term*), *NT* (*Narrower Term*), *SYN* (*Synonym*) und *RT* (*Related Term*):

Internet

BT Netzwerke

NT Domain Name System

NT E-Mail

²³¹ Als wegweisende Arbeit kann hier Austin/Dale (1981) genannt werden; zusammenfassende Einführungen bieten z.B. Aitchison et al. (2000), Foskett (1997) und Srinivasdan (1992).

NT Gopher
 NT Network News
 NT WAIS
 NT World Wide Web
 SYN WWW
 NT Web-Server
 NT Browser
 RT Hypertext Markup Language
 SYN HTML

In jüngerer Zeit mehren sich konkrete Vorschläge für die Nutzung elektronischer Thesauri bei der digitalen Informationsverarbeitung und in der Folge auch bei der Verknüpfung von Online-Dokumenten mit Meta-Daten.²³² Lee et al. (1999) beispielsweise erarbeiteten mit der *Thesaural Markup Language (TML)* eine syntaktisch konsistente Auszeichnungssprache zur Repräsentation multifunktionaler Thesauri, deren Inhalte ohne größere Umwege bei der Charakterisierung digitalisierter Dokumente genutzt werden können. Hersteller von Hypertextsystemen, Textdatenbanken und Content-Management-Systemen integrieren in einem zunehmenden Maße Thesauri und darauf basierende Funktionalitäten in ihre Produkte.²³³

5.9 Weitere Ansätze zur Verwendung von Meta-Daten

Neben den oben aufgeführten Standards, Techniken und Strategien lassen sich weltweit eine Reihe weiterer, vielfältiger Initiativen beobachten, die sich mit der Nutzung von Meta-Informationen für Hypertext-Anwendungen beschäftigen. Das Spektrum der potenziellen Einsatzbereiche erscheint außerordentlich umfangreich, und entsprechend groß ist mithin auch die Anzahl der mit dieser Thematik beschäftigten Entwickler und Institutionen. Exemplarisch seien an dieser Stelle folgende Einzelprojekte aufgeführt, die im Kontext der Verwaltung und flexiblen Aufbereitung hypermedialer Dokumente sowie für den Austausch von Meta-Daten zwischen Anwendungen im WWW nach innovativen Ideen und Lösungsmöglichkeiten suchen:

²³² Übersichten, Diskussionsbeiträge und Literaturverweise hierzu finden sich im WWW beispielsweise unter der Adresse <http://www.wilpower.demon.co.uk/thesbibl.htm>.

²³³ Siehe hierzu auch Abschnitt 7.3.1. In Abschnitt 8.6 wird beschrieben, wie ein fachgebiets-spezifischer Thesaurus für Indizierungs- und Rechercharbeiten verwendet werden kann.

- 1) Das Projekt *SHOE* (*Simple HTML Ontology Extensions*) an der Universität von Maryland hat Möglichkeiten zur Ergänzung von Web-Angeboten um Meta-Information ausgearbeitet, die speziell für intelligente Agentenprogramme auswertbar sein sollen.²³⁴ Die Einsatzmöglichkeiten sind nicht auf HTML beschränkt, auch XML-Dokumente können mit SHOE annotiert werden.
- 2) Das Projekt *Math-Net* hat ein im WWW verfügbares Werkzeug zur Erstellung und Modifikation von Meta-Daten einer HTML-Seite entwickelt.²³⁵ Benutzer können die Adresse (URL/URI) eines zu untersuchenden Web-Dokuments eingeben und die in diesem Dokument gefundenen Meta-Daten interaktiv bearbeiten. Das Online-System präsentiert ein auf dem Dublin Core-Beschreibungsinventar basierendes Formular, das als Grundlage zur automatischen Erstellung eines Blocks von Meta-Informationen dient. Dieser Block lässt sich anschließend direkt in den HTML-Code einbinden.
- 3) Unter der Bezeichnung *XMI* (*XML Metadata Interchange*) arbeiten die in der *Object Management Group* (*OMG*) zusammengeschlossenen Firmen (beispielsweise IBM, Microsoft, Oracle, Sun und Unisys) an der Verbesserung der Möglichkeiten für teamorientierte, verteilte Anwendungsentwicklung im WWW. Mit Hilfe einer speziellen XML-Sprache soll der Programmcode von Web-Anwendungen um Meta-Informationen angereichert werden, um den Austausch zwischen unterschiedlichen objektorientierten Entwicklungsumgebungen und Werkzeugen zu vereinfachen.²³⁶ Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Austausch von Java-Objekten.
- 4) Der im Zusammenhang mit der Entstehungsgeschichte von SGML bereits erwähnte Buch-Designer Stanley Rice arbeitet seit Mitte der achtziger Jahre in seiner damals neu gegründeten Firma Autospec an Fragestellungen zum Information Retrieval aus logisch ausgezeichneten Dokumenten. Autospec befasst sich mit der maschinellen Kodierung und Analyse von konzept-

²³⁴ Siehe <http://www.cs.umd.edu/projects/plus/SHOE>.

²³⁵ Zu *Math-Net* siehe <http://www.math-net.de>.

²³⁶ Die Object Management Group hält auf ihrer Website unter der Adresse <http://www.omg.org> einen Überblick über XMI bereit. Unter <http://alphaworks.ibm.com/tech/xmitoolkit> bietet IBM mit dem „XMI Toolkit“ eine Referenz-Implementierung von XMI an, die mittlerweile auch in das Projekt „Eclipse“ eingeflossen ist; vgl. <http://www.eclipse.org>.

tionellen Zusammenhängen zwischen Informationseinheiten mit dem Ziel einer effektiven automatischen Filterung²³⁷.

- 5) Im Rahmen der Arbeiten der *Text Encoding Initiative (TEI)* wurden spezielle Markup-Tags für die inhaltliche Kennzeichnung von Dokumenten festgelegt.²³⁸ Mit Hilfe dieser Elementtypen und Attribute können nicht nur Informationen über Titel, Autor, Herausgeber oder weitere Beteiligte festgehalten, sondern auch Angaben über die Publikationssprache, inhaltlich beschreibende Schlagworte sowie natürlichsprachliche Kurzbeschreibungen gespeichert werden. Die Art und Weise der Auswertung bleibt dem einzelnen Anwender überlassen. Für die Konversion von auf den TEI-Richtlinien basierenden Meta-Informationen in die Syntax anderer Beschreibungsvokabularien wie etwa Dublin Core gibt es detaillierte Vorschläge.

²³⁷ Weitere Informationen hierzu gibt es unter <http://gate.cruzio.com/~autospec>.

²³⁸ Siehe <http://www.tei-c.org> sowie Burnard (2000) und Sperberg-McQueen (1994).

6. Klassifizierung von Hyperlinks

6.1 Einführung

Verknüpfungen bzw. Hyperlinks²³⁹ sind, ebenso wie Hypertextknoten, originäre und konstituierende Bestandteile eines jeden hypertextuellen Mediums und somit auch unverzichtbare Hilfsmittel im World Wide Web. Sie bestehen in jedem Fall aus einem Ausgangspunkt sowie einem Zielpunkt. In Abhängigkeit vom Typ der Verknüpfung sowie den technischen Rahmenbedingungen kann ein Hyperlink auch von einem Ausgangspunkt aus auf mehrere Ziele verweisen, von unterschiedlichen Punkten im hypertextuellen Netzwerk aus zu einem gemeinsamen Ziel führen oder sogar gleichzeitig mehrere Ausgangs- und Zielpunkte miteinander verbinden.

Ein mit Berechtigung beklagter Missstand und Ursprung vieler Navigationsprobleme im WWW ist in diesem Zusammenhang die hohe, allerdings konkret nur schwer bezifferbare Anzahl von Fällen, in denen ein Verweis den Benutzer nicht wie erhofft zu einem Zielknoten, sondern ins Leere respektive zu einer Fehlermeldung der Art „The requested URL was not found.“ führt. Solche Verknüpfungen werden auch als „dead links“ oder „dangling links“ bezeichnet und lassen sich durch die Eigenart charakterisieren, dass der Zielpunkt einer Verknüpfung zwar meist explizit spezifiziert, aber zur Rezeptionszeit nicht auffindbar ist.²⁴⁰ Das Problem liegt dabei entweder in der Angabe einer von Anfang an fehlerhaften Zieladresse durch den Web-Autor oder im Umstand, dass diese Zieladresse temporär oder fortdauernd nicht mehr erreichbar ist. In Kombination mit Mehrfachverknüpfungen zwischen Einzeldokumenten entstehen dann unversehens die bereits aus der Programmierpraxis gefürchteten

²³⁹ Schon das 1945 von Vannevar Bush beschriebene fiktive System *Memex (Memory Extender)* beruhte auf der Verknüpfung inhaltlich verwandter Informationseinheiten durch so genannte „trails“; vgl. Bush (1945). Der Terminus „Hyperlink“ wurde ebenso wie der Begriff „Hypertext“ erst zwei Jahrzehnte später von Ted Nelson eingeführt; vgl. dazu Nelson (1993) und Horn (1989, S. 258f.).

²⁴⁰ Nielsen (2001b) erwähnt darüber hinaus neben „dead links“ und „live links“ auch „half-dead links“, d.h. bruchstückhafte Verweise, die keinen expliziten Zielpunkt besitzen und dadurch zusätzlichen intellektuellen Aufwand seitens des Nutzers erfordern.

„Spaghetti-Strukturen“ bzw. ein unübersichtliches „tangled web of links.“²⁴¹ Das World Wide Web Consortium (W3C) hat im Mai 1997 mit der im *Request for Comments 2141* spezifizierten URN-Syntax²⁴² versucht, eine technische Lösung für die Vermeidung von ins Leere weisenden Hyperlinks anzubieten. Das Neue an URNs besteht darin, dass sie keine absoluten Adressangaben verwenden, sondern unter Ausnutzung der Namespace-Funktionalität²⁴³ interpretierbare, abstrakte Zielbezeichnungen einführen. Die Vorschläge haben sich bisher trotz der mit ihnen verbundenen hohen Erwartungen nicht praktisch durchsetzen können.

Die immer noch und immer wieder aktuelle Diskussion über neue und leistungsfähigere Link-Konzepte offenbart den Stellenwert, den hypertextuelle Verknüpfungen im World Wide Web wie auch in jedem anderen Hypertext-Netzwerk einnehmen. Web-Angebote ohne Hyperlinks können prinzipiell keine Hypertexte sein. Erst Verknüpfungen kodieren die semantischen Beziehungen zwischen Ausgangs- und Zielpunkten²⁴⁴ und ermöglichen in der Folge den Aufbau von komplexen, nicht-linearen Netzwerken sowie generell den adäquaten Zugriff auf einzelne Hypertextknoten. Angereicherte Verknüpfungen sind überdies eine Grundvoraussetzung für die flexible Integration verschiedenartiger, multimedialer Quellen in ein Informationssystem, in welchem die physische Anordnung und Speicherung der Inhalte unabhängig von Organisation und Layout der Benutzeroberfläche erfolgt: Erweiterte Hyperlinks referenzieren die konkrete Position der Zielinhalte innerhalb der Hypertextbasis und stoßen zur Zugriffszeit die medientypische Präsentation an.

Abgesehen von diesen praktischen Ansätzen wird zur Rechtfertigung des Einsatzes von Hyperlinks und in Anlehnung an Erkenntnisse aus der Kognitions-Psychologie sowie der Forschungen zur Künstlichen Intelligenz (KI) oft das Argument vorgebracht, die Wissensrepräsentation in vernetzten Hypertext-

²⁴¹ Dieser Ausdruck wurde bereits einige Jahre vor Erfindung des WWW eingeführt; vgl. Conklin (1987).

²⁴² URN steht für *Uniform Resource Name*; vgl. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2141.txt>. Zur Diskussion um fehlerhafte Verweise ist auch der Beitrag „Cool URIs don't change“ von Tim Berners-Lee sehr aufschlussreich, vgl. Berners-Lee (1998).

²⁴³ Die Einsatzmöglichkeiten von „Namensräumen“ (Namespaces) werden in Abschnitt 4.5.1 im Zusammenhang mit strukturierten Textauszeichnungen erörtert.

²⁴⁴ Vgl. hierzu Grønbaeck/Trigg (1994).

strukturen korrespondiere mit der Speicherung von Sachverhalten und Zusammenhängen im menschlichen Gehirn. Fürsprecher solcher Modelle erhoffen sich positive Effekte durch die Unterstützung mehrerer Abstraktionsebenen in hypertextuellen Semantischen Netzen. Über die Plausibilität dieses Anspruchs ist in der Vergangenheit mit durchaus unterschiedlichen Ergebnissen diskutiert worden.²⁴⁵ Unstrittig erscheint allerdings die Annahme, dass durch eine anwendungs- und nutzerorientierte Vernetzung – also durch den Einsatz von Hyperlinks zur Kodierung relevanter Beziehungen zwischen einzelnen Knoten – der informationelle Wert einer Menge von Ressourcen grundsätzlich anwächst. Voraussetzung für einen solchen informationellen Mehrwert ist notwendigerweise in jedem Fall eine substanzielle Mehrarbeit seitens der Autoren, nämlich eine vorhergehende inhaltlich, funktional oder anderweitig motivierte Analyse sämtlicher Hypertextknoten sowie der potenziell speicherwürdigen Beziehungen zwischen diesen.

An dieser Stelle erscheint es zur Vermeidung von Missverständnissen angebracht, auf die seit den Gründertagen des World Wide Web beobachtbare Verkürzung der Bedeutung und des Einsatzgebiets von Hyperlinks in einschlägigen, medienspezifischen Debatten hinzuweisen. Die Diskussion innerhalb der Hypertext-Gemeinde war schon einmal weiter: Bereits Jahrzehnte vor Einführung des WWW unterstützten frühe Hypertextsysteme wie beispielsweise Ted Nelsons *Xanadu* oder das von Randall Trigg entworfene *Textnet*²⁴⁶ die Definition und Anwendung unterschiedlicher Klassen von Verknüpfungen. Hyperlinks konnten unabhängig vom eigentlichen Knoteninhalt verwaltet und zur Kodierung von inhaltlich oder funktional exakt klassifizierten Beziehungen zwischen einzelnen Punkten im Hypertextnetzwerk verwendet werden. Im Internet haben solche Möglichkeiten bisher nur sehr eingeschränkt eine gewisse Verbreitung gewinnen können.²⁴⁷ Bedingt durch die Eigenschaften und Li-

²⁴⁵ Vgl. Kuhlen (1991), Landow (1992) und Schulmeister (1997). Aufschlussreich ist auch die empirische Studie von Gray/Shasha (1989), in der die Effektivität der Informationssuche in nicht-linearen Hypertextsystemen mit und ohne Hyperlinks untersucht wird.

²⁴⁶ Ein Überblick über den Funktionsumfang früher Hypertextsysteme findet sich in Conklin (1987); zu den genannten Systemen siehe auch Nelson (1980) und Trigg (1983).

²⁴⁷ Ausnahmen sind hier bei einigen fortschrittlichen Web-Systemen der zweiten Generation wie zum Beispiel *Hyper-G* bzw. *Hyperwave* zu beobachten; vgl. z.B. Maurer (1996). *Hyperwave* hat sich mittlerweile als kommerzielles Hypertext-System etabliert, siehe dazu auch Abschnitt 7.3.1.

mitationen der im WWW dominierenden Auszeichnungssprache HTML und ihres Link-Elements werden Verknüpfungsangaben meist direkt und vollständig in den Text von Hypertextknoten eingebettet. Als Attribut führen sie in vielen Fällen lediglich die Adresse eines Zielpunkts mit sich und lassen sich auch nur in beschränktem Maße mit aussagekräftigen Zusatzinformationen versehen.

Jeder Web-Anwender kennt die Erscheinungsform – unter der Bezeichnung „embedded linking“ bekannt geworden – und Leistungsfähigkeit von HTML-Verknüpfungen: Eine typischerweise durch Unterstreichung hervorgehobene Passage im Text, ein bestimmter Ausschnitt eines Bildes oder eine grafische Schaltfläche lassen sich mit dem Mauszeiger anklicken und führen den Benutzer zum Zielpunkt der Verknüpfung. In den meisten Fällen werden einzelne Wörter im laufenden Inhaltstext als Startpunkt (Anker) einer Verknüpfung verwendet. Diese übernehmen dann eine Doppelfunktion: Neben ihrem eigentlichen Zweck der Inhaltspräsentation weisen sie auch darauf hin, dass an dieser Stelle eine Verbindung zu einem anderen Punkt im Hypernetzwerk existiert. Problematisch wird diese Doppelfunktion bei steigender Anzahl von Hyperlinks pro Knoten. Hypertextknoten mit übermäßig vielen eingebetteten Hyperlinks können leicht dazu führen, dass der Anwender den Gesamtüberblick verliert bzw. den einzelnen Anker gar nicht mehr als solchen wahrnimmt. Die Hervorhebung verliert dann ihre beabsichtigte Wirkung, nämlich auf eine relevante Verzweigungsalternative aufmerksam zu machen. In der einschlägigen Fachliteratur findet sich hierzu folgende Empfehlung:

Links should be used sparingly and as a reinforcement of, not a substitute for, content. (Horton/Lynch, 1999a, S. 99)

In diesem Zusammenhang erscheinen im Übrigen auch stilistische Fragen erwähnenswert, etwa das Problem des Wegfalls der Unterstreichung als zusätzliches Ausdrucksmittel für den Autor. Als Alternative verfolgen manche Autoren die Strategie, einzelne Hyperlinks nicht im Text hervorzuheben, sondern gesammelt und separat an einer prominenten Fensterposition darzustellen. Dadurch entfällt die Doppelfunktion innerhalb des Fließtexts mit all ihren Implikationen. Allerdings liegen mittlerweile empirische Studien vor, welche die Praxis des „embedded linking“ mit der Leistungsfähigkeit separater, hierarchischer Linklisten am Anfang oder Ende eines Hypertextknotens vergleichen. Diese kommen zu dem Ergebnis, dass Benutzer mit Hilfe eingebetteter Links schneller und einfacher zu den von ihnen gesuchten Informationen gelan-

gen. In Vora et al. (1994) wird beispielsweise eine um 26 Prozent schnellere Navigations- und Arbeitsgeschwindigkeit bei der Benutzung von eingebetteten Hyperlinks im Vergleich zu Systemen mit aus dem Knotentext herausgelösten Hyperlinks festgestellt. Diese Alternative scheint also wenig erstrebenswert.

Einen möglichen Ausweg könnte ein Zwitteransatz bieten, der an dieser Stelle nur thematisiert werden soll: Ausgehend von der Tatsache, dass für WWW-Oberflächen derzeit kaum ein Weg an eingebetteten und nicht weiter spezifizierten HTML-Links vorbeiführt, läge eine Verlagerung der Speicherung wünschenswerter zusätzlicher Link-Attribute nahe. Dies ließe sich durch eine Verwendung von XML und den mit diesem Standard verwandten Verlinkungsoptionen – auf diese wird weiter unten noch genauer eingegangen – oder auch über den Rückgriff auf spezielle Speicherlösungen wie etwa Datenbanksysteme realisieren (Stichwort „Hyperlink-Datenbank“).²⁴⁸ Die außerhalb des Knotentexts abgelegten Zusatzinformationen könnten dann dazu genutzt werden, zur Zugriffszeit nur eine gezielte Auswahl der für einen Knoten verfügbaren Verknüpfungen als HTML-Links einzublenden und andere Verweise einfach „abzuschalten“.²⁴⁹

Der Vorteil des bisher beschriebenen HTML-Prinzips liegt in seiner zweifellos einfachen Erlern- und Umsetzbarkeit. Allerdings bezahlt man diesen Startvorteil mit dem Umstand, bei jeder Modifikation eines Hyperlinks auch den jeweiligen Ausgangsknoten unmittelbar überarbeiten zu müssen; Inhalt und Hyperlinks werden bei einem solchen Vorgehen schließlich gemeinsam verwaltet. Weiterhin wird die Anzahl der überhaupt einsetzbaren Linktypen und -attribute limitiert, d.h. auf ein relativ kleines, durch den HTML-Standard festgelegtes Set eingeschränkt. Web-Autoren, die ihre Arbeiten um nicht HTML-konforme Link-Funktionalitäten wie etwa eine funktionale Kennzeichnung („labeling“, siehe hierzu Abschnitt 6.2.2) anreichern wollen, müssen sich nach alternativen und mächtigeren Lösungen umschauchen.

Die oben aufgeführten Unzulänglichkeiten einer direkten Einbettung einfacher Verweise in Hyperknoten verdeutlichen eine generelle Problematik, nämlich die gerade unter WWW-Autoren oft fehlende Anerkennung von Hyperlinks

²⁴⁸ Siehe hierzu die Beschreibung der *GRAMMIS*-Linkdatenbank in Abschnitt 8.4.5.

²⁴⁹ Eine solche Strategie erfordert allerdings eine eigenständige Komponente zur Generierung der Präsentationsoberfläche; siehe hierzu auch Abschnitt 7.4. Eine exemplarische Lösung wird in den Abschnitten 8.8.1 und 8.9 aufgezeigt.

als eigenständige Objekte. Im Folgenden sollen Verknüpfungen deshalb als mit den eigentlichen Knoteninhalten gleichberechtigt angesehen werden. Sie lassen sich prinzipiell unabhängig von ihrer späteren optischen Darstellung abspeichern und mit Hilfe spezieller Attribute funktional oder inhaltlich charakterisieren. Fortschrittliche Hyperlinks in modernen Hypertextnetzen sind mehr als simple Ankerpunkte mit einer Zieladresse. Durch ihre separate, vom Inhaltstext losgelöste Verwaltung sowie automatisierte Gültigkeitsprüfungen kann insbesondere dem Problem der „toten Links“ wirkungsvoll begegnet werden. Die angemessene Speicherung unabhängig von der jeweiligen Repräsentation zur Rezeptionszeit erlaubt weiterhin auch eine zuverlässige Implementierung zusätzlicher Funktionalitäten wie etwa automatisch generierter Listen aller von einem Knoten wegführenden bzw. zu ihm hinweisenden Links.

Eine medienspezifische Untersuchung und Klassifizierung von Verknüpfungstypen im WWW bietet sich, im Anschluss an die bereits stattgefundenen Charakterisierung von Hypertextknoten, sowohl aus Autoren- wie aus Anwenderperspektive an. Inhaltlich oder organisatorisch begründete Beziehungen jedweder Art zwischen einzelnen Hypertextknoten bzw. Segmenten von Hypertextknoten sowie die auf der Grundlage solcher Beziehungen erstellten Hyperlinks übernehmen eine wichtige Rolle in hypertextuellen Netzwerken: Dem informationssuchenden Anwender eröffnen sie die Chance zur selbstgesteuerten Navigation per Mausklick²⁵⁰, d.h. zur eleganten und effektiven Fortbewegung im „Hyperspace“. Ohne Verknüpfungen wären einzelne Hypertextknoten im WWW isolierte Einheiten und entweder überhaupt nicht oder bestenfalls über die umständliche direkte Angabe von Zieladressen erreichbar. Anwender sind demzufolge auf sinnvoll angelegte, auf der Knoten-Oberfläche klar erkennbare und eindeutig interpretierbare Links angewiesen, die mühelos verstanden und benutzt („aktiviert“) werden können. Jede Einschränkung geht dabei unmittelbar auf Kosten der Effizienz; sei es, weil der Anwender den für ihn in der aktuellen Situation relevanten Link nicht findet, oder weil er einem missverständlich oder fehlerhaft spezifizierten Link folgt.

Für den Autor und Verwalter eines hypertextuellen Informationsangebots im WWW ergibt sich aus diesem Sachverhalt die Notwendigkeit einer anwen-

²⁵⁰ Andere Möglichkeiten zur Aktivierung von Hypertextlinks entsprechend des Paradigmas der direkten Manipulation – vgl. Shneiderman (1998) – wie Tastatur- oder Spracheingabe können derzeit aus unterschiedlichen Gründen (Verbreitung, Benutzerfreundlichkeit, Stand der technischen Entwicklung) vernachlässigt werden.

dungs- und situationsspezifischen Organisation von Verknüpfungen. Je detaillierter er Angaben über deren Quelle, Ziel und Funktion festhält, desto flexibler und aussagekräftiger kann er schließlich die Hyperlinks später in Hypertextknoten einbetten und visuell präsentieren.

In der Hypertext-Forschung sind in der Vergangenheit eine Vielzahl ausgefeilter Klassifizierungsschemata für Hyperlinks entworfen worden, die vielfältige Aspekte und Formen von Relationen zwischen Knoten berücksichtigen.²⁵¹ Diese Modelle orientieren sich zum Teil an konkreten Hypertextsystemen, die bereits geraume Zeit vor der Erfindung des World Wide Web im Einsatz waren, und sind dementsprechend als Beschreibungen des jeweiligen Status Quo anzusehen. In anderen Fällen wurde allerdings versucht, aufgrund von systemunabhängigen Einzelkriterien universal anwendbare Typologisierungen oder sogar differenzierte, systematische Taxonomien zu erstellen. Die für das World Wide Web bedeutsamsten Unterscheidungen werden nachfolgend unter medienspezifischen Gesichtspunkten zusammengefasst. Weiterhin sollen, jedenfalls wo dies erstrebenswert und realisierbar erscheint, auch die Möglichkeiten einer praktischen Umsetzung angesprochen werden.

6.2 Unterscheidung aufgrund der Funktionsspezifikation

Eine in der Hypertext-Forschung oft verwendete Methode für die Klassifizierung von Hyperlinks²⁵² stützt sich auf das Vorhandensein bzw. Fehlen der funktionalen Kennzeichnung eines Links und unterscheidet in der Folge zwischen typisierten und nicht-typisierten Verknüpfungen. Letztere werden oft auch als referenzielle Hyperlinks²⁵³ bezeichnet und können als grundlegende Minimal-Links angesehen werden, da durch sie lediglich die Verbindung von einem Ausgangspunkt zu einem bestimmten Ziel kodiert wird. Darüber

²⁵¹ Siehe dazu z.B. Conklin (1987), DeRose (1989), Gloor (1997), Grønbaeck/Trigg (1994), Horn (1989), Kuhlen (1991), Parsaye et al. (1989), Parunak (1991), Schnupp (1992), Simon/Erdmann (1994). Unter dem Aspekt der logischen Informationsmodellierung erscheint in diesem Kontext auch die Idee der Topic Maps erwähnenswert, die in Absatz 5.6 beschrieben wird.

²⁵² Vgl. Kuhlen (1991, S. 102ff.).

²⁵³ Conklin (1987), ein Klassiker der Hypertext-Literatur, verwendet den Terminus „referential links“.

hinausgehende Informationen über die Art oder Funktion eines Links – und mithin über die Beziehungen der betroffenen Knoten im Hypertext-Netzwerk zueinander – werden bei nicht-typisierten Verknüpfungen nicht festgehalten und bleiben damit zwangsläufig auch für den Anwender unbestimmt.

Dagegen stehen typisierte Verknüpfungen für ein ambitioniertes und weiterführendes Modell, das durch konzeptuelle Ergänzungen der zentralen Bedeutung gerecht werden will, die Verknüpfungen in einem hypertextuellen Netzwerk besitzen. Typisierte Hyperlinks speichern nicht nur Ausgangs- und Zielpunkte von Verknüpfungen, sondern sollen dem Anwender auch Wissenswertes über die Qualität der Beziehungen zwischen den verknüpften Hypertextknoten vermitteln und dadurch die Wissensexploration durch gezieltes Browsing unterstützen. Die explizite Charakterisierung von Hyperlinks stellt unter systembezogener Perspektive eine folgerichtige Ergänzung zu einer Typisierung von Hypertextknoten²⁵⁴ dar.

6.2.1 Nicht-typisierte Verknüpfungen

Nicht-typisierte und in den Informationsteil eines Knotens direkt eingebettete Verknüpfungen versetzen den Internet-Nutzer bereits seit den Anfängen des WWW²⁵⁵ in die Lage, in diesem Netzwerk miteinander verbundener Informationseinheiten zu navigieren. Sie repräsentieren aller Unzulänglichkeiten zum Trotz den allgemein akzeptierten Stand der Kunst in diesem Medium. Die Problematik nicht-typisierter Verknüpfungen liegt primär in dem Umstand begründet, dass über die Art der Verbindung keine konkrete Aussage gemacht wird. Vielmehr muss sich der Anwender die für seine Navigationsentscheidung notwendigen Informationen aus dem Kontext erschließen.

²⁵⁴ Beispielsweise durch Meta-Informationen, vgl. dazu Abschnitt 5.1.

²⁵⁵ Natürlich sind nicht-typisierte Verknüpfungen im Internet keine exklusive Erfindung des WWW, sondern spätestens seit Einführung des Gopher-Dienstes 1990/91 – also knapp drei Jahre vor Veröffentlichung des ersten grafischen und fensterorientierten WWW-Clients *Mosaic* durch das *National Center for Supercomputing Applications (NCSA)* – ein wichtiges Hilfsmittel für die Kommunikation und Navigation in den weltumspannenden Netzen. Zur Entwicklung des Gopher siehe Conner-Sax/Krol (1999), Maurer (1996, S. 55ff.), oder <http://www.w3.org/History/19921103-hypertext/hypertext/Products/Gopher/Overview.html>.

Ein Beispiel für nicht-typisierte Hyperlinks im WWW wurde bereits in Abbildung 6 demonstriert: Für den Anwender, sofern ihm die Konventionen des Mediums für die Repräsentation eines Links – Unterstreichung, farbige Markierung und Änderung des Mauszeigers beim Überfahren der Textstelle – geläufig sind, ist lediglich erkennbar, dass das Wort „Stadtmauer“ den Ausgangspunkt einer Verknüpfung darstellt. Es wird nicht angegeben, was den Benutzer nach dem Aktivieren dieser Verknüpfung erwartet. Der Benutzer könnte zu einem speziellen Informationsknoten geführt werden, der Geschichte und Verlauf der römischen Stadtmauer rund um Trier behandelt. Ebenso gut könnte ihm ein Video mit einer festlichen Ansprache des Oberbürgermeisters anlässlich des Abschlusses der Restaurierungsarbeiten an ebendieser Mauer oder etwa eine Statistik über Raumentwicklung und Wohnbevölkerung der von Stadtmauern umschlossenen Gemeinden in nachrömischer Zeit präsentiert werden.

Ein optimal konzipiertes Hypertext-Informationssystem würde dem Anwender deutlich machen, warum die Verzweigung zum Zielpunkt einer Verknüpfung für ihn lohnenswert ist. Die Ausgestaltung von Links sollte also prinzipiell zur Aufstellung begründeter Fortsetzungserwartungen auf der Rezipientenseite beitragen.²⁵⁶ Wenn der Anwender dagegen vor dem Sprung nicht beurteilen kann, ob der Inhalt des Zielpunkts überhaupt seinem momentanen Informationsbedürfnis entspricht, wird er einen nicht unerheblichen Teil seiner Energie und Zeit für das unfreiwillige „Testen“ der angebotenen Links hinsichtlich ihrer tatsächlichen Ergiebigkeit aufwenden. Der Benutzer wird somit tendenziell zum unsystematischen Navigieren aufgrund spontaner Reize – und mithin zum assoziativen Browsing – verleitet, was trotz aller positiven Aspekte zwangsläufig die Gefahr der letztendlichen Desorientierung und Frustration birgt.

Doch auch nicht-typisierte Hyperlinks lassen sich, zumindest innerhalb weniger komplex strukturierter Hypertext-Netzwerke, sinnvoll einsetzen, sofern bestimmte Maßnahmen ergriffen werden: Wichtig erscheint hier in erster Linie eine intuitiv verständliche Darstellung der Hyperlinks auf der Benutzeroberfläche, also eine möglichst klare Formulierung der anklickbaren Ankerpunkte bzw. die Verwendung einschlägiger grafischer Symbole und Bilder.

²⁵⁶ Vgl. Bucher (2001, S. 141).

6.2.2 Typisierte Verknüpfungen

Typisierte oder etikettierte Hyperlinks,²⁵⁷ d.h. Verknüpfungen mit ergänzenden Attributen, kodieren im Gegensatz zu nicht-typisierten Links nicht nur den Umstand, dass eine Beziehung zwischen bestimmten Start- und Zielpunkten in einem Hypertext besteht. Sie halten darüber hinaus auch Angaben über die Art bzw. Funktion der Verknüpfung sowie potenziell weitere für das Verständnis oder die Orientierung hilfreiche Informationen fest.²⁵⁸ Bucher (1999a) sieht in diesem Sinne u.a. folgende Fragen als wesentlich an: „Welche Aspekte des Ausgangs- bzw. Zieldokuments werden verknüpft?“ und „Welche Art von Verknüpfung liegt vor?“. Dem Anwender können bei fachgerechter Beantwortung und Umsetzung wichtige Zusatzinformationen zu einem Link geliefert werden – umgangssprachlich ausgedrückt etwa: „Dieser Verweis führt zu einer Statistik, welche die im aktuellen Hypertextknoten getroffene Aussage bestätigt und die in grafischer Form präsentiert wird.“

Derartige Angaben erleichtern in konkreten Nutzungssituation die Auswahl einer idealen, dem Informationsbedürfnis des Anwenders entsprechenden Verzweigung. Weiterhin können sie in benutzeradaptiven Systemen auch zur Link-Filterung genutzt werden, also zur Entscheidung darüber, ob und gegebenenfalls wie eine bestimmte Verknüpfung zur Rezeptionszeit präsentiert wird.²⁵⁹ Nachfolgend werden verschiedene Begründungen für und Herangehensweisen an die Typisierung der Verknüpfungen in Hypertexten skizziert.

²⁵⁷ Gelegentlich wird explizit zwischen typisierten („typed“) und etikettierten („labeled“) Hyperlinks unterschieden. Etikettierte Hyperlinks besitzen zwar keine besonderen Attribute, werden aber zur Rezeptionszeit mit visuellen Zusatzinformationen in Form von Icons oder textuellen Charakterisierungen (Etiketten) belegt; vgl. hierzu Halasz (1988). Diese Unterscheidung soll hier nicht übernommen werden, da sie sich primär an der jeweiligen Ausgestaltung der Benutzeroberfläche orientiert. Etikettierte und typisierte Verknüpfungen werden im Folgenden mit der Begründung gleich gestellt, dass eine Etikettierung immer auf einer vorhergehenden Typisierung – und bestünde sie lediglich in der Vergabe eines Standardwerts – aufbauen muss.

²⁵⁸ Eine exemplarische Typisierung von Verknüpfungen in einem Offline-Hypermediasystem wird beispielsweise in Schneider (1997) beschrieben.

²⁵⁹ Naheliegenderweise bietet sich als sinnvolle Ergänzung zu einer methodischen Typisierung von Hyperlinks auch die Typisierung von Hypertextknoten an; vgl. dazu z.B. Marmann/Schlageter (1992), Hammwöhner/Kuhlen (1994) oder Hammwöhner (1997). In den Abschnitten 8.4.1 und 8.4.5 wird eine solche Typisierung praxisnah am Beispiel des *GRAM-MIS*-Systems beschrieben.

Eine Typisierung von Hyperlinks sollte im optimalen Fall anwendungsbezogen stattfinden und kann dabei nach unterschiedlichsten Gesichtspunkten erfolgen. Verknüpfungen lassen sich etwa durch den Medientyp des Zielpunkts (Text, Bild, Ton, Video etc.)²⁶⁰ oder in Abhängigkeit von der durch die Aktivierung angestoßenen Aktion (Nachschlagen in einem Lexikon, Berechnung eines Ergebnisses, Volltext-Recherche in einer Textsammlung etc.) unterscheiden und benennen.²⁶¹ Die Speicherung solcher Angaben bietet vielfältige Vorteile sowohl für Autoren als auch für Leser von Hypertexten: Den Betreibern einer Website wird hierdurch eine zentrale und effektive Steuerung der Art und Weise ermöglicht, wie der Zielpunkt einer Verknüpfung zur Rezeptionszeit für den Anwender präsentiert werden soll. Dies kann beispielsweise in separaten Fenstern oder – wie allerdings bereits erwähnt nur in Einzelfällen – mit Hilfe spezieller Zusatzprogramme erfolgen.²⁶² Dem Leser wiederum kann bereits vor dem Aktivieren eines Hyperlinks deutlich gemacht werden, was genau ihn nach dem folgenden Mausklick erwartet.

In diesem Zusammenhang bietet sich auch die Speicherung weiterer rudimentärer Link-Informationen an. Als hilfreiche und gleichwohl verhältnismäßig unkompliziert zu realisierende Ergänzung kann hier die Ausstattung von Verknüpfungen mit für den Benutzer les- und interpretierbaren Zieladressen genannt werden.²⁶³ In Anbetracht der üblicherweise im WWW für Adressierungszwecke verwendeten Syntax erscheint eine entsprechende Zusatzinformation sinnvoll, da sich das Gros der Anwender unter vergleichsweise kryptischen Zieladressen wie etwa *http://193.196.8.7:80/gra/intro.html#anfang* vermutlich nur wenig vorzustellen vermag. Gängige Webbrowser zeigen solche Adressen beim Überfahren eines einfachen HTML-Hyperlinks mit der Maus an. Eine verständlichere Zielangabe – etwa „Dieser Link führt zur Startseite

²⁶⁰ Allerdings erscheint die Charakterisierung von Hyperlinks aufgrund der im Zielknoten verwendeten Medientypen gerade in einem multimedialen System wie dem WWW nur schwer realisierbar und auch nur bedingt nützlich. Die Mehrzahl aller Web-Knoten setzen sich ja gerade aus einer Kombination unterschiedlicher Medientypen zusammen und moderne Web-Browser erfordern für deren Darstellung nur im Ausnahmefall besondere Anweisungen.

²⁶¹ Entsprechend strukturierte Vorschläge und Linktypen finden sich in Martin (1990), Myka et al. (1992) oder Trigg (1983).

²⁶² Einen Überblick über spezifische Eigenschaften und Repräsentationsmöglichkeiten einzelner Medientypen sowie Angaben zu weiterführender Fachliteratur bieten z.B. (Grauer/Merten, 1997, S. 35ff.).

²⁶³ Vgl. Engelbart (1990).

unserer Website.“ könnte ohne große technische und organisatorische Umstände mit der Verknüpfung gespeichert und zur Rezeptionszeit in einer Statuszeile oder einem kleinen Popup-Fenster dargestellt werden.²⁶⁴ Die HTML-Syntax offeriert zur Kodierung entsprechender Angaben zum Beispiel ein Universalattribut namens „title“.

Ein insbesondere innerhalb von hypertextuellen Lernsystemen mit didaktischen Ambitionen lohnenswertes Vorgehen ist die Kennzeichnung von Hyperlinks, die sich als in einem bestimmten Zusammenhang besonders relevant klassifizieren lassen. Dies funktioniert unter Zuhilfenahme einer speziellen Link-Attribuierung. Darauf aufbauend könnten zur Rezeptionszeit die betreffenden Link-Anker, in Abhängigkeit vom jeweiligen Navigations-Kontext oder dem individuellen Lernfortschritt, visuell zusätzlich hervorgehoben, marginalisiert oder auch vollkommen unterdrückt werden. Selbstverständlich erfordern solche Funktionalitäten eine entsprechend leistungsfähige und programmierbare Systemumgebung; die Link-Kennzeichnung selbst dient in diesem Szenarium lediglich als unverzichtbare formale Voraussetzung.

Doch nicht nur auf Anwenderseite sind attraktive funktionale Erweiterungen in Folge der Typisierung von Verknüpfungen denkbar, auch Hypertext-Autoren dürften von semantisch angereicherten Hyperlinks profitieren. Naheliegender erscheint es beispielsweise, zu einer Verknüpfung optional das Erstellungsdatum sowie den Namen des Urhebers dieser Verknüpfung festzuhalten. Derartige Zusatzinformationen erweisen sich insbesondere in solchen Informationssystemen als sinnvoll, die mehreren Autoren die wechselseitige Überarbeitung von Informationsknoten gestatten wollen.

Die bisher angeführten Beispiele legen es nahe: Die Anzahl der Bedürfnisse und Erweiterungen auf dem Gebiet der Hyperlink-Ausgestaltung ist beträchtlich. Verknüpfungen mit einer semantisch motivierten Etikettierung können – entsprechend leistungsfähige Entwicklungs- und Benutzerumgebungen vorausgesetzt – deutlich anspruchsvollere Aufgaben als ihre nicht-typisierten Äquivalente erfüllen. Allerdings führt schon bei der Umsetzung einzelner bescheidener Erweiterungen für Web-Entwickler kein Weg an einer über

²⁶⁴ Bei der Implementierung solcher Funktionalitäten ist, wie immer bei Entscheidungen zum Oberflächen-Design, darauf zu achten, dass der für die Nutzung notwendige initiale Einarbeitungsaufwand auf Anwenderseite möglichst niedrig gehalten wird.

HTML und dem damit verbundenen Linkkonzept hinausgehenden Lösung vorbei. Mögliche Realisierungswege hierfür werden in Abschnitt 7.4 betrachtet.

Ambitioniertere Ansätze zur Organisation von Hypertexten mit Hilfe differenzierter Linktypen setzen gemeinhin zunächst eine detaillierte Analyse und Beschreibung der semantischen Tiefenstruktur aller betroffenen Hypertextknoten und Knotensegmente voraus. Darauf aufbauend kann anschließend eine konzeptuelle Link-Typisierung erfolgen. Für menschliche Nutzer²⁶⁵ erscheint in diesem Zusammenhang eine Benennung der Verknüpfungen durch Verben, die thematische Beziehungen zwischen den verbundenen Inhalten beschreiben, sinnvoll.²⁶⁶ Aber auch die Charakterisierung der Funktion des Zielknotens durch Nomen (also z.B. „Grund“, „Vergleich“, „Bedingung“, „Folge“, „Gegensatz“, „Ausführung“, „Beispiel“ etc.) wäre plausibel. Denkbar erscheint weiterhin die Auszeichnung von Hyperlinks entsprechend ihrer hierarchischen („A ist B übergeordnet“, „A exemplifiziert B“ usw.) oder argumentativen („A widerspricht B“, „A bestätigt B“ usw.) Funktion. Verknüpfungen dienen in diesen Fällen der Kodierung von Makrostrukturen innerhalb von Hypertexten. Sie können zur Rezeptionszeit dazu eingesetzt werden, aus einer Hypertextbasis heraus maßgeschneiderte und an die jeweilige Situation angepasste Knoten dynamisch zu generieren. Weiterhin sind sie als wichtige Hilfsmittel bei der Erstellung von Überblicks- oder Kontextualisierungshilfen in komplexen Hypertextnetzwerken anzusehen und unterstützen damit den Aufbau kohärenter Wissensstrukturen auf Anwenderseite.²⁶⁷

Die Anwendung der *Rhetorical Structure Theory (RST)* – einem aus der Linguistik stammenden Modell zur Strukturierung komplexer Texte und zur Kodierung funktionaler Abhängigkeiten zwischen einzelnen Texteinheiten – auf

²⁶⁵ Daneben sind gerade Hypertexte im World Wide Web ein attraktives Betätigungsfeld für maschinelle Analyseprogramme aller Art. Man denke in diesem Zusammenhang beispielsweise an „Robots“, die von Suchmaschinen im Netz ausgeschildert werden und sämtliche in einem Knoten aufgefundene Hyperlinks auswerten. Auch maschinelle Agenten – also Software, die im Auftrag menschlicher Anwender eigenständig im Internet nach Informationen fahndet – können in bestimmten Situationen (z.B. bei der Filterung von Dokumenten) von typisierten und damit besonders aussagekräftigen Links profitieren.

²⁶⁶ Zu entsprechenden Vorschlägen siehe Gloor (1990) oder Thüning et al. (1995).

²⁶⁷ Vgl. Storrer (1999a).

hypermediale Dokumente²⁶⁸ stellt in diesem Zusammenhang ein praktisches Beispiel für den Versuch dar, Verknüpfungsangaben nicht nur als Basis für simple Sprungmarken, sondern als Ausgangspunkt zur Generierung situationsspezifischer Hypertextpräsentationen zu nutzen. Sogenannte „rhetorische“ Beziehungen wie etwa *Fragestellung–Antwort*, *Regel–Ausnahmeregel* oder *Regel–Beispiel*, die zwischen einzelnen Hypertexteinheiten bestehen, lassen sich dabei textsortenspezifisch klassifizieren und weiterverarbeiten. Auch an der Umsetzung automatisierter Methoden für die zuverlässige Generierung typisierter Links wird seit einigen Jahren weltweit in den unterschiedlichsten Forschungsprojekten gearbeitet; exemplarisch sei an dieser Stelle das *Institute for the Learning Sciences (ILS)* der Northwestern University in Illinois/USA genannt. Die Ergebnisse dieser Bemühungen schlagen sich in Werkzeugen wie dem Hypermedia-Editor *ASKTool* von Chip Cleary und Ray Bareiss nieder, der im Bereich der interaktiven, hypermedial unterstützten Problemlösung eingesetzt wird.²⁶⁹ *Besagter Editor* bietet den Autoren Link-Typen an, die auf Klassen von Fragen für die dialogische Problemlösung („conversational associative categories“) beruhen. Folgende Link-Typen werden von *ASKTool* unterstützt: „Ausführlichkeit“ (d.h. Verweise zu im Kontext relevanten Einheiten), „Vergleich“ (d.h. Verknüpfungen zu alternativen Hyperknoten), „Kausalität“ (d.h. Verknüpfungen zwischen Ursache und Wirkung beschreibenden Hyperknoten) sowie „Rat“ (d.h. Verweise zu Nutzungshilfen u.Ä.).

6.3 Unterscheidung aufgrund der Verknüpfungsrichtung

Bei der Betrachtung von Hyperlinks im World Wide Web ebenso wie auch in einer Reihe anderer Hypertextsysteme konzentriert man sich häufig auf das den Startpunkt repräsentierende Anker-Element bzw. die Optimierung der visuellen Darstellung desselben. Eine Typisierung der eigentlichen Verknüpfung kommt, wie bereits beschrieben, aus primär systembedingten Gründen meist zu kurz. Die Art der Behandlung von Zielpunkten entspricht dieser simplifizierenden Praxis: Zieladressen werden als Attribute der Anker-Elemente in die Inhaltstexte der Ausgangsknoten eingebettet, weitere Kennzeichnungen

²⁶⁸ Vgl. Kühlen (1991, S. 267), Mann/Thompson (1989), Rösner/Stede (1993), Lobin (1999a) sowie Abschnitt 4.1.

²⁶⁹ Vgl. hierzu Cleary/Bareiss (1996).

der Verknüpfungen fallen meist weg. Diese Gegebenheiten erklären den Umstand, dass sich im WWW eine Einteilung von Hyperlinks in Link-Klassen, die sich aufgrund ihrer Verknüpfungsrichtung unterscheiden lassen, noch nicht hat durchsetzen können.

Solange Verknüpfungen nicht als eigenständige Objekte klassifiziert werden können, haben solche weiter führenden Charakterisierungen kaum eine Chance, praktische Relevanz zu erlangen. Einen beachtenswerten Fortschritt stellen in diesem Zusammenhang die Empfehlungen dar, die das World Wide Web Consortium zur Umsetzung der *Extensible Link Language (XLL)* verabschiedet hat. Erstmals wird hier ein auf breiter Basis akzeptierter und umsetzbarer Ansatz für die Behandlung so genannter erweiterter Links bereitgestellt.²⁷⁰ Auch fortschrittliche Hypertextsysteme mit anderen Ursprüngen, wie etwa das mittlerweile als Erweiterung zum WWW-Publishing konzipierte *Hyperwave*, unterstützen bidirektionale Links.²⁷¹

Die Idee einer an der Verknüpfungsrichtung orientierten Klassifizierung lässt sich recht einfach verdeutlichen: Während der obere Link in Abbildung 13 einen Startpunkt A mit einem Endpunkt B verbindet (unidirektionale Verknüpfung), dient der untere Link zusätzlich zum Ausdruck einer Verknüpfung von B nach A (bidirektionale Verknüpfung). Semantisch anspruchsvolle Beziehungen wie z.B. gegenseitige Abhängigkeiten oder Antagonismen können auf diese Weise angemessen und realitätsnah modelliert werden. Aus navigatororientierter Perspektive sind auch die Verbesserungen positiv zu bewerten, welche bidirektionale Hyperlinks im Hinblick auf rückwärts gerichtete Navigationsschritte eröffnen: Die Lokalisierung der zu einem Knoten hinführenden Links wird durch sie bedeutend vereinfacht. Ideal erscheint dies als Voraussetzung für das automatisierte Erstellen von Überblickskarten ein- und ausgehender Links zu jedem Hypertext-Knoten.²⁷²

Die Verwendung bidirektionaler Verknüpfungen an Stelle mehrerer unidirektionaler Links erleichtert insbesondere in hochgradig vernetzten Informations-

²⁷⁰ Vgl. hierzu auch Abschnitt 7.4. Aktuelle Informationen des W3C zum XML Linking und dem Standard „XLink“ finden sich unter <http://www.w3.org/XML/Linking>.

²⁷¹ Vgl. dazu Maurer (1996, S. 110f.) und Abschnitt 7.3.1. Bidirektionale Links als Merkmal moderner Hypertextsysteme fordert schon Halasz (1988, S. 40).

²⁷² Eine solche Funktionalität wurde im Rahmen der praktischen Umsetzung unserer Überlegungen für das Web-Informationssystem *GRAMMIS* implementiert; vgl. Abschnitt 8.8.1.

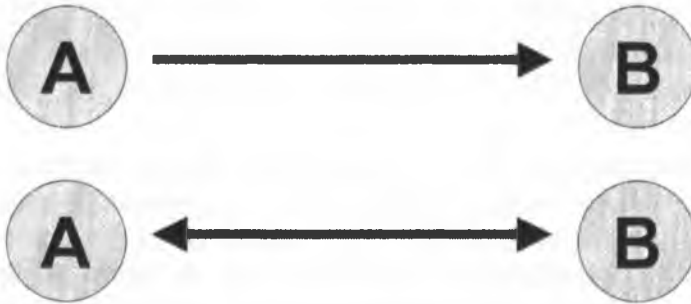


Abbildung 13: Unidirektionale vs. bidirektionale Verknüpfung

systemen die Arbeit der verantwortlichen Autoren und Systemadministratoren. Zur Kodierung einer wechselseitigen Beziehung zwischen zwei Punkten im Hypertextnetz muss nur noch ein einziger Hyperlink – der dann optional auch mit weitergehenden Angaben versehen werden kann – verwaltet werden. Weiterhin wird der Autor von der undankbaren Aufgabe befreit, permanent und eigenhändig die Konsistenz sämtlicher von ihm im Netz platzierter Verknüpfungen überwachen zu müssen. Sobald er einen bidirektionalen Link nachträglich modifiziert oder wieder löscht, kann ein hinreichend intelligent programmiertes System automatisch sämtliche abhängigen Quell- und Zielanker in den betroffenen Hypertextknoten aktualisieren bzw. entfernen.

6.4 Unterscheidung aufgrund der Beziehungsverhältnisse

Auch wenn die derzeitige Situation im World Wide Web – oder anders ausgedrückt: die Leistungsfähigkeit der beiden dort populärsten Dokumentformate HTML und PDF – die entsprechende Vermutung nahelegt, so müssen sich Hyperlinks doch nicht generell auf die Verknüpfung genau *eines* Ausgangspunkts mit *einem* Zielpunkt beschränken. Vielmehr erfordert eine den behandelten Inhalten angemessene Verlinkung von Hypertextknoten in vielen Fällen die Berücksichtigung darüber hinausgehender Beziehungsverhältnisse. Analog zu einer Klassifizierung, wie sie etwa auch im Bereich der Entity-Relationship-

Modellierung²⁷³ üblich ist, lassen sich dabei folgende Beziehungsverhältnisse unterscheiden:

6.4.1 1:1-Beziehungen

Hier wird genau ein Ausgangspunkt mit genau einem Zielpunkt – und umgekehrt – verknüpft. Eine solche Beziehung lässt sich zur Rezeptionszeit durch einfache Link-Anker darstellen, die den Anwender auf Mausklick direkt zu einer eindeutig definierten Stelle im Hypertextnetz führen. Praktisches Beispiel: 1:1-Beziehungen bestehen zwischen synonym verwendbaren Begriffen. In einem hypertextuellen Nachschlagewerk könnte folglich der Eintrag *Orthografie* mit *Rechtschreibung* verknüpft werden.

6.4.2 1:n-Beziehungen

1:n-Beziehungen – in manchen Beschreibungen auch „Superverbindungen“ oder „super links“ genannt²⁷⁴ – verknüpfen einen Ausgangspunkt mit mehreren Zielpunkten. Um solche Verbindungen angemessen auf der Benutzeroberfläche umsetzen zu können, bietet sich der Einsatz von Auswahllisten, Pull-down-Menüs oder etikettierter Ankerpunkte/Hotwords an. Der Anwender soll auf diese Weise in die Lage versetzt werden, aus der Liste der angebotenen Ziele wählen zu können. Praktisches Beispiel: Um die Beziehungen zwischen einem Hyperonym wie *Online-Medium* und möglichen Hyponymen (z.B. *E-Mail*, *Newsgruppen*, *Internet Chat*, *Gopher* und *WWW*) abzubilden, definiert der Hypertext-Autor eine entsprechende Verknüpfung zu den genannten fünf Endpunkten.

²⁷³ Der Entity-Relationship-Ansatz wird beispielsweise beim professionellen Design von Datenbanken verwendet. Aufbauend auf der Unterscheidung zwischen Entitäten („Entities“) und Beziehungen („Relationships“) eignet er sich zum semantischen bzw. logischen Modellieren von Informationen über Objekte der realen Welt unabhängig von deren späteren physikalischen Speicherung; vgl. Chen/Knöll (1991).

²⁷⁴ Siehe Nielsen (1996, S. 140).

6.4.3 n:1-Beziehungen

Durch n:1-Beziehungen können solche Fälle modelliert werden, in denen unterschiedliche Ausgangspunkte zu einem gemeinsamen Zielpunkt führen. Für den Anwender bleibt diese Tatsache beim Besuchen des Startknotens unter Umständen verborgen, sofern er keinen Übersichtsplan zur Verfügung hat, der die Verknüpfungen zwischen einzelnen Knoten im Hypertextnetz grafisch oder tabellarisch dokumentiert.²⁷⁵ In der Hypertext-Forschung hat sich auch der Begriff „Aggregation Links“²⁷⁶ eingebürgert. Praktisches Beispiel: Verschiedene Stellen in einem hypertextuellen Informationssystem, an denen die bisherige Entwicklung des Internets angesprochen wird, werden jeweils mit einem eigenständigen Knoten verknüpft, welcher einen zusammenfassenden chronologischen Überblick anbietet.

6.4.4 n:m-Beziehungen

n:m-Beziehungen drücken Situationen aus, in denen von unterschiedlichen Punkten im Hypertextnetz aus auf beliebig viele weitere Punkte verwiesen wird. Offensichtlich können n:m-Beziehungen als prototypische Relationen für Hypertexte bzw. Netzwerke überhaupt aufgefasst werden, was nicht zuletzt mit der Komplexität der zu vermittelnden Sachverhalte zusammenhängt:

Hypermedien lassen sich wohl am besten durch eine Taxinomie ihrer Verknüpfungen charakterisieren. Sie haben eine starke Affinität zu den RDBMS, den *relational database management systems*, die dynamische Strukturen auf der Basis der Mengenlehre mit relationalen Operatoren abarbeiten. Sie arbeiten also – weit entfernt vom linearen Datenprocessing – mit *many-to-many*-Relationen,

²⁷⁵ Siehe hierzu den in Abschnitt 8.8.1 beschriebenen grafischen *GRAMMIS*-Übersichtsplan sowie die Anzeigeoption für sämtliche auf einen Knoten verweisende Links bzw. aus einem Knoten herausführende Links.

²⁷⁶ Beispielsweise verwendet *HyTime* (*Hypermedia/Time-based Structuring Language*, Standard gemäß ISO/IEC 10744) diesen Begriff zur Bezeichnung von Verknüpfungen mit multiplen Ausgangspunkten. *HyTime* ist eine SGML-Applikation und soll eine modular aufgebaute, plattformunabhängige Basis für die Darstellung statischer und dynamischer Informationen in hypermedialen Anwendungen bieten; siehe dazu Allan (1996), DeRose/Durand (1994), Kommers et al. (1998, S. 51ff.), Newcomb et al. (1991) oder <http://www.oasis-open.org/cover/hytime.html> bzw. <http://www.hytime.org>.

d.h. mit Kombinationen von vertikalen und horizontalen Untermengen. (Bolz, 1993, S. 208)

Das folgende praktische Beispiel verdeutlicht diese Aussage: In einer hypertextuellen Enzyklopädie können die Ausgangsknoten zu den Themen *Fernsehen*, *Hörfunk*, *Zeitung* und *Internet* jeweils mit den Zielknoten *Medienethik*, *Medienrecht* und *Medienpolitik* verbunden sein. Von jedem dieser Ausgangspunkte besteht eine logische Beziehung zu einem der Zielpunkte, ganz abgesehen von den ebenfalls naheliegenden klassifikatorischen Beziehungen der Ausgangs- bzw. Zielpunkte untereinander.

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass n:m-Beziehungen auf Anwenderseite – also beim Besuchen eines einzelnen Knotens – üblicherweise in Form mehrerer 1:n- bzw. n:1-Beziehungen realisiert werden. Die praktischen Gegebenheiten des WWW bedingen eindeutige, anklickbare Ausgangspunkte auf der Benutzeroberfläche und erlauben eben nicht die unmittelbare Visualisierung einer Verknüpfung mit verschiedenen Start- und Zielankern. In der Hypertextbasis verwaltete n:m-Beziehungen leisten bei angemessener Auswertung und Weiterverarbeitung allerdings wichtige Dienste unter der Oberfläche, etwa für das maschinelle Generieren oder Klassifizieren von Hypertexteinheiten.

6.5 Unterscheidung aufgrund der Zielposition

Die Unterscheidung von Hyperlinks in intra-, inter- sowie extrahypertextuelle Verknüpfungen gründet sich auf einer Analyse der jeweiligen Zieladresse. Hierbei ist zunächst zu beachten, dass diese Zieladresse in Abhängigkeit von der betrachteten Systemumgebung unterschiedlich exakt spezifiziert sein kann. So werden etwa im World Wide Web so genannte „fragment identifier“²⁷⁷ eingesetzt, um in Ergänzung zur URL/URI-Syntax die Zieladressierung zu verfeinern: Die Zieladresse *article.html#Wissen*²⁷⁸ verweist auf einen Zielanker namens „Wissen“ im Knoten „article.html“ – mithin also auf einen einzelnen

²⁷⁷ Eine detaillierte syntaktische Beschreibung findet sich im *Request for Comments (RFC) 2396* von Tim Berners-Lee; vgl. Abschnitt 3.3.

²⁷⁸ Natürlich muss bei entfernten Ressourcen eine der Spezifikation entsprechende vollständige, d.h. absolute Zieladresse (URL/URI) angegeben werden.

Punkt. Dagegen verweist die Adresse *article.html* auf einen *Bereich*, nämlich den gesamten Knoteninhalte. Aufgrund einer entsprechenden Konvention wird der Anwender in diesem Fall zum Startpunkt des betreffenden Knotens geführt; Zieladressen mit einem „fragment identifier“ (#) lösen auf Client-Seite folgende Aktionen aus: Der Web-Browser lädt zunächst den gesamten Knoten und springt anschließend in einem zweiten Schritt zum angegebenen Zielanker. Ambitionierte Ansätze, wie etwa die in Abschnitt 7.4 beschriebenen XPointer, führen erweiterte Adressierungsmöglichkeiten wie einen Verweis auf unterschiedlich umfangreiche Dokument-Bereiche ein.

Unabhängig vom Umstand, ob eine Zielangabe einen einzelnen Punkt oder aber einen Bereich adressiert,²⁷⁹ kann unter Berücksichtigung der Zielposition folgende Klassifikation für Hyperlinks aufgestellt werden:²⁸⁰

6.5.1 Intrahypertextuelle Verknüpfungen

Intrahypertextuelle Verknüpfungen besitzen Start- und Zielpunkte innerhalb ein und desselben Hypertextknotens. In der Regel werden derartige Verknüpfungen nur für unverhältnismäßig große Knoten benötigt, in denen sich ein Anwender ansonsten nur schwerlich zurechtfinden könnte. Grundsätzlich schließt sich an diese Definition die Frage an, ob eine derart umfangreiche Einheit aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht sinnvollerweise in mehrere separate Einzelknoten segmentiert werden sollte. Plausibel erscheint der Einsatz intrahypertextueller Links unter dem Aspekt der Dynamisierung von Dokumenten, um beispielsweise versteckte Knotensegmente bei Bedarf anzeigen zu können (vgl. dazu auch Abschnitt 6.6). Wie bereits oben beschrieben, lassen sich intrahypertextuelle Verknüpfungen sehr leicht daran erkennen, dass in ihren Zieladressen ein knoteninterner Ankerpunkt angegeben wird.

²⁷⁹ Eherer (1995) spricht bei Verknüpfungen zwischen Bereichen auch von *span-to-span*-Verweisen und sieht deren primäre Einsatzberechtigung in einer erleichterten Navigation innerhalb komplexer und nicht besonders detailliert segmentierter Hypertexte.

²⁸⁰ Einen Überblick hierzu bietet z.B. Kuhlen (1991, S. 107f.).

6.5.2 Interhypertextuelle Verknüpfungen

Interhypertextuelle Verknüpfungen verbinden Start- und Zielpunkte, die sich in unterschiedlichen Hypertextknoten, aber innerhalb der gleichen Hypertextbasis, befinden. Dabei kann nicht zwangsläufig davon ausgegangen werden, dass sämtliche Knoten einer Website zu ein und derselben Hypertextbasis gehören. Vielmehr erfordert diese Beurteilung, ebenso wie die damit verbundene definitorische Abgrenzung zu extrahypertextuellen Verknüpfungen, eine genaue inhaltlich und rechtlich orientierte Analyse. Zu fragen ist also z.B.: Gibt es thematische oder sonstige abbildungswürdige Zusammenhänge? Liegen Start- und Zielknoten im gleichen Zuständigkeitsbereich?

6.5.3 Extrahypertextuelle Verknüpfungen

Extrahypertextuelle Verknüpfungen stellen Beziehungen zwischen entfernten, inhaltlich und organisatorisch getrennten Ressourcen dar. Sie verbinden also Start- und Zielpunkte, die in unterschiedlichen Hypertextbasen liegen. Für diese Fälle kann zwar im World Wide Web aufgrund der bereits angesprochenen definitorischen Schwierigkeiten kein spezifisches Adressierungsschema eingeführt werden, allerdings lässt sich insbesondere im kommerziellen Bereich die Gepflogenheit beobachten, extrahypertextuelle Links textuell oder grafisch gesondert zu kennzeichnen. Dies betrifft in der Hauptsache Verknüpfungen zu Angeboten von konkurrierenden Institutionen und Firmen, oder generell zu Websites, die nicht im direkten Verantwortungsbereich des jeweiligen lokalen Autors bzw. Administrators liegen.

6.6 Unterscheidung aufgrund der Zielpräsentation

Web-Autoren verfolgen beim Anlegen von Hyperlinks immer das Ziel, eine logische Beziehung zwischen zwei oder mehreren Punkten im Hypertextnetz festzuhalten. Darauf aufbauend soll dem Informationssuchenden später das Beschreiten adäquater Navigationspfade ermöglicht werden. Für den Anwender stellen sich diese Wege, wenn man die im Hypertext-Umfeld geläufige

Reise-Metapher²⁸¹ entsprechend interpretiert, keineswegs als Einbahnstraßen dar, und dies nicht nur unter Orientierungs- und Backtracking-Perspektive. Prinzipiell können die Verknüpfungen zwischen einzelnen Punkten im Hypertext stets in beiden Richtungen genutzt werden, was folgende Konsequenzen für die Navigationsplanung impliziert: Neben der Option, selbst zum Zielpunkt der ihn interessierenden Verknüpfung zu „wandern“, könnte es der Informationssuchende einen bestimmten Hyperlink betreffend auch vorziehen, die am Zielpunkt gefundenen Inhalte zu „mobilisieren“ und diese an seinem momentanen Standort im Hypertextnetz präsentieren zu lassen. Für die Umsetzung solch unterschiedlicher Strategien erscheint die nachstehende Unterscheidung zweckmäßig:

6.6.1 Substituierende Verknüpfungen

Die Inhalte des Zielknotens bzw. des referenzierten Zielbereichs werden im aktuell geöffneten Bildschirmfenster angezeigt und ersetzen damit die Inhalte des Ausgangsknotens. Für den Betrachter verbindet sich mit diesem Linktyp ein Positionswechsel, d.h. er navigiert vom Ausgangspunkt zum Ziel der Verknüpfung.

6.6.2 Einbettende Verknüpfungen

Die Ziel-Inhalte werden ergänzend in die bisher angezeigten Inhalte eingebettet, d.h. im bereits geöffneten Fenster an Stelle eines Hyperlink-Ankers angezeigt. Dieses Prinzip kann genutzt werden, um entfernte Hypertextknoten ohne Standortwechsel des Benutzers – also ohne explizites Navigieren im Hypertextnetzwerk mit einem damit verbundenen Fokuswechsel – in den aktuellen Kontext zu integrieren. Sinnvoll erscheint die Verwendung einbettender Verknüpfungen auch, um nicht-obligatorische Elemente eines Hyperdokuments, die normalerweise vor den Augen des Betrachters versteckt bleiben sollen, bei Bedarf anzeigen zu lassen. In der Hypertext-Forschung wurde für dieses Konzept der Terminus „Stretch Text“ eingeführt.²⁸² Ebenso wie flexible

²⁸¹ Vgl. Kuhlen (1991, S. 126f.).

²⁸² Vgl. Horn (1989, S. 33).

Hyperlinks²⁸³ tragen auch einbettende Verknüpfungen zu einer Erweiterung des traditionellen Dokumentbegriffs bei, die bereits in Kapitel 3.2 thematisiert wurde.

6.6.3 Öffnende Verknüpfungen

Das Aktivieren der Verknüpfung öffnet ein neues Ansichtsfenster, in dem die Ziel-Inhalte präsentiert werden. Diese Lösung erlaubt dem Anwender die mehrgleisige Erkundung eines Hypertextnetzwerks, da er in jedem Fenster separate Pfade weiter verfolgen kann. Allerdings empfiehlt es sich für den Autor aus Gründen der Übersichtlichkeit, bei der Planung eines Hypertexts Sorge zu tragen, dass die Anzahl der maximal geöffneten Fenster ein vertretbares Maß nicht übersteigt.

6.7 Unterscheidung aufgrund der Flexibilität

Lange Zeit hat sich innerhalb der Hypermedia- und WWW-Forschungsgemeinde die Fachdiskussion bezüglich der Flexibilität von Hyperlinks²⁸⁴ auf die Beschreibung zweier Gegenpole reduziert. Auf der einen Seite lassen sich in diesem Zusammenhang statisch kodierte (explizite) Links ausmachen; auf der anderen Seite stehen dynamische (implizite) Verknüpfungen. Erstere erstellt ein Autor prinzipiell einmalig zur Vernetzung seiner Web-Dokumente, Letztere sind temporär gültige Link-Angebote und können aufgrund situationsabhängiger Rahmenbedingungen automatisch zur Rezeptionszeit („on the fly“) generiert und angezeigt werden.

Doch dieser scheinbare Antagonismus verliert angesichts der fortschreitenden Diversifizierung und Dynamisierung hypermedialer Angebote im World Wide Web in zunehmendem Maße an medienspezifischer Fundierung. Ebenso wie eine stetig wachsende Zahl von Hypertexten im Internet nicht mehr ausschließlich aus entweder statisch verfassten oder aber dynamisch zusammengestellten Inhalten aufgebaut werden, lassen sich Hyperlinks nicht länger exklusiv in die Kategorien „explizit angelegt“ versus „maschinell berechnet“ einteilen. Wie

²⁸³ Vgl. hierzu Abschnitt 6.7.

²⁸⁴ Vgl. dazu beispielsweise Gloor (1997, S. 57ff.).

können beispielsweise dynamische Datenbankabfragen klassifiziert werden, die zwar explizit an eindeutig festgelegten Stellen in Knotentexte eingebettet sind, über deren Zielpunkte aber aufgrund potenziell wechselnder Bestände der abgefragten Datenbanken im Voraus wenig Verbindliches ausgesagt werden kann? Und wie passen benutzeradaptive Hyperlinks aus interaktiven Informationssystemen in die oben genannte Einteilung, deren Start- und Zielpunkte in Abhängigkeit von individuellen Parametern – Wissensstand des Nutzers, bisheriger Navigationspfad etc. – variieren müssen?

Dynamische Datenbankabfragen basieren auf der Idee, eine in der Datenbanksprache SQL²⁸⁵ formulierte Suchanfrage (d.h. ein „select“-Statement) direkt in Web-Dokumente zu integrieren. Hierzu gibt es eine Reihe verschiedenartiger Ansätze, Standards und proprietärer Lösungen. Die Palette reicht von in der populären Sprache Perl geschriebenen Programmskripten oder anderen CGI²⁸⁶-Programmen über serverseitige, in HTML eingebettete Skriptsprachen wie PHP sowie Java-Lösungen²⁸⁷ bis hin zu speziellen Datenbankerweiterungen und multifunktionalen Anwendungs-Servern.

Grundsätzlich sollte in diesem Zusammenhang auch die Frage angesprochen werden, wo und wie genau überhaupt eine Abgrenzung zwischen einbettenden Verknüpfungen²⁸⁸ und dynamischen Knoten durchgeführt werden kann. Aus funktionaler und systemorientierter Perspektive erscheint dabei folgende Festlegung sinnvoll: Werden variable Inhalte zur Rezeptionszeit additiv in ein ansonsten statisches Hyperdokument integriert, so basiert dies üblicherweise auf der Aktivierung von Hyperlinks – gleichgültig, ob die Aktion automatisch durch programmierte Systemdienste oder manuell durch einen

²⁸⁵ Die Structured Query Language SQL wurde Mitte der siebziger Jahre von IBM entwickelt und hat sich seit der ersten Implementation durch Oracle im Jahre 1979 als Standard im Datenbankbereich etabliert (ANSI X3.135-1986 und ISO 9075, seit 1989 existiert ein überarbeiteter Standard SQL89). Es handelt sich um eine Sprache zur Verwaltung relationaler Datenbank-Managementsysteme, die für alle möglichen Formen von Datenbankoperationen (z.B. Erstellen, Ändern, Abfragen oder Löschen von Daten) eingesetzt werden kann; vgl. Date (2000).

²⁸⁶ Das Common Gateway Interface (CGI)-Protokoll erlaubt die Ausführung beliebiger Programme auf einem Web-Server. Gestartet werden diese Programme zur Rezeptionszeit direkt aus einem Web-Browser heraus.

²⁸⁷ Stichworte hier sind *JDBC* und *JSQL*.

²⁸⁸ Siehe dazu die Definition in Abschnitt 6.6.

menschlichen Benutzer angestoßen wird, und unabhängig davon, ob die genutzten Hyperlinks direkt in das Hyperdokument integriert sind oder separat verwaltet werden. Anders verhält es sich bei Hyperdokumenten, die – beispielsweise als Ergebnis einer vom Anwender formulierten Suchanfrage – vollständig dynamisch erzeugt werden. Hier kommen nicht Hyperlinks zur einbettenden Verknüpfung der Inhalte eines Hypertextknotens in einem anderen Knoten zum Einsatz; vielmehr werden aufgrund externer Regeln und Bedingungen temporäre Hyperdokumente zusammengestellt.

Offensichtlich entstehen durch die Kombination dynamischer und statischer Elemente neuartige Mischformen von Verknüpfungen, deren Einteilung nicht allein unter dem Aspekt der expliziten Formulierung durch den Autor durchgeführt werden kann. Vielmehr erscheint eine Beurteilung angezeigt, welche zusätzlich eine gegebenenfalls unterschiedliche Variabilität von Ausgangs- und Zieladressen berücksichtigt. Weiterhin wird die reale Schwächung der Aussagekraft von Web-Adressen in Betracht zu ziehen sein: Ungeachtet der Tatsache, dass die Zieladressen zweier Hyperlinks oberflächlich betrachtet absolut identisch erscheinen, können die darüber angesteuerten dynamischen Hyperdokumente gänzlich unterschiedliche Inhalte aufweisen.²⁸⁹

Gängige Hypertextsysteme bieten momentan noch wenig nennenswerte direkte Unterstützung von flexiblen dynamischen Verknüpfungen bei der Konzeption und Implementierung von Hypermedia-Anwendungen. Viele diesbezügliche Ansätze und Lösungen erscheinen als nur begrenzt allgemein einsetzbar, da sie auf einer proprietären Verbindung einzelner technischer Standards mit anwendungsspezifischen Konzepten beruhen. Sie stammen oft aus dem universitären Bereich und finden bisher erst Schritt für Schritt Eingang in industrielle, auf dem Markt erhältliche Produkte. Exemplarisch seien nachfolgend einige Beispiele genannt: Der in Abschnitt 6.2.2 bereits erwähnte Hypermedia-Editor *ASKTool* basiert beispielsweise auf der Metapher der Konversation zwischen einem Anwender und einem virtuellen Experten. Interaktiv, d.h. durch Frage-Antwort-Dialoge, wird ein dynamisches Netzwerk von typisierten Hyperlinks innerhalb einer strukturierten Hypertextbasis aufgebaut. Allerdings beschränkt sich der konkrete Einsatzbereich auf vorher zeitintensiv aufbereitete und thematisch möglichst homogen gehaltene Hypertextbasen.

²⁸⁹ Beispielsweise dann, wenn versteckt via Web-Formular und nicht unmittelbar in der URL unterschiedliche Parameter übergeben werden.

Eine andere, ebenfalls aus dem universitären Umfeld stammende und recht bekannte Lösung ist das Konstanzer Hypertext System *KHS*, das seine Flexibilität aus einem objektorientierten Entwurf und einer speziellen Schichten-Architektur gewinnt.²⁹⁰ Hyperlinks werden einem entsprechenden Objekttyp zugeordnet und lassen sich dadurch sehr flexibel und effizient manipulieren und interpretieren. Ein Produkt, das bereits einen recht weiten Weg vom Forschungsprojekt hin zum industriell vermarkteten Werkzeug zurückgelegt hat, ist der *Hyperwave Information Server (HIS)*.²⁹¹ *Hyperwave* versucht eine strikte Trennung zwischen Inhalts- und Präsentationsebene und erlaubt das automatische bzw. semi-automatische Anlegen von Hyperlinks, beispielsweise zu Glossar-Einträgen oder zu inhaltlich verwandten Hypertextknoten. Neben solchen praktischen Umsetzungen beinhalten auch einschlägige Hypertextmodelle und Standardisierungs-Versuche wie etwa der bereits angesprochene ISO-Standard *HyTime* gezielte Vorschläge für das flexible Management von Hyperlinks.

Im Folgenden werden auf der Link-Flexibilität basierende Kategorien für Verknüpfungen eingeführt sowie beispielhafte Anwendungen im World Wide Web beschrieben. Eine exemplarische Umsetzung flexibler Verknüpfungen wird in der Beschreibung des Online-Informationssystems *GRAMMIS* dokumentiert.²⁹²

6.7.1 Rein statische Verknüpfungen

In die Kategorie der rein statischen Verknüpfungen fallen die für das WWW fast schon „klassischen“ Hyperlinks, die klar definierte Ausgangspunkte mit eindeutig festgelegten Zielpunkten verbinden. Unabhängig von einer unter Umständen variablen Realisierung der aktivierbaren Link-Anker (Hotword, Schaltfläche, Grafik o.Ä.) auf der Benutzeroberfläche sind sowohl die Platzierung in den jeweiligen Ausgangsknoten wie auch Inhalt und Umfang der angesteuerten Zielknoten vollständig determiniert. Aus Sicht des Systement-

²⁹⁰ Vgl. Assfalg (1996) oder Hammwöhner (1997).

²⁹¹ Vgl. Maurer (1996), Lennon (1997, S. 111ff.). Eine frühere Bezeichnung ist *Hyper-G*; ebenso wie *KHS* wird auch *Hyperwave* in Kapitel 7.3.1 hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit untersucht.

²⁹² Vgl. Abschnitt 8.4.5.

wicklers lassen sich zwei Varianten unterscheiden: Der erste Typus rein statischer Hyperlinks wird komplett und unmittelbar in die einzelnen Knoten eingebettet. Ein zweiter Typus wird losgelöst von den eigentlichen Hypertext-Inhalten in der Hypertextbasis gespeichert; die konkrete visuelle Repräsentation dieser Verknüpfungsdaten (d.h. die Platzierung der Start- und Zielanker) überträgt das Hypertextsystem erst zur Rezeptionszeit in die Knoten.

6.7.2 Dynamische Verknüpfungen mit statischen Ausgangspunkten

Werden einmalig formulierte Verknüpfungen um dynamische bzw. flexibel interpretierbare Zieladressen angereichert, so ergeben sich semi-dynamische Hyperlinks. Diese verbinden explizit angegebene Ausgangspunkte mit variablen Zielpunkten. Als Paradebeispiel können hier die oben bereits angesprochenen Datenbankabfragen („Queries“) genannt werden. Weiterhin gehören in diese Kategorie relative Verweise, die zum Beispiel einen Ausgangsknoten mit einer Reihe hierarchisch unter- oder nachgeordneter Zielknoten verknüpfen. Während solche Beziehungen mit den Mitteln von HTML nicht direkt formulierbar sind, bieten die im XML-Umfeld entwickelten Standards (XPointer, XLink) eine Reihe entsprechender Möglichkeiten.²⁹³ Fixe Zieladressen werden durch Formulierungen ersetzt, die in Abhängigkeit von Laufzeit-Bedingungen wie dem jeweils aktuellen Umfang und Bearbeitungsstand der Hypertextbasis zu unterschiedlichen Zielpunkten führen.

6.7.3 Dynamische Verknüpfungen mit statischen Zielpunkten

Eine weitere Variante stellen solche Verknüpfungen dar, für die zwar keine eindeutig spezifizierten Ausgangspunkte existieren, deren Zielpunkte aber explizit angegeben werden können. Auch wenn ein solches Szenarium für viele Web-Benutzer zunächst unrealistisch erscheinen mag, so lassen sich doch durchaus konkrete Anwendungsbeispiele finden. Typisch sind in diesem Zusammenhang bedingte Hyperlinks, die situationsabhängig Ankerpunkte in Hy-

²⁹³ Der relative Verweisausdruck *child(3,absatz).child(2,literatur)* sucht beispielsweise die zweite Literatur-Angabe im dritten Absatz einer XML-Instanz; vgl. dazu z.B. Behme/Mintert (2000) sowie die Empfehlungen des W3C unter <http://www.w3.org/TR/XLink>. XPointer und XLink werden auch in Abschnitt 7.4 angesprochen.

pertextknoten einbetten oder auch aus ihnen entfernen. So können einem Knoten durch Vererbungs-Mechanismen weiterführende Verweise aus den ihm aktuell übergeordneten Knoten zufallen, d.h. die Zieladressen einer Verknüpfung werden mit neuen, variablen Ausgangspunkten verbunden. Gleiches gilt für Hyperlinks, die sämtliche Vorkommen eines bestimmten Ausdrucks innerhalb eines Knotens automatisch mit einer feststehenden Zieladresse verbinden. Auf diese Weise lässt sich der Aufwand bei der Erstellung und Pflege umfangreicher Informationssysteme minimieren, da einzelne Querverweise nicht mehr explizit angelegt, sondern durch einen einzigen, dynamischen Hyperlink abgedeckt werden.

6.7.4 Vollständig dynamische Verknüpfungen

Vollständig dynamische Verknüpfungen sind durch eine Verbindung variabler Ausgangspunkte mit variablen Zielpunkten gekennzeichnet. Derartige Hyperlinks arbeiten folgerichtig überhaupt nicht mehr mit statischen und absoluten Adressen, sondern bestehen aus Kombinationen von flexiblen Adresslisten.

Einfache Lösungen zur Speicherung multimedialer Informationsbestände stoßen hier schnell an ihre Grenzen; gefordert ist fast zwangsläufig der Einsatz leistungsfähiger Datenbankmanagementsysteme sowie speziell programmierter Prozeduren für die automatische Formulierung dynamischer Bestands-Abfragen. Aufgrund der offensichtlichen Komplexität der hierzu notwendigen Verwaltungs- und Zugriffsstrukturen sowie einer fehlenden Standardisierung sind entsprechende Umsetzungen im World Wide Web bislang erst selten zu finden, obwohl sinnvolle Einsatzbereiche durchaus vorstellbar sind.

Als potenzieller Anwendungsbereich kommen insbesondere personalisierte Lern- und Informationssysteme in Betracht, innerhalb derer aufgrund unterschiedlicher Benutzerrollen individuelle Navigationsangebote dynamisch berechnet werden. Ausgehend von im System gespeicherten Charakteristika des einzelnen Informationssuchenden könnte in Abhängigkeit von speziellen Vorkenntnissen oder Präferenzen sowie den bereits besuchten Informationseinheiten berechnet werden, an welchen Stellen im Hypertext dynamische Hyperlinks angebracht erscheinen. Diese ließen sich dann zur Rezeptionszeit in Form von Verweisen zu punktuellen Vertiefungen, thematisch verwandten Einheiten usw. visualisieren.

7. Verwaltung einer Hypertextbasis

7.1 Systeminterne Verwaltung von Web-Dokumenten

Hypertextuelle Inhalte, die via World Wide Web zugänglich gemacht werden sollen, lassen sich wie digitale Dokumente allgemein auf unterschiedliche Art und Weise abspeichern und verwalten. Unabhängig vom verwendeten Format (HTML, XML, PDF etc.) steht der Hypertext-Autor vor der Entscheidung, seine Produktionsergebnisse entweder direkt als vereinzelte Text-, Sound- oder Video-Dateien im Dateisystem seines Computers abzulegen oder aber ein datenbankbasiertes Managementsystem mit einem speziellen „Informations-Repository“ einzusetzen. Die in Abschnitt 3.4 vorgestellte *Hypertext Abstract Machine (HAM)*, ein einflussreiches Hypertextmodell der achtziger Jahre, arbeitete noch ausschließlich mit Datei- und Verzeichnisstrukturen, und auch in den Anfangstagen des WWW hat man sich kaum ernsthaft mit der Suche nach Alternativen beschäftigt. Seither hat sich das technologische Umfeld allerdings auffallend geändert. Leistungsfähigere Speichermechanismen haben sich etabliert und ebenso wie das Publizieren allgemein inzwischen weitestgehend mit Hilfe von Redaktions- und Content-Managementsystemen vonstatten geht, basieren auch immer mehr professionelle Web-Angebote auf leistungsfähigen Datenbanken. Die Unterschiede der konkurrierenden Ansätze sollen in den nachfolgenden Abschnitten thematisiert werden.

7.2 Dokument-Speicherung im Dateisystem

Die unmittelbare Speicherung hypertextueller Inhalte im Dateisystem kann derzeit, zumindest bei privaten und semi-professionellen Projekten, noch als Normalfall der Datenablage angesehen werden. Sie stellt auf den ersten Blick aufgrund ihrer einfachen Erlern- und Umsetzbarkeit gerade für solche Projekte, die bezüglich der Mitarbeiterzahl und Sachmittel limitiert sind, eine naheliegende Lösung dar. Als größtes logisches Konstrukt fungieren Dateien. Der einzelne Hypertextknoten wird nach seiner Erstellung in einem Editorprogramm als Textdatei²⁹⁴ in einem Verzeichnis (oft auch Ordner genannt)

²⁹⁴ Zu Arten von Dateien (Textdateien, formatierte Dateien usw.) siehe z.B. die anwendungsorientierte Einführung in Lusti (1997).

gespeichert. Jeder Datei wird ein eigener, eindeutiger Name zugeordnet, welcher in einem Verzeichnis nur einmal vorkommen kann. Der spätere Zugriff für Bearbeitungs- oder Publikationszwecke erfolgt durch eine manuelle Auswahl des für den Hypertextknoten vergebenen Dateinamens. Der Inhalt einer Datei kann damit auf den Bildschirm gerufen werden; Dateien lassen sich nach Bedarf kopieren, speichern oder wieder löschen. Für das Bearbeiten von HTML-basierten Web-Dokumenten sowie die Verwaltung von Dateien innerhalb umfangreicherer Websites stehen mit Produkten wie *Microsoft Frontpage* oder *Macromedia Dreamweaver* spezialisierte Werkzeuge zur Verfügung, die dem Hypertext-Autor einfache Formatierungs- und Administrationsarbeiten abnehmen können.²⁹⁵

Einfache monohierarchische Strukturen innerhalb der Hypertextbasis lassen sich durch die Verwendung von geschachtelten und entsprechend benannten Unterverzeichnissen abbilden. Diese Vorgehensweise dürfte den meisten Autoren aufgrund vorhandener Kenntnisse und Erfahrungen – etwa mit Standard-Textverarbeitungsprogrammen – vertraut sein und baut infolgedessen keine zusätzlichen Einstiegsbarrieren auf dem Weg zum Internet-Publizieren auf. Allerdings wird dieser Startvorteil mit systemimmanenten Unzulänglichkeiten erkauft, die sich mit Hilfe folgender Schlagworte umreißen lassen: Speicher- und Zugriffssicherheit, Integritäts- und Konsistenzprüfung sowie Auswertbarkeit.

7.2.1 Speicher- und Zugriffssicherheit in Dateisystemen

Gängige Dateisysteme bieten meist lediglich ein Minimum an Sicherheitsmechanismen, die den ungewollten bzw. unberechtigten Zugriff auf die gespeicherten Inhalte verhindern sollen. Benutzeridentifizierung (also die Feststellung, ob ein Benutzer dem System überhaupt bekannt ist), Autorisierung (d.h. die Zuweisung von Rechten und Privilegien) und Zugriffskontrolle finden – wenn überhaupt – auf Betriebssystemebene statt und lassen sich entsprechend mühsam auf Gruppen von Dokumenten, Autoren und Lesern anwenden. Problematisch erscheint weiterhin die Sicherstellung der Geschlossenheit von rein betriebssystembasierten Lösungen. Hierzu wäre es erforderlich, sämtliche Wege zur Umgehung des Sicherheitskonzepts zu eliminieren. Ältere Betriebs-

²⁹⁵ Siehe hierzu auch Abschnitt 7.4.

systeme wie etwa Microsoft DOS sind hier also absolut fehl am Platze, da sie mangels eigener Sicherheitsmechanismen den direkten Zugriff auf die gespeicherten Dateien nicht verhindern können.

Insbesondere Projekte, bei denen die verteilte Erstellung von Hypertexten für das WWW und Möglichkeiten der kollaborativen, teamorientierten Bearbeitung im Vordergrund stehen, erfordern über die grundlegende Zugangskontrolle hinaus flexiblere Verwaltungsoptionen und angemessene Sicherheitskonzepte.²⁹⁶ So sollte beispielsweise ein Hypertextknoten, der gerade von einem Autor editiert wird, für andere Mitarbeiter gesperrt („file locking“) bzw. nur für den lesenden Zugriff verfügbar sein („exklusiver Zugriff“). Mit Hilfe von Gruppen- und Einzelbenutzerprofilen sollte sichergestellt werden, dass ein Autor ausschließlich die in seinem eindeutig definierten Zugriffsbereich befindlichen Inhalte bearbeiten bzw. löschen kann. In diesem Zusammenhang sind gegebenenfalls auch Mechanismen für die abgestufte Freigabe von Inhalten – „Lesen“, „Ändern“, „Löschen“, „für alle“, „für bestimmte Arbeitsgruppe“ etc. – zu entwickeln.

Während die meistgenutzten Arbeitsplatz-Betriebssysteme wie etwa Microsoft Windows 95/98/ME bezüglich der Zugangskontrolle und objektbasierten Rechtevergabe in lokalen Netzwerken nur rudimentäre Unterstützung bieten, erlauben professionelle Varianten – von Microsoft Windows NT/2000/XP über die verschiedenen Produkte aus der weitverzweigten Unix-Familie bis hin zu Großrechner-Betriebssystemen – auf diesen Gebieten zumindest das Einrichten praktikabler Lösungen.²⁹⁷ Im Prinzip ist die separate Vergabe von Schutzanforderungen für jede einzelne Datei sowie von individuellen Zugriffsrechten für einzelne Benutzer möglich. Der Fachausdruck für eine solche Vorgehensweise lautet „diskrete Zugriffskontrolle“.

Relativ wenig Spielraum bietet die dateiorientierte Speicherung von Inhalten bei der Spezifizierung von Online-Zugriffsrechten. Für die Veröffentlichung im World Wide Web kommen hier so genannte „Web-Server“ zum

²⁹⁶ Vgl. z.B. Burdman (1999).

²⁹⁷ Die Sicherheit einzelner Betriebssysteme kann auf Grundlage der *Trusted Computer System Evaluation Criteria (TCSEC)* – auch als *Orange Book* bekannt – bewertet werden. Dieses Standardwerk der US-Regierung definiert Sicherheitsstufen, die von A1 (höchste Sicherheitsstufe) bis D (niedrigste Sicherheitsstufe) reichen, und ist im Internet unter <http://www.dynamoo.com/orange/index.htm> abrufbar.

Einsatz, die die in einem Verzeichnis abgelegten Dateien über ein bestimmtes Kommunikations-Protokoll weltweit zugänglich machen. In Abhängigkeit von der verwendeten Server-Software können prinzipielle Einschränkungen definiert werden, ohne jedoch ausgefeilte und auf den Anwendungsfall zugeschnittene Schemata anlegen und nutzen zu können. So erlauben gängige Web-Server zwar das Sperren einzelner Datei-Verzeichnisse in Abhängigkeit von der Internet-Adresse des anfragenden Rechners oder auch die Vergabe von Passwörtern für den Zugriff auf Teilbereiche der Hypertextbasis. Eine flexibel erweiterbare, situations- und kontextabhängig abgestufte und nicht statisch festgelegte Rechtevergabe bzw. Zugriffskontrolle lässt sich auf dieser Basis allerdings kaum realisieren.

Die langfristig sichere Speicherung einzelner Dateien ist abhängig von der Architektur und Stabilität des eingesetzten Dateisystems. Hier reicht die Angebotspalette von recht einfachen Lösungen bis hin zu Hochverfügbarkeitssystemen – Stichwort „Journaling File Systems“ –, welche die zu verwaltenden Datei-Informationen mehrfach redundant und verteilt abspeichern und dadurch die Gefahr eines physikalisch bedingten Datenverlusts minimieren wollen. Weiterhin bieten die verbreiteten Computer-Betriebssysteme einschlägige Werkzeuge für die Realisierung von Backup-Mechanismen, die vor totalen Datenverlusten schützen. Die am weitesten verbreitete Lösung ist hier die in regelmäßigen Intervallen erfolgende Sicherung auf austauschbare Datenträger wie Streamer-Bänder, CD-ROMs oder Disketten. Mit deren Hilfe lassen sich allerdings stets nur Abbilder der Hypertextbasis zu einem bestimmten Zeitpunkt konservieren und wiederherstellen. Die kontinuierliche Sicherung einzelner Modifikationsschritte oder gar eine umfassende Versionsverwaltung zur (parallelen) Sicherung unterschiedlicher Bearbeitungsstände erfordern dagegen erheblichen zusätzlichen Programmier- und Pflegeaufwand.

7.2.2 Integritäts- und Konsistenzprüfung in Dateisystemen

Unter Konsistenz oder Integrität einer Hypertextbasis soll an dieser Stelle die Korrektheit und Widerspruchsfreiheit der gespeicherten Informationen verstanden werden. Dazu gehört einerseits eine semantische oder logische Überprüfung von Daten in den Fällen, wenn eine Informationseinheit oder ein Teil dieser Einheit nur bestimmte vordefinierte Werte annehmen darf bzw. festgelegten Regeln entsprechen muss. Weiterhin erscheint auch eine strukturelle

Überprüfung wünschenswert. Es sollte also sichergestellt werden, dass die Informationen vollständig sind und sich in eine vorgegebene Speicherstruktur eingliedern lassen. Bei der Verwaltung moderner Informationssysteme, deren Strukturen mit fortschreitender Integration zusätzlicher Datenquellen und steigender Anzahl multimedialer Elemente zwangsläufig immer komplexer werden, gewinnen derartige Fragestellungen mit Recht an Bedeutung.

Dabei lassen sich zumindest zwei gleichermaßen relevante Aspekte unterscheiden. Zunächst müssen einzelne Hypertextknoten entsprechend einer verbindlichen Richtlinie – z.B. einer SGML oder XML-DTD – aufgebaut und mit Inhalten gefüllt sein, um späteren Auswertungs- und Präsentationserfordernissen entsprechen zu können. Wir bezeichnen dies als hypertextuelle Mikrostruktur. Die Richtigkeit und Konsistenz solcher internen Mikrostrukturen kann auf Dateiebene relativ mühelos mit Hilfe von entsprechenden Autoren-Werkzeugen wie etwa SGML/XML-Editoren und Syntax-Parsern gewährleistet werden. Eine Automatisierung dieses Vorgangs stellt auf diesem Level ebenfalls kein nennenswertes Problem dar.

Darüber hinaus darf gerade in umfangreichen und komplex organisierten Informationssammlungen niemals ein Fall eintreten, in dem das Erstellen bzw. Manipulieren einzelner Hypertextknoten die Funktionsfähigkeit abhängiger Knoten beeinträchtigt oder gar die Organisationsstruktur der gesamten Hypertextbasis beschädigt. Wir bezeichnen diese Struktur der Hypertextbasis als hypertextuelle Makrostruktur. Wird nun beispielsweise ein bestehender Knoten verändert oder gar vollständig gelöscht, so hat dies unmittelbare Auswirkungen auf systemimmanente Navigationsangebote wie Inhaltsverzeichnisse, grafische Überblicke und Ähnliches.²⁹⁸ Auch in andere Knoten eingebettete Hyperlinks sind in solchen Fällen natürlich betroffen und müssen unmittelbar durch den Autor – sofern er denn überhaupt die erforderlichen Berechtigungen zum Editieren dieser abhängigen Inhalte besitzt – aktualisiert werden.

In Abschnitt 3.4 sind wir bereits auf strukturelle Eigenschaften von Hypertexten eingegangen. Dabei haben wir festgestellt, dass sich Hypertexte durch Netzstrukturen kennzeichnen lassen, die in manchen Fällen monohierarchisch organisiert sein können. Für eine große Zahl von Wissensgebieten bzw. hypertextuellen Informationssystemen scheint jedoch eine polyhierarchische Mo-

²⁹⁸ Lösungsvorschläge für die grafische Anzeige von zwei- und dreidimensionalen Hypertextstrukturen stellen z.B. Kommers et al. (1998) in Form so genannter „Concept Maps“ vor.

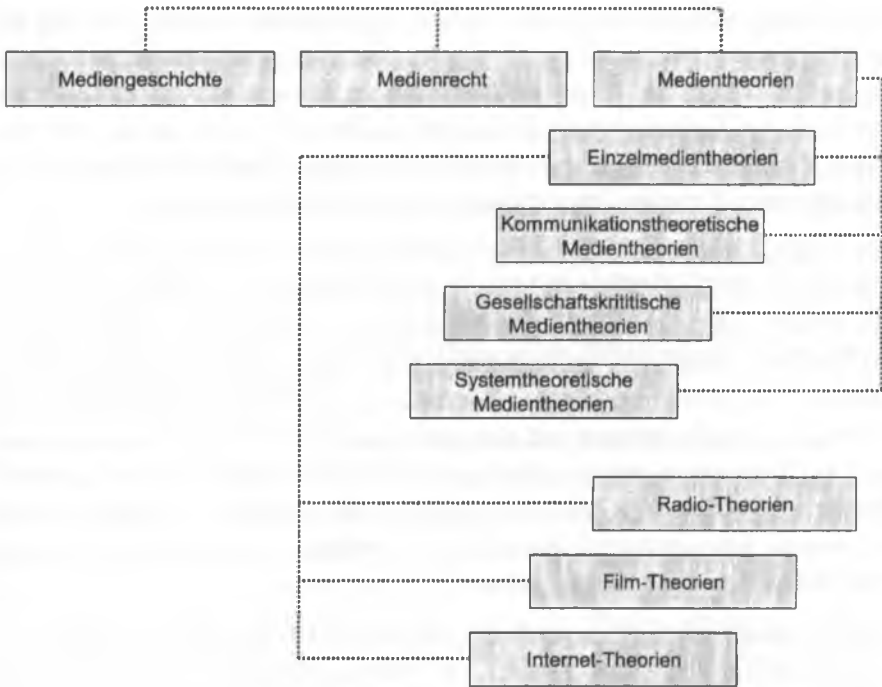


Abbildung 14: Monohierarchische Hypertextstruktur

dellierung wichtig und angemessen zu sein. Ein typischer Anwendungsfall für eine nicht allzu komplexe, monohierarchische Hypertextstruktur ist in Abbildung 14 zu sehen: Am Beispiel medienwissenschaftlicher Forschungsgebiete (Mediengeschichte, Medienrecht und Medientheorien) sowie untergeordneter Bereiche, die aus Platzgründen nur in einer stark eingeschränkten Auswahl aufgeführt werden konnten, lassen sich Beziehungen wie Über-, Unter- und Nebenordnung erkennen. Abbildung 15 demonstriert eine repräsentative Umsetzung dieser Ordnung mit Hilfe geschachtelter Datei- und Verzeichnisstrukturen für ein rein dateibasiertes Web-Informationssystem. Polyhierarchische Beziehungen zwischen Hypertextknoten, also etwa mehrere gleichberechtigte übergeordnete Knoten, lassen sich auf diese Weise allerdings schwerlich nachbilden.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass eine Modellierung und Validierung hypertextueller Makrostrukturen nur eingeschränkt möglich ist. Die automatisierte Prüfung und Anpassung von abhängigen Hypertextknoten und

-links übersteigt ganz klar die Möglichkeiten von dateibasierten Lösungen. Die hierfür notwendigen Arbeitsschritte – gegebenenfalls ergänzt um die Entscheidung, ob ein bestimmter Hypertextknoten überhaupt an der geplanten Stelle in die Hierarchie der Hypertextbasis eingebunden werden darf – erfordern eine manuelle Manipulation der betroffenen Dateien und Dateiverzeichnisse durch den Hypertext-Autor mit dem damit verbundenen intellektuellen und zeitlichen Aufwand.

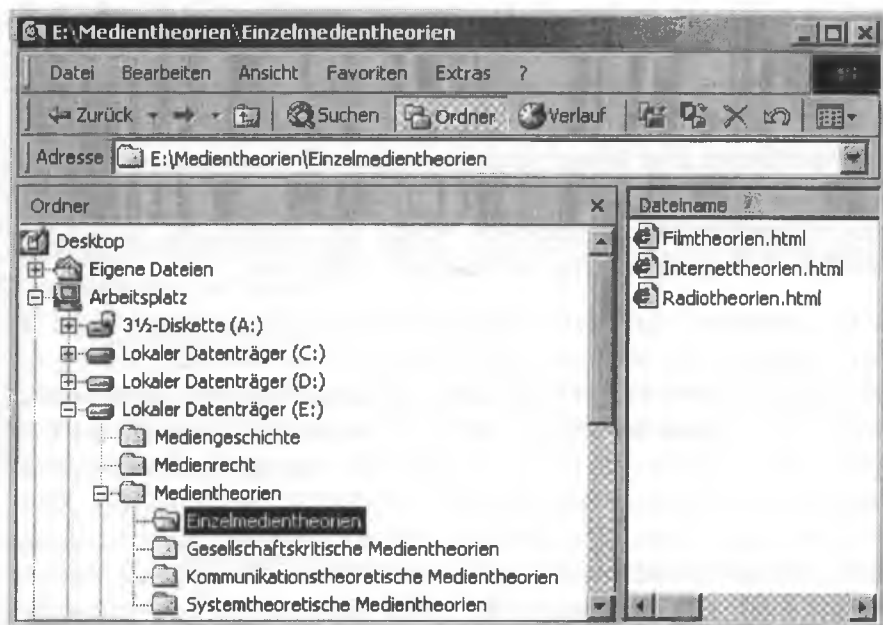


Abbildung 15: Nachbildung einer monohierarchischen Struktur

7.2.3 Auswertbarkeit von Datei-Inhalten

Leistungsfähige Mechanismen zur Auswertung und Weiterverarbeitung von in einer Hypertextbasis gespeicherten elektronischen Inhalten zählen zu den wichtigsten Bestandteilen von Web-Informationssystemen. Insbesondere das Niveau benutzeradaptiver Angebote hängt wesentlich von der Qualität der inhaltlichen Analyse und Klassifikation des verwalteten Materials ab. Je detaillierter die Hypertextbasis insgesamt sowie die Inhalte und Charakteristika

einzelner Knoten im Vorfeld der Veröffentlichung erschlossen werden können, desto genauer kann die spätere Präsentation automatisch an Faktoren wie Benutzerinteresse, individuelle Vorkenntnisse oder den aktuellen Situationskontext angepasst werden.

Zur Klassifikation der Inhalte gehört einerseits die gezielte Anreicherung einzelner Hypertextknoten um später abfragbare Meta-Informationen wie z.B. Schlagworte, Autorennamen oder Erstellungsdatum,²⁹⁹ siehe dazu Kapitel 5. Daneben sollte eine umfassende Indizierung textueller Inhalte die Basis für Volltext-Recherchen bereitstellen.³⁰⁰ Weiterhin spielt in diesem Zusammenhang die Planung und Realisierung von Überblicks- und Kontextualisierungshilfen eine Rolle, die semantische Bezüge zwischen einzelnen Hypertextknoten verdeutlichen. Hier können einfache statistische Auswertungen wertvolle Dienste leisten und Erkenntnisse fördern, etwa wenn die Anzahl des Auftretens eines bestimmten Begriffs quantitativ erfasst und dadurch eine semantische Verwandtschaft zwischen Hypertextknoten ermittelt wird.

Für den gezielten Zugriff auf einzelne Elemente in Hypertextknoten, die mit einer Auszeichnungssprache wie XML strukturiert wurden, haben sich im Verlauf der letzten Jahre bereits einschlägige Konzepte etabliert. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die *XML Path Language (XPath)*, die das W3C Ende 1999 in der Version 1.0 verabschiedet hat und die etwa auch für Dokument-Transformationen unter Einsatz von XSLT³⁰¹ verwendet wird. XPath stellt eine eigene Syntax zur Verfügung, welche die eindeutige Adressierung von Elementen in hierarchisch organisierten XML-Instanzen ermöglicht. Zur Demonstration der Funktionalität von XPath kann hier noch einmal das Beispieldokument aus Abschnitt 4.5.1 herangezogen werden:

```
<?xml version="1.0"?>
<AUTORENLISTE>
```

²⁹⁹ Hier können je nach konkretem Anwendungsfall bereits die im Dateisystem automatisch gespeicherten Dateiattribute von Nutzen sein.

³⁰⁰ Fortschrittliche Volltextrecherche-Mechanismen berücksichtigen dabei explizit auch die interne Struktur von Hypertextknoten, so dass Abfragen wie zum Beispiel „Zeige mir alle Knoten, die den Begriff *xy* in einem *Vertiefungs*-Abschnitt, nicht aber im Knoten-Titel enthalten“ möglich werden. Voraussetzung hierfür ist allerdings eine vorhergehende inhaltlich orientierte Klassifizierung der Knoteninhalte etwa durch maßgeschneiderte XML-Tags (siehe Abschnitt 4.5).

³⁰¹ XSLT wurde in Abschnitt 4.5.3 besprochen.

```

<AUTOR>
  <ANREDE>Frau</ANREDE>
  <TITEL>Dr.</TITEL>
  <VORNAME>Renate</VORNAME>
  <NACHNAME>McLuhan</NACHNAME>
</AUTOR>
<AUTOR>
  <ANREDE>Herr</ANREDE>
  <TITEL>Prof.</TITEL>
  <VORNAME>Karl</VORNAME>
  <NACHNAME>Luhmann</NACHNAME>
</AUTOR>
</AUTORENLISTE>

```

Die XPath-Notation sieht spezielle Ausdrücke zum Zugriff auf einzelne Elemente vor. Das Zeichen / bezeichnet eine direkte, // eine mehrstufige Unterordnung. Elementnamen werden direkt angegeben, * steht für einen beliebigen Elementnamen. Der Ausdruck

```
/AUTORENLISTE/AUTOR/*
```

findet demzufolge sämtliche Elemente, die in unserem Dokument unterhalb eines AUTOR-Elements in der AUTORENLISTE angeordnet sind. Darüber hinaus würde der Ausdruck

```
//NACHNAME
```

sämtliche NACHNAME-Elemente im Dokument – unabhängig vom jeweils übergeordneten Element – finden. Zu Auswertungszwecken kann eine Filter-Option hilfreich sein. XPath sieht in diesen Fällen den Einsatz von in eckigen Klammern stehenden Ausdrücken vor. So erhalten wir mit Hilfe von

```
/AUTORENLISTE/AUTOR[NACHNAME='Luhmann']/VORNAME
```

als Ergebnis das VORNAME-Element des Autors mit dem Nachnamen „Luhmann“. Eine Umkehr der Suchbedingung ist mit not ausdrückbar.

Die Mächtigkeit der XPath-Syntax kann hier selbstverständlich nur ansatzweise demonstriert werden. In Ergänzung zu den aufgeführten Beispielen existieren vielfältige weitere Funktionen, etwa für den Zugriff auf Attribute von XML-Elementen oder zum Ausfiltern von Ergebnissen aufgrund ihrer Position in der Ergebnismenge. Für diese Adressierungen kommen so genannte XPath-Achsen zum Einsatz („child“, „parent“, „descendant“, „ancestor“, „following“,

„preceding“, „self“, „attribute“ usw.). Auch Stringfunktionen auf Element-Inhalten (z.B. `starts-with`) sind zulässig. Für die praktische Anwendung von XPath bei der Auswertung von Dokumenten in Dateisystemen stehen spezielle Kommandozeilen-Werkzeuge zur Verfügung, die sich direkt oder mit Hilfe dritter Programme aufrufen lassen.

Sämtliche in diesem Abschnitt angesprochenen Aufgaben und Arbeitsschritte lassen sich mit punktuellen Einschränkungen durchaus auf Dateisystembasierten Hypertextbeständen durchführen: Meta-Informationen können mit Hilfe von Texteditoren direkt in den Knotentext eingefügt und durch externe Programme ausgelesen und verwertet werden. Volltext-Recherchen und statistische Auswertungen lassen sich entweder unter Verwendung von Betriebssystem-Werkzeugen oder aber durch entsprechende selbstgeschriebene bzw. angepasste Programme (z.B. Java-Applets) implementieren. Praktische Schwierigkeiten lauern allerdings naturgemäß bei der Umsetzung ausgefallenerer Ansprüche sowie bei der Auswahl der strategischen Entwicklungsumgebung. Einmal realisierte Lösungen zeichnen sich nämlich durch eine hohe Abhängigkeit vom verwendeten Betriebs- und Dateisystem aus, so dass eine spätere Migration auf andere Plattformen erschwert wird. Insbesondere die zuverlässige Automatisierung von Auswertungs- und Aufbereitungs-Mechanismen erfordert maßgeschneiderte Lösungen – und setzt hierfür intime Kenntnisse über die Anwendung der zuständigen „Bordmittel“ des Betriebssystems (dazu zählen z.B. Windows-Dienste oder Unix-Dämonen sowie die verfügbaren Programmierumgebungen) voraus. Zusätzlich erschwert wird eine automatisierte Auswertung durch die Verteilung der Hypertextinhalte auf viele separate Einzeldateien in verschiedenen Verzeichnissen bzw. unter Umständen sogar auf unterschiedlichen Rechnern. Daraus resultierend rückt das Ideal einer einheitlichen Administrations-, Zugriffs- und Auswertungsoberfläche erfahrungsgemäß in weite Ferne.

7.2.4 Beurteilung der dateibasierten Speicherung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass dateibasierte Lösungen zur Verwaltung von Hypertextbasen unter dem Fehlen einer mächtigen, konsistenten und plattformübergreifenden Verwaltungs- und Retrieval-Umgebung leiden. Zwar lassen sich viele grundlegende Anforderungen an hypermediale Informationssysteme relativ rasch und problemlos umsetzen, d.h. der Autor

vollzieht sehr schnell den Schritt von der Planung hin zur konkreten Implementierung eines Demonstrations-Prototypen. Im Gegenzug muss er dabei jedoch potenzielle Einbußen hinsichtlich der Funktionalität und Sicherheit seines Systems in Kauf nehmen. Jede umfangreichere funktionale Erweiterung – die natürlich stets unter Beachtung der zu gewährleistenden Abwärtskompatibilität erfolgen muss – zieht eine Modifikation der einmal aufgebauten Systemstrukturen nach sich. Als Folge davon wird sich der mit der Pflege und Erweiterung verbundene Arbeitsaufwand kontinuierlich erhöhen.

Ein typisches Anwendungsszenarium für einen solchen Fall lässt sich folgendermaßen beschreiben: Ein Online-Informationssystem, dessen Inhalte in Form von HTML-Dateien in hierarchisch geordneten Verzeichnissen durch ein UNIX-Betriebssystem verwaltet und bisher mittels direkter serverseitiger Manipulation in einem HTML-Editor gepflegt wurden, soll um kollaborative Elemente erweitert werden. Konkret wird dabei an die verteilte Bearbeitung durch eine Gruppe wechselnder Autoren an verschiedenen lokalen Standpunkten gedacht. Grundsätzlich bieten sich hier – unter Beibehaltung der Speicherung im Dateisystem sowie der zentralen Verwaltung der Zugriffsrechte auf der Ebene des Betriebssystems – mehrere einander im Prinzip ähnliche Wege an, zum Beispiel der direkte Zugriff über Terminal-Programme wie *Telnet*, die Nutzung einer *Secure Shell (SSH)* oder das Einstellen von dezentral bearbeiteten Inhalten via *FTP (File Transfer Protocol)*.

Jeder dieser Wege führt notwendigerweise zu einer zumindest teilweisen Aufweichung der bisherigen Sicherheits-Architektur, da das System nach außen hin geöffnet werden muss. Auch eine jeweils manuell vorzunehmende Anpassung der zentralen Benutzerverwaltung sowie etwaiger Administrations-Programme und Interaktionswerkzeuge an sich ändernde Autorengruppen bleibt unumgänglich. Der exklusive Autorenzugriff auf einzelne Dateien lässt sich zumeist, aufgrund vorgegebener Funktionsweisen des Betriebssystems, überhaupt nicht oder nur über den nicht unproblematischen Umweg des temporären Löschens bzw. Verschiebens der jeweiligen Inhaltsdatei realisieren. Eine automatische Versionierung von Dokumenten muss auf ähnlichem Wege aufwändig programmiert werden. Damit wird der prinzipielle Startvorteil der datenbasierten Lösung – die niedrige Einstiegsschwelle – mit einem letztendlich relativ starren System erkaufte, welches sich nur punktuell mit einem vertretbaren Aufwand an sich ändernde Erfordernisse anpassen lässt.

7.3 Datenbankbasierte Dokument-Speicherung

Umfangreiche Hypermedia-Projekte und professionelle Informationsdienstleistungen, bei denen es um die effiziente Verwaltung größerer Mengen multimedialer Inhalte bei strikter Trennung der Daten von den Anwendungen geht, werden im Gegensatz zu dateibasierten Lösungen in den meisten Fällen unter Ausnutzung fortschrittlicherer und mächtigerer Ansätze konzipiert. Diese basieren in der Regel auf der Einbindung spezieller *Document-, Content- oder Workflow-Management-Systeme (DMS, CMS oder WMS)* bzw. universal einsetzbarer *Datenbank-Managementsysteme (DBMS)*, die bei der zuverlässigen Automatisierung der vielfältigen Produktions- und Publikationsprozesse helfen. Insbesondere regelmäßige logistische Verwaltungsaufgaben, wie etwa Konsistenzprüfungen oder Backup-Sicherungen der Hypertextbasis, sollen dabei von den Software-Werkzeugen übernommen werden. Ein Vorteil liegt darin, dass sich die Autoren in der Folge ausschließlich auf ihr eigentliches Anliegen – nämlich das Produzieren von Inhalten – konzentrieren können. Erstrebenswert erscheint darüber hinaus der Einsatz transaktionsorientierter Verwaltungs-Software, die bei Bedarf beispielsweise eine geordnete Rückname („Rollback“) von fehlerhaften Modifikations-Aktionen erlaubt und letztlich nur korrekte, d.h. konsistenzhaltende Transaktionen zulässt.

Vereinzelt werden zur Beschreibung spezieller Datenbank-Umgebungen für das hypermediale Publizieren auch die Begriffe *Multimedia Database Management Systems (MDBMS)* und *Hypermedia Database Management Systems (HDBMS)* herangezogen. In die erste Kategorie fallen praktisch sämtliche Systeme, die neben daten- und textbasierten Inhalten auch mit digitalen Grafiken, Sound- oder Videodateien umgehen können. Vertreter der zweiten Kategorie werden gemeinhin durch die Fähigkeit charakterisiert, mit dem Ziel der effizienten Organisation komplexer Hypertextbasen explizit auch Informationen über hypertextuelle Verknüpfungen zwischen den gespeicherten multimedialen Inhalten verwalten zu können.³⁰² In der Praxis lässt sich der letztgenannte Anspruch allerdings mit beinahe jeder professionellen Datenbank-Umgebung erfüllen, indem die Verknüpfungen beispielsweise in separaten Link-Tabellen abgelegt werden. Deshalb bleibt diese feinkörnige Unterteilung eher theoretischer Natur.

³⁰² Vgl. hierzu Kommers et al. (1998, S. 18f.).

Sämtliche datenbankbasierten Ansätze für das Web-Publishing können systemübergreifend durch ihre Eigenschaft der Speicherung von Hyperdokumenten – und idealerweise auch von Hyperlinks – in einem zentralen „Informations-Repository“ charakterisiert werden. Dieses Repository zeichnet sich dadurch aus, dass es nicht mit Hilfe einfacher dateibasierter (Text-)Bearbeitungswerkzeuge manipulierbar ist, sondern in einer isolierten und besonders geschützten Zugriffsschicht³⁰³ residiert. Auf diese Weise lassen sich grundsätzlich die bereits monierten Einschränkungen einzelner Betriebssysteme bezüglich der realisierbaren Sicherheits- und Verwaltungsfunktionalitäten umgehen und maßgeschneiderte Lösungen erarbeiten. Weiterhin setzt eine logisch abgestufte und verteilte Informationshaltung die wünschenswerte Trennung zwischen Form und Inhalt hypertextueller Inhalte³⁰⁴ weitaus konsequenter um, als dies in dateibasierten Hypertextbasen denkbar wäre: Datenbank-Repositorien lassen sich vermittels spezieller Zugriffs-Software strukturieren und verwalten; Layout und Semantik können durchgehend voneinander getrennt und unabhängig verwaltet werden.

In diesem Zusammenhang sollte man sich vergegenwärtigen, dass der Aufbau einer modernen und leistungsfähigen hypermedialen Informationsverwaltung eine strategische Entscheidung darstellt. In den meisten Fällen ist eine Lösung nicht einfach dadurch realisierbar, ein einzelnes System „von der Stange“ zu kaufen. Vielmehr bedingen unterschiedliche Ansprüche bezüglich der zu verwaltenden Inhalte oder der geplanten Zugriffsmöglichkeiten sowie die bereits bestehende Hard- und Softwareumgebung eine individuelle Zusammenstellung passender Komponenten. Die involvierten Entscheidungsträger stehen folglich oft vor der Wahl, entweder ein integriertes System mit einer breiten Funktionsvielfalt zu erwerben, welches aber im Einzelfall unter Umständen nicht optimal an sich weiterentwickelnde Anforderungen angepasst werden kann, oder aber durch die Kombination sich ergänzender Einzelbausteine ein weitestgehend flexibel konfigurierbares und tendenziell offenes Gesamtsystem aufzubauen. Obligatorische Bestandteile wären beispielsweise ein Texteditor sowie Bild-, Ton- bzw. Videobearbeitungsprogramme für die Autoren, daran angeschlossen ein zuverlässiges Datenspeicherungssystem, programmierbare

³⁰³ Die Funktionsschichten eines Datenbanksystems erläutert z.B. Zehnder (2001, S. 273ff.).

³⁰⁴ Vgl. hierzu z.B. Maurer (1996, S. 23ff.) sowie Abschnitt 4.2.

Workflow-Management-Komponenten, weiterhin eine Hyperlink-Verwaltung sowie Präsentations-Software, Navigationshilfen usw.

Neben den bereits genannten Entscheidungskriterien spielen selbstverständlich auch finanzielle Erwägungen – die Lizenzierungs- und Folgekosten (insbesondere Support- und Upgrade-Angebote) der angebotenen Software-Alternativen bewegen sich innerhalb eines anerkanntermaßen recht umfangreichen Spektrums – sowie die vor Ort vorhandene Programmier- und Administrations-Kompetenz eine gewichtige Rolle. Sofern zeitlich und personell realisierbar, sollte eine Testinstallation und Überprüfung der benötigten Funktionalitäten dem späteren Kauf unbedingt vorangehen.

Die Zahl der auf dem Markt verfügbaren Document- und Content-Managementsysteme sowie verwandter Software ist mittlerweile Legion. In rascher Folge kommen neue Lösungen hinzu oder modifizieren einzelne Hersteller ihre bereits eingeführten Produkte. Zwar lassen die kommenden Jahre aufgrund des allgemein prognostizierten Konzentrationsprozesses eine Marktberreinigung erwarten, der wohl vor allem viele der unzähligen kleinen Anbieter zum Opfer fallen dürften. Trotzdem fällt es wohl auch weiterhin schwer, sich im „Dschungel“ der Angebote und uneinheitlich bis kontrovers benutzten Klassifikations- und Marketing-Schlagworte zurechtzufinden. Zwangsläufig kann und soll an dieser Stelle auch keine umfassende Übersicht geboten, sondern lediglich ein grundlegender Einblick gegeben sowie auf weiterführende Informationsquellen verwiesen werden. Als Ansatzpunkt bietet sich neben der umfangreichen Fachliteratur und -presse die Recherche im WWW an.³⁰⁵ Die Spannweite der erhältlichen Software-Systeme reicht von speziell entwickelten Umgebungen für die Erstellung von Hypertextbasen bis hin zu Mehrzweck-Produkten unterschiedlicher Provenienz und Leistungsfähigkeit. Dem ambitionierten Hypertext-Publizisten steht demzufolge eine Vielzahl potenzieller Optionen mit variablen Funktionalitäten zur Verfügung.

Erwähnenswert erscheinen in diesem Zusammenhang der Standard *Open Document Management API (ODMA)* sowie die von großen Teilen der Industrie getragene *Document Management Alliance (DMA)*. In der DMA arbeiten namhafte Software-Firmen gemeinsam an einer offenen Schnittstelle für die verteilte Dokumentenverwaltung, welche unabhängig vom gewählten Do-

³⁰⁵ So findet sich z.B. unter <http://www.contentmanager.de> auf der *Deutschen Content Management Site* eine regelmäßig aktualisierte Marktübersicht über den DMS- und CMS-Bereich.

kumentenmanagementsystem oder dem Dateiformat den Austausch von Informations-Repositoryn ermöglicht. Dabei werden Aspekte wie die Versionierung von Dokumenten, Inhaltsverschlüsselung und Benutzer-Authentifizierung ebenso wie die Unterstützung unterschiedlicher Landessprachen und Zeichensätze behandelt. ODMA ist ein Standard der *Association for Information and Image Management (AIIM)*³⁰⁶ für den Zugriff auf Repositoryn von Web-Dokumenten. Insbesondere soll es ODMA-konformen Bearbeitungsprogrammen erleichtert werden, Inhalte aus einem beliebigen Dokumentenmanagementsystem auszulesen und nach der Überarbeitung wieder in das Repository einzustellen.

Als prominente und exemplarische datenbankbasierte „Baukästen“ für das Erstellen von Web-Informationssystemen lassen sich einerseits Neuentwicklungen mit ursprünglich akademischem Hintergrund wie zum Beispiel das *Konstanzer Hypertext System (KHS)* oder der – mittlerweile professionell vertriebene – *Hyperwave Information Server (HIS)* nennen. Auf der anderen Seite haben auch eine Reihe von Anbietern etablierter Groupware-, Datenbank- und ERP (Enterprise Resource Planning)-Produkte die Marktchancen multimedialer und hypertextueller Informationsverwaltungen für das Intra- und Internet erkannt und ihren im Einsatz bewährten Produkten hypermediale und Webfähige Erweiterungen spendiert. Exemplarisch können hier das Workgroup-Gespann *Lotus Domino/Notes* sowie das objekt-relationale Datenbankmanagementsystem *Oracle* mit dem integrierten *Oracle Internet Filesystem* aufgeführt werden. Technologien des Hypertext- und Informationsmanagements werden somit nach und nach Bestandteile universaler Programmpakete.

Im Umfeld des professionellen Web-Publizierens sind neben diesen angesprochenen Systemen insbesondere die High-End-Lösungen *Storyserver* von Vignette aus Austin/Texas, die *Documentum*-Produktreihe vom gleichnamigen kalifornischen Hersteller sowie der *VIP ContentManager* der Hamburger Gauss Interprise AG erwähnenswert.³⁰⁷ Sie bieten allesamt einen professionellen Ansprüchen genügenden Funktionsumfang und werden seit Jahren bei international aufgestellten und folglich komplex strukturierten Firmen für die

³⁰⁶ Die Website der AIIM findet sich unter <http://www.aiim.org>.

³⁰⁷ Im Internet zu finden unter <http://www.vignette.com>, <http://www.documentum.com> bzw. <http://www.gauss-interprise.com>. Wie bereits angesprochen erscheint der Markt fast unüberschaubar, die vorstehende Auswahl kann deshalb nur unvollständig und subjektiv sein.

Organisation der internen Informationsverwaltung sowie öffentlicher Internet-Portale eingesetzt. In die nachfolgende Kurzübersicht wurden sie dennoch bewusst nicht aufgenommen, da sie aufgrund verschiedener Faktoren³⁰⁸ für die in unserem Kontext anstehenden Aufgaben schlichtweg als überdimensioniert erscheinen. Weiterhin nicht berücksichtigt wurden die relativ „jungen“ Vertreter der OpenSource-Bewegung, da aktuelle Lösungen wie etwa *Zope* oder *OpenCMS*³⁰⁹ (noch) nicht als vollwertige und ausgereifte Alternativen gelten können.

Schon allein aus Vollständigkeitsgründen sollen im folgenden Abschnitt die individuellen Unterschiede zwischen den thematisierten Software-Lösungen nicht exhaustiv herausgearbeitet werden. Auch ein direkter und wertender Vergleich erscheint nicht sinnvoll in Anbetracht der Tatsache, dass der konkrete Einsatzzweck von Projekt zu Projekt erheblich variieren kann. Eine angemessene Würdigung der einzelnen Produkte wäre erst nach intensiven Evaluierungsstudien unter Laborbedingungen und Berücksichtigung unterschiedlicher Anwendungsszenarien bzw. Systemumgebungen möglich. Dies kann und will die vorliegende Publikation nicht leisten, vielmehr bietet sie einen kompakten Überblick über Herkunft, Ausrichtung und Funktionsspektrum der besprochenen Lösungen. Daran anschließend wird kontrastiv zur dateibasierten Inhaltsverwaltung auf die prinzipiellen Vor- und Nachteile der datenbankbasierten Speicherung für Hypertexte eingegangen.

7.3.1 Professionelle Software-Lösungen

„Akademische“ Hypertext-Systeme: Beispiel *KHS*

Das *Konstanzer Hypertext System (KHS)*³¹⁰ wurde im Rahmen des von der DFG geförderten Projekts *WITH (Wissensbasiertes textorientiertes Hypertext-*

³⁰⁸ Orientierung an Erfordernissen des E-Business, über die Ansprüche eines WIS hinausgehende Funktionen und Schnittstellen, extrem hohe Hardwareanforderungen etc.

³⁰⁹ Zu *Zope* siehe auch Pellatier/Latteier (2002) sowie <http://www.zope.org>. Die Internet-Homepage von *OpenCMS* findet sich unter <http://www.opencms.com>.

³¹⁰ Vgl. Arens/Kuhlen (1995), Assfalg (1996), Hammwöhner (1997), Rittberger et al. (1994), Rittberger (1995).

system)³¹¹ von einem informationswissenschaftlichen Forscherteam an der Universität Konstanz konzipiert und implementiert. Die Entwickler haben *KHS* auf der Basis eines komplexen und leistungsfähigen Hypertextmodells als offenes Hypertextsystem erstellt und ihm bereits eine Reihe grundlegender Voraussetzungen für die Dynamisierung von Hypertextknoten mitgegeben. Unter Berufung auf einschlägige Untersuchungen über die Ansprüche an leistungsfähige Hypertextsysteme, die schon einige Jahre vor Erfindung des World Wide Web stattfanden,³¹² wurden wissensbasierte Methoden zur Verbesserung der Systemfunktionalität eingesetzt. Insbesondere arbeitet *KHS* mit einer Wissensbasis, die unter Ausnutzung verschiedener Repräsentationsformalismen zur Speicherung von strukturiertem Weltwissen dient. Aufbauend auf diesem Weltwissen sollen spezielle Komponenten den Anwender bei seinen Aktionen, also z.B. bei der Navigation im Hypertext-Netzwerk, unterstützen.

Zu den Stärken von *KHS* gehört die automatische Extraktion von Informationen aus systeminternen sowie externen Quellen, wie z.B. Online-Datenbanken oder E-Mail-Systemen, nach benutzerdefinierten Kriterien. Dabei ist das System prinzipiell offen für medial verschiedenartige Objekte und kann gleichermaßen Texte, Bilder sowie Tondokumente in so genannten „Medienknoten“ verwalten. Weiterhin unterstützt es das kooperative Arbeiten durch individuell adressierbare Schreib- und Leseberechtigungen. Den Benutzern können person- und kontextabhängige Sichten auf einzelne Hyperdokumente ermöglicht werden. Um eine effektive Navigation zu unterstützen, bietet *KHS* verschiedene Werkzeuge für die Recherche, zur Generierung von hierarchischen Übersichten, der Ermittlung und Anzeige unter- oder übergeordneter Dokumente sowie zur Verwaltung des Navigationspfads („History“). Jedes Hypertext-Objekt kann durch Meta-Informationen gekennzeichnet werden; auch Hyperlinks lassen sich auf diese Weise recht einfach typisieren.

KHS bedient sich bei der Speicherung seiner hypertextuellen Inhalte der objektorientierten Datenbank *GemStone*, einem seit 1987 auf dem Markt befindlichen Datenbank-System, das für diverse Hardware-Plattformen erhältlich

³¹¹ Unter <http://www.inf-wiss.uni-konstanz.de/FG/IV/WITH/with.html> finden sich weitere Informationen über WITH.

³¹² Nichtsdestotrotz haben diese Publikationen wie z.B. Halasz (1988) bis heute nur wenig von ihrer Gültigkeit verloren. Als Beispiel sei die Kritik an undurchschaubaren „Spaghetti-Strukturen“ genannt, welche die Navigation in komplexen Hypertextsystemen massiv erschweren können (Stichwort „dead links“; vgl. Kapitel 6).

ist.³¹³ *GemStone* übernimmt die Verwaltung und Sicherung der für das Hypertextsystem grundlegenden Objekte, also insbesondere von Hypertextknoten und Beziehungen zwischen diesen sowie von benutzerabhängigen Informationen. Darüber hinaus bietet die Datenbank Schnittstellen zu Programmierumgebungen wie zum Beispiel C, C++ oder Smalltalk, mit deren Hilfe ein geregelter Benutzer-Zugriff realisiert werden kann. Obwohl seine Ursprünge noch in die Zeiten vor dem Siegeszug des World Wide Web zurückreichen, lässt sich *KHS* mittlerweile über ein spezielles Gateway an das WWW anbinden.

Content- bzw. Dokumenten-Managementsysteme: Beispiel *Hyperwave*

Der *Hyperwave Information Server (HIS)* wurde ab etwa 1989 zunächst unter dem Namen *Hyper-G* an der Universität von Graz entwickelt und im Zuge seiner späteren kommerziellen Distribution aus Markenschutz-Gründen umbenannt. Er beansprucht für sich, ein Multi-User/Multi-Author-Hypertextsystem der zweiten Generation zu sein.³¹⁴ Weiterhin kann der *HIS* mit einer Reihe eingebauter mächtiger Dokumenten- bzw. Content-Managementfunktionen aufwarten. Als Ergänzung für die Publikation der verwalteten Inhalte im Intra-/Internet wird das *Hyperwave Information Portal (HIP)* angeboten.

An dieser Stelle erscheint eine kurze terminologische Diskussion der vorstehend angeführten Begriffe angebracht. Im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung der Publikationsprozesse und der Entdeckung des World Wide Web als Distributionsmedium hat der Unterschied zwischen Dokumenten- und Content-Management in den letzten Jahren zunehmend an Deutlichkeit verloren. Beides beschäftigt sich prinzipiell mit der Verwaltung elektronischer Inhalte im Rahmen des in Kapitel 3.2 beschriebenen Dokumenten-Lebenszyklusses, also mit dem Erstellen, Überarbeiten, Freigeben, Publizieren und Archivieren hypermedialer Dokumente. Doch während sich das Dokumenten-Management primär auf die zumeist technischen Aspekte (z.B. das Einlesen und Indizieren unterschiedlicher Datenformate) der Digitalisierung und Lagerung spezialisiert hat, sind für das Content-Management die Analyse dokumentinterner Strukturen oder auch von Meta-Informationen mit Hinblick auf den

³¹³ Die Einbindung anderer Datenbanksysteme wie z.B. *Oracle* ist geplant.

³¹⁴ Vgl. Andrews et al. (1994), Maurer (1996), Lennon (1997, S. 111ff.) oder die Firmen-Website unter <http://www.hyperwave.de>.

effizienten Nutzerzugriff von erhöhter Bedeutung. Vereinfachend ausgedrückt behandelt ein Dokumenten-Managementsystem (DMS) einzelne Dokumente als „Black Box“ und organisiert in erster Linie alle notwendigen Workflow-Prozesse. Content-Managementsysteme (CMS) bieten darüber hinausgehend leistungsfähige Mechanismen und Werkzeuge zur Organisation bzw. Generierung effizienter Zugangswege und Retrieval-Optionen.³¹⁵ In diesem Zusammenhang spielen häufig auch Format-Transformationen eine wichtige Rolle: Um den plattformübergreifenden Zugriff, beispielsweise unter Verwendung eines Web-Browsers, auf die gespeicherten Inhalte zu ermöglichen, forcieren manche Systeme die interne Umwandlung der eingespeisten Quelldateien. Gemäß der Idee vom „Medienübergreifenden Publizieren“ wandeln sie die durch den Autor zunächst in einem proprietären Format³¹⁶ erstellten Inhalte in ein adäquateres Zielformat.

Seinem Anspruch gemäß baut *Hyperwave* bereits auf einem im Vergleich mit dem WWW fortschrittlichen Hypertextmodell auf und bietet eine eigenständige Arbeits- und Navigationsumgebung mit einer Reihe leistungsstarker Funktionen für die Informationsspeicherung und -präsentation. Dem kollaborativen Gesamtkonzept entsprechend können Inhalte dezentral von autorisierten Autoren erstellt und anschließend zentral verwaltet werden. Die Architektur von *Hyperwave* beinhaltet gesonderte Erweiterungs-Komponenten sowohl auf der Client- wie auf der Serverseite sowie optional diverse programmierbare Übergänge („Gateways“) etwa zur Anbindung an das World Wide Web oder für die Abfrage externer SQL-Datenbanken. Ein *Hyperwave*-Server ist modular aufgebaut und durch eine Aufteilung in mehrere Ebenen („Layers“) gekennzeichnet. Die eigentliche Datenhaltung erfolgt dabei im „Datenbank-Layer“, welcher wiederum aus einem Objekt-Server, einem Volltext-Server sowie einem Dokumenten-Cache-Server besteht.

Hypertext-Knoten werden ebenso wie Hyperlinks als typisierte Objekte in der dem System zugrunde liegenden Datenbank gespeichert und können eine Vielzahl von Attributen zugewiesen bekommen. Solche Attribute kodieren beispielsweise Lese- und Schreibrechte, mehrsprachige Titel, Schlagworte oder

³¹⁵ Auch hier ist die Liste der verwandten bzw. verwendeten Schlagworte und Forschungsrichtungen lang und reicht von Informations- über Wissensmanagement bis hin zu Data- bzw. Text-Mining.

³¹⁶ Also beispielsweise MS Word, Powerpoint, Excel, RTF (Rich Text Format) oder Adobe PDF.

Anzeige-Optionen. Weiterhin lassen sich einzelne Knoten als Mitglieder so genannter Kollektionen (z.B. „Cluster“ oder „Sequences“) ausweisen. Auf diese Weise werden die anwendungsorientierte Definition verschiedenartiger Hierarchien sowie deren übersichtliche Visualisierung ermöglicht. Die Konsistenz der verwalteten Inhalte kann durch automatisierte Routinen rund um die Uhr überprüft werden. Die Kommunikation mit der Client-Software sowie die Zugriffs-Autorisierung organisiert und übernimmt der „Session-Layer“, wobei die Benutzeridentifizierung auf einem eigenständigen, hierarchisch strukturierten Benutzer- und Gruppen-Management basiert.

Workgroup-Lösungen: Beispiel *Lotus Domino/Notes* und *Domino.Doc*

Lotus Domino und *Lotus Notes*³¹⁷ lassen sich als eine dokumentenzentrierte integrierte Plattform für Workflow Management, Nachrichtenaustausch und Wissensmanagement im Intranet und Internet beschreiben, wobei sämtliche Daten entweder zentral oder auch in einer verteilten Systemumgebung verwaltet werden können. Der Applikationsserver von *Lotus Domino* kann sowohl auf Hypertextknoten zugreifen, die in lokalen Dateiverzeichnissen gespeichert sind, wie auch auf in relationalen oder objekt-relationalen Datenbanksystemen wie *IBM DB2* oder *Oracle* abgelegte Informationen. Neben verschiedenen multimedialen Formaten für Bilder, Sprach- und Videoclips wird insbesondere die Erstellung und Distribution strukturierter Dokumente und Daten im XML-Format erlaubt. Weiterhin verfügt der *Domino*-Server über zahlreiche eingebaute Internet-Funktionen wie beispielsweise Web-, Mail- und News-Server. Auf Autoren- wie auch auf Benutzerseite können entweder der im Groupware-Umfeld populäre *Notes*-Client oder ein beliebiger Internet-Browser zum Einsatz kommen. Bedient werden eine Reihe von Hardware-Plattformen, von MS Windows über verschiedene Unix-Varianten bis hin zu Mainframe-Systemen. Die Performanz eines einmal erstellten Wissensnetzwerks lässt sich somit durch adäquate Skalierung an sich progressiv entwickelnde Datenhaltungs- und Zugriffsanforderungen anpassen.³¹⁸

³¹⁷ Lotus ist ein Tochterunternehmen der IBM; vgl. <http://www.lotus.com>.

³¹⁸ Ein Beispiel für eine hypertextuelle Informationssammlung auf Basis von *Lotus Notes* skizziert Nielsen (1996, S. 234f.); eine modernere Lösung wird exemplarisch in Rothfuss/Ried (2001, S. 265ff.) vorgestellt.

Lotus Domino beinhaltet spezielle Mechanismen für die präzise Zugriffskontrolle. Hierzu gehören die Verschlüsselung von Inhalten sowie eine zuverlässige Authentifizierung von Benutzern. Weiterhin unterstützt es die automatische Weiterverarbeitung von Dokumenten (z.B. die Konversion in situationsabhängig erforderliche Lese-Formate) und bietet verschiedene mächtige Synchronisations-, Backup- und Recovery-Funktionalitäten. Die weite Verbreitung des *Domino/Notes*-Gespanns hat dazu geführt, dass viele Drittfirmen auf dieser Basis spezialisierte Werkzeuge, etwa für Data Mining oder E-Commerce-Anwendungen, entwickelt haben. Lotus selbst offeriert in seinem Produktportfolio ebenfalls weiterführende Applikationen, wie beispielsweise den *Lotus Discovery Server* für das professionelle Wissensmanagement.

Lotus Domino.Doc ist eine gezielte Erweiterung von *Lotus Domino/Notes* für die professionelle Dokumentenverwaltung. Konzipiert als schlüsselfertige Lösung für den Einsatz innerhalb größerer Unternehmensnetzwerke, sorgt *Domino.Doc* etwa für die automatische Replikation von Dokumenten, die an verschiedenen Standorten bearbeitet werden, oder für die flexible Verteilung an unterschiedliche Empfänger. Unverkennbar hat das Produkt seine Wurzeln im Groupware-Umfeld. So wird den Autoren eine einfache Möglichkeit zur direkten Online-Diskussion oder zum Austausch persönlicher Lesezeichen („Favoriten“) geboten. Um Medienbrüche bei der Distribution von Inhalten zu vermeiden, kann der in *Domino.Doc* integrierbare *Imaging Client* im Zusammenspiel mit einer OCR-Software dazu genutzt werden, in Papierform vorliegende Dokumente einzuscannen (also in E-Texte umzuwandeln,³¹⁹ den Text zu indizieren und auf Wunsch mit recherchierbaren Annotationen zu versehen.

Eine Stärke von *Domino.Doc* dürfte der aufgrund der recht intuitiven grafischen Oberfläche relativ geringe Programmier- und Lernaufwand sein: Die Kommunikation mit dem Autor basiert auf einer Büro- bzw. Schreibtischmetapher, d.h. Inhalte und Strukturen werden auf Aktenschränke, Aktenordner, Register u.Ä. abgebildet. Einzelne oder auch mehrere Dokumente gleichzeitig können unter grafischen Benutzeroberflächen per Drag-and-Drop in das DMS ein- und ausgecheckt werden. Viele alltägliche Arbeitsschritte und Prozesse innerhalb des Dokumenten-Lebenszyklusses lassen sich durch das Ausfüllen vorgegebener Formulare recht einfach automatisieren (z.B. Versionsabgleich

³¹⁹ Zu E-Texten vgl. Abschnitt 3.3.

oder Freigabe von Inhalten). Die Typisierung von Dokumenten, begleitet durch die Integration von Meta-Informationen und Freitext-Kommentaren, soll die spätere Suche in der digitalen Datenbasis effizient gestalten. Mit Hilfe von Skript- und Programmiersprachen wie LotusScript, Visual Basic oder Visual C++ können aber auch individuelle Zugriffswege oder Schnittstellen zu externen Programmen implementiert werden.

Datenbank-Managementsysteme: Beispiel *Oracle*

Datenbank-Managementsysteme (DBMS) werden seit Jahren mit dem Ziel eingesetzt, große Mengen strukturierter Informationen unabhängig von einzelnen Anwendungsprogrammen dauerhaft und zuverlässig zu verwalten. Um diese Zuverlässigkeit zu garantieren, bieten solche Systeme leistungsfähige Mechanismen für die Konsistenz-, Integritäts- und Verlustsicherung. Autorisierten Benutzern werden fein abstufbare Möglichkeiten zum lesenden oder verändernden Zugriff geboten, wobei der Mehrpersonen-Zugang parallel von im Rechnernetz verteilten Standorten aus erfolgen kann. Integrierte Backup- und Recovery-Routinen sollen einen möglichen Datenverlust, etwa bei Hardwaredefekten, minimieren und dabei einen möglichst kontinuierlichen Laufbetrieb gewährleisten. Aufgrund ihrer Leistungsfähigkeit und Flexibilität sind relationale Datenbank-Managementsysteme (RDBMS)³²⁰ weit verbreitet. Systemverwaltern, Programmierern und Endbenutzern steht für Datenabfrage und Datenmanipulation die normierte Datenbanksprache SQL (Structured Query Language)³²¹ zur Verfügung.

³²⁰ Andere Kategorien, wie z.B. hierarchische oder Netzwerk- (CODASYL-) Datenbanken, haben im Umfeld des hypermedialen Publizierens keine nennenswerte Bedeutung erreichen können und verlieren seit Jahren auch in anderen Bereichen kontinuierlich an Marktrelevanz; vgl. z.B. Parsaye et al. (1989, S. 35ff.), Chen/Knöll (1991, S. 20ff.), Rechenberg/Pomberger (1999) und – als umfassendes Referenzwerk – Date (2000). Diese bewusst sehr kurz gehaltene Aufzählung kann und will einen ausführlichen Überblick selbstverständlich nicht ersetzen. Die Menge der zu Themen wie „Datenbanksysteme“, „Datenmodelle“ oder „Datenbankentwurf“ abzuhandelnden Punkte ist außerordentlich groß und weitverzweigt, zur weitergehenden Lektüre lässt sich die vorstehend angegebene Fachliteratur heranziehen. Eine anwendungsorientierte Einführung bietet z.B. Lusti (1997).

³²¹ SQL wurde bereits in Abschnitt 6.7 im Zusammenhang mit der Flexibilisierung von Hyperlinks kurz vorgestellt.

Seit ungefähr Mitte der achtziger Jahre sind im Gefolge der Einführung objektorientierter Programmiersprachen und der Arbeit mit komplex strukturierten Daten auch objektorientierte Datenbank-Managementsysteme (OODBMS) zunehmend populär geworden. Als Kombination beider Ansätze bieten einige führende Hersteller inzwischen so genannte objekt-relationale Datenbank-Managementsysteme (ORDBMS) an,³²² die das Beste aus beiden Welten vereinen sollen.

Die Oracle-Datenbank wurde 1980 erstmals als rein relationales System auf den Markt gebracht. Mittlerweile hat sie sich, unter Beibehaltung der bewährten Konzepte und Werkzeuge, zu einem hybriden ORDBMS weiterentwickelt.³²³ Inhalte aller Art werden zumeist in relational miteinander verbundenen Tabellen abgelegt, allerdings dürfen Entwickler mit einer Präferenz für objektorientierte Konzepte auch selbstdefinier- und erweiterbare Objekttypen einsetzen. Weiterhin werden objektorientierte Grundprinzipien wie Klassen, Verkapselung, Vererbung oder Polymorphismus – also die Fähigkeit zweier oder mehrerer Objekte, auf eine identische Botschaft unterschiedlich zu reagieren – unterstützt. All dies soll insbesondere den Umgang mit hochstrukturierten Informationen, vielfältigen Informationstypen und komplexen Inhaltsstrukturen erleichtern.

Das *Internet File System (iFS)* wird von Oracle als optionaler Aufsatz für das DBMS und als Alternative bzw. funktionale Erweiterung zu herkömmlichen Computer-Dateisystemen angeboten. Es kann unmittelbar an bestehende Informationssysteme im WWW angebunden oder zum Aufbau neuer Angebote genutzt werden. Das *iFS* soll den Autor in die Lage versetzen, multimediale Inhalte nicht in auf unterschiedlichen Rechnern verstreut liegenden Dateien, sondern zentral und damit effizient in einem einzigen Informations-Repository zu verwalten. Dabei ersetzt bzw. simuliert es die Funktionalität traditioneller Dateisysteme, koppelt die Datenhaltung jedoch weitestgehend vom zugrunde liegenden Betriebssystem des Rechners ab. Das *iFS* unterstützt von Hause aus mehr als 150 verschiedene Text-, Bild-, Ton- und Videoformate, darüber hinaus erlaubt es über eine standardisierte Schnittstelle die Definition zusätzlicher individueller Formattypen.

³²² Vgl. Heuer (1997) oder Stonebraker/Moore (1999).

³²³ Vgl. Mesaric (1999), Stürner (2000) bzw. im Internet <http://www.oracle.com>.

Zusätzlich bietet das *iFS* vielseitig konfigurierbare Ordnungs-Optionen wie z.B. die polyhierarchische Organisation von Dokumenten bzw. Dokumentordnern sowie die parallele Bereitstellung von Inhalten an mehreren Hierarchiepunkten ohne mehrfache physikalische Datenspeicherung. Unterstützt werden das Importieren und Exportieren – auch Check-In bzw. Check-Out genannt – von multimedialen Inhalten beliebigen Typs über eine grafische Drag & Drop-Oberfläche. Dabei kommen das innovative *WebDAV*-Protokoll³²⁴ sowie *WebDAV*-unterstützende Client-Programme, beispielsweise *MS Office*, zum Einsatz. Aktuell in Bearbeitung befindliche Dokumente lassen sich sperren, so dass andere Nutzer für die Dauer des Änderungsvorgangs nur lesend oder überhaupt nicht zugreifen können. Der Zugriff kann mit Hilfe eines Web-Browsers,³²⁵ eines FTP-Clients, eines Dateimanagers (z.B. *MS Windows Explorer*)³²⁶ oder sogar eines E-Mail-Programms³²⁷ erfolgen. Zugriffsrechte lassen sich unter Verwendung von Access Control Lists (ACLs), also Listen mit für einzelne Benutzer zulässigen Dokument-Operationen, flexibel an die Bedürfnisse unterschiedlicher Nutzergruppen anpassen. Die verteilte Bearbeitung muss damit auch bei sich personell häufig ändernden Autorentams nicht zwangsläufig auf Kosten der Daten- und Zugriffssicherheit gehen.

Der Publikationsprozess für Web-Dokumente³²⁸ erfordert gerade bei komplexeren und aufeinander aufbauenden Verarbeitungsschritten ein ausgefeiltes Management von Dokumentversionen. Das *iFS* beinhaltet zu diesem Zweck ein mehrstufig anpassbares Versionierungskonzept, welches die automatische Speicherung kompletter Dokumenten-Fassungen oder auch nur das inkrementelle Backup kleinerer Änderungen gestattet. Für das gezielte Retrieval textueller Informationssegmente kann die integrierte Datenbank-Komponente *Oracle Text* genutzt werden. Besonders erwähnenswert sind hierbei – neben der strukturierten Recherche mit SQL sowie der fast schon klassischen Volltext-Suche

³²⁴ *WebDAV* erlaubt das systemübergreifende Einrichten und die kollaborative Nutzung so genannter „Web Folder“; vgl. auch Abschnitt 7.3.5.

³²⁵ Also via *http*, dem *Hypertext Transfer Protocol*.

³²⁶ In Windows-Netzwerken kommt hierbei neben *WebDAV* das *Server Message Block (SMB)*-Protokoll zum Einsatz. Daneben unterstützt das *iFS* für UNIX-Server das *NFS (Network File System)* sowie für Macintosh-Rechner das *AFP (Apple File Protocol)*.

³²⁷ *IMAP (Interactive Mail Access Protocol)*-fähige E-Mail-Programme greifen via *SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)* auf die im *iFS* gespeicherten Inhalte zu.

³²⁸ Vgl. Abschnitt 3.2.

unter Verwendung spezieller logischer Operatoren (*and, or, not, near*) – die Ermöglichung Soundex-basierter Ähnlichkeitssuchen³²⁹ sowie themenbasierter Suchstrategien. Letztere bedienen sich eines datenbankinternen Thesaurus, der sich an den Standards ISO 2788 und ANSI/NISO Z39.19-1993³³⁰ orientiert, sowie textlinguistischer Analysen. Auf diese Weise lassen sich beispielsweise sämtliche gespeicherte Informationseinheiten zu einem Themenfeld wie „Printmedien“ auffinden, auch wenn das exakte Suchwort gar nicht im Zieltext auftaucht, wohl aber verwandte Begriffe wie „Zeitung“ oder „Verlagsanstalt“ bzw. Eigennamen wie „Trierischer Volksfreund“.³³¹

Da sich für die Speicherung und den Austausch strukturierter Informationen aus den bereits in Abschnitt 4.5 erläuterten Gründen der Einsatz individuell konstruierter XML-basierter Auszeichnungssprachen anbietet, liegt eine Integration der entsprechenden Standards in die Oracle-Datenbank und das *iFS* nahe. Seit Version 8 bietet Oracle konsequenterweise weitreichende XML-Unterstützung. Die Entwickler hypertextueller Angebote können als Folge davon einen mit Hilfe von Programmiersprachen wie C, Java oder PL/SQL an beliebige Anwendungen anbindbaren XML-Parser für die Syntax-Überprüfung nutzen. Die projektbezogene Anpassung des *iFS* erfolgt unter Zuhilfenahme des *iFS Developers Kit*, mit dem sich Bausteine für verschiedenartigste Internet-Anwendungen entwickeln lassen. Auch XML-verwandte Standards wie XSL, XSLT, XPath und XPointer werden auf breiter Basis unterstützt und in interne Datenbank-Routinen eingebaut. Dem Systementwickler bieten sich dadurch reichhaltige Möglichkeiten für die Validierung, Transformation und Segmentierung strukturierter Inhalte.³³²

³²⁹ Exemplarisch beschrieben wird dies in Abschnitt 8.8.6.

³³⁰ Vgl. hierzu Abschnitt 5.8. Dieser Datenbank-Thesaurus kann individuell erweitert und in eine sogenannte Wissensbasis („Knowledge Base“) eingebunden werden, welche wiederum bei Indizierungs- und Suchoperationen zum Einsatz kommt; vgl. auch Abschnitt 8.6.

³³¹ Zu den linguistischen Grundlagen und Möglichkeiten von *Oracle Text* – vormals *ConText* bzw. *interMedia* – siehe Dixon et al. (2000).

³³² Weitere Einzelheiten hierzu sowie die Vorstellung einzelner Anwendungsszenarien bieten u.a. Chang et al. (2001) und Muench (2000).

7.3.2 Speicher- und Zugriffssicherheit von Datenbanksystemen

In Anlehnung an die in Abschnitt 7.2.1 durchgeführte Beurteilung der Speicher- und Zugriffssicherheit von dateibasierten Lösungen für das elektronische Online-Publizieren kann nun eine wertende Zusammenfassung der datenbankgestützten Lösungen erfolgen. Dabei soll von den in der voranstehenden Übersicht exemplarisch dargestellten Einzelsystemen in dem Maße abstrahiert werden, wie es für eine sachlich angemessene und gleichzeitig übergreifende Charakterisierung notwendig erscheint. Dies gilt im Übrigen auch für die unter 7.3.3 und 7.3.4 folgenden Bewertungen der mit diesen Systemen durchführbaren Integritäts- und Konsistenzprüfungen sowie der möglichen automatisierten Inhaltsauswertungen.

Unabhängig davon, ob beim Aufbau eines Web-Informationssystems letztlich ein typisches Hypertextsystem, ein spezialisiertes Content- bzw. Dokumenten-Managementsystem, eine aus der Groupware-Ecke stammende Software oder ausschließlich ein multifunktionales Datenbank-Managementsystem mit geeigneten Entwicklungswerkzeugen verwendet wird, lässt sich für diese Lösungsansätze eine grundlegende Gemeinsamkeit herausstellen: Die Inhalte können bei sämtlichen Varianten in einem zentralen Informations-Repository gespeichert und von einem leistungsfähigen Datenbanksystem verwaltet werden.

Diese Praxis überzeugt durch mehrere prinzipielle Vorteile. Datenbanksysteme bieten – ohne Ansehen des zugrunde liegenden relationalen, objektorientierten oder objekt-relationalen Datenmodells – zuverlässige und mächtige Mechanismen für die dauerhafte und sichere Speicherung von Informationen, und garantieren somit Datenpersistenz. Ein DBMS setzt natürlich in den meisten Fällen auf einem zugrunde liegenden Betriebs- und Dateisystem auf³³³ und speichert die ihm anvertrauten komplexen Inhalte mitsamt den unverzichtbaren Struktur- und Verwaltungsinformationen letztendlich in Form von Dateien ab. Dabei werden jedoch nicht mehr unüberschaubare und nur mühsam administrierbare Mengen von Einzeldateien angelegt, sondern sämtliche Informa-

³³³ Im Zuge des Versuchs namhafter Datenbank-Hersteller, ihre Produkte weitestgehend von den bekannten Betriebssystemen unabhängig zu machen, werden darüber hinaus mittlerweile auch DBMS-Lösungen entwickelt, die auf einem „nackten“ Rechner lauffähig sind. Das Datenbanksystem bringt in diesen Fällen einen eigenen, minimalen Betriebssystem-Ersatz mit, der sämtliche benötigten Grundfunktionalitäten abdeckt.

tionen in einer oder mehreren zentralen Sammeldateien („Tablespace Files“) vorgehalten. Mit den einschlägigen Software-Werkzeugen des Betriebssystems können dann beliebig viele Sicherungskopien dieser Dateien, d.h. physikalische Offline-Backups, auf austauschbaren Datenträgern angelegt werden. Nach einem Defekt oder gar dem Zusammenbruch des Gesamtsystems lassen sich diese Backups für die Rekonstruktion des zuletzt gesicherten Zustands („Recovery“) verwenden.

Darüber hinaus offeriert ein Datenbanksystem zusätzliche, gezielt anpassbare Backup- und Recovery-Lösungen für das logische Archivieren und Wiederherstellen von Inhalten. Ein logisches Backup sichert nicht die unmittelbare physikalische Offline-Repräsentation der Datenbankinhalte in Gestalt von Tablespace-Dateien, sondern exportiert sowohl Datenbankdefinitionen wie auch Datenbankinhalte in ein spezielles binäres Speicherformat. Dieser Export kann während des laufenden Betriebs erfolgen und beeinträchtigt dadurch nicht die Arbeit der Datenbanknutzer, also zum Beispiel der Autoren oder WIS-Rezipienten. Die logische Konsistenz der exportierten Daten lässt sich während dieses Vorgangs automatisch überprüfen.

Wird nun später im Zuge eines Recovery-Szenarios das Wiedereinspielen der gesicherten Daten notwendig, kann exakt festgelegt werden, welche Inhalte (gesamte Datenbank oder nur ausgewählte Teilbereiche) wiederhergestellt werden sollen. Weiterhin ist eine detaillierte Angabe des wiederherzustellenden Bearbeitungsstands möglich, so dass beispielsweise folgendes Recovery-Ziel formuliert werden kann: „Stelle sämtliche Datenbankinhalte des Benutzers XY vom 12. Mai 2000, 15:20 Uhr, wieder her“. Zusätzliche Ausfallsicherheit wird im Bedarfsfall durch die Installation parallel laufender Hot-Standy-Datenbanken erreicht, welche die permanente Hochverfügbarkeit von Inhalten garantieren können.

Datensicherheit im laufenden Betrieb sollte auch für verteilte, kollaborativ organisierte Publishing-Projekte garantiert werden können. Eine datenbankbasierte Arbeitsumgebung erlaubt hier bei entsprechender Konfiguration die kontrollierte parallele Bearbeitung von Inhalten durch die Mitglieder eines Autorenteam, wobei ein Transaktionskonzept den gleichzeitigen Zugriff auf die Daten steuert. So lassen sich in Überarbeitung befindliche Daten nicht nur temporär für andere Autoren sperren (exklusiver Zugriff), sondern das System kann auch den gleichzeitigen Mehrbenutzer-Zugriff erlauben und die damit verbundenen Problematiken angemessen handhaben.

Eine typische Anforderung in diesem Zusammenhang ist die Vermeidung von Informationsverlust bei zeitlich parallel stattfindenden Änderungen. Dies kann beispielsweise durch das automatische Anlegen von Arbeitskopien und deren regelgesteuerte, transaktionsorientierte Abarbeitung erreicht werden. Weiterhin gilt es, mögliche Inkonsistenzen bei hierarchisch geordneten und wechselseitig voneinander abhängigen Datensätzen abzufangen, die bei einer simultanen Manipulation der hierarchischen Struktur durch unterschiedliche Autoren entstehen könnten.³³⁴ Die hier angesprochenen Problematiken sind offensichtlich keinesfalls trivial und können nur bei sorgfältiger Analyse, Konzeption und Implementierung der Workflow-Prozesse gelöst werden.

In Ergänzung zum obligatorischen Zugriffsschutz durch das Betriebssystem bietet ein Datenbanksystem weiterführende Sicherheitsmechanismen sowie übersichtliche Werkzeuge für die Administration und Kontrolle von Zugriffsberechtigungen.³³⁵ Der vertrauliche lesende und schreibende Zugang zu den abgespeicherten Inhalten ist nur über das DBMS möglich und nicht durch den unmittelbaren Zugriff auf einzelne Dateien. Sämtliche Anmeldeversuche werden auf Wunsch protokolliert und im Falle fehlender bzw. ungenügender Benutzerrechte, die zentral von einem Datenbank-Administrator (DBA) vergeben und verwaltet werden, abgewiesen.

Sollen die Inhalte rechnerübergreifend in einem öffentlich zugänglichen Netzwerkverbund wie dem World Wide Web angeboten werden, erweist sich weiterhin das Erstellen eines mehrstufigen Sicherheitskonzepts als unumgänglich. Dazu gehört beispielsweise, neben der Absicherung der eingesetzten Rechner etwa durch spezielle Firewall-Konstruktionen,³³⁶ die Konzeption einer angemessenen Autorisierungs- und Zugriffs-Architektur.

Hierbei lassen sich zwei Möglichkeiten unterscheiden, nämlich die bereits weit verbreitete zweistufige *two-tier* Architektur sowie die weiterentwickelte dreistufige *three-tier* Architektur. Die erstgenannte Lösung entspricht dem

³³⁴ Siehe dazu auch nachfolgenden Abschnitt 7.3.3.

³³⁵ Siehe hierzu auch die in Abschnitt 8.10 vorgestellte Lösung.

³³⁶ Unter einem Firewall-System versteht man gemeinhin eine Kombination aus Hard- und Softwarekomponenten, die ein lokales Rechnernetz vom globalen Internet abschottet. Sämtliche Verbindungen zwischen diesen beiden Netzen werden überwacht und nach frei definierbaren Regeln gefiltert. Die im lokalen Netz (LAN) befindlichen Computer und darauf laufende Anwendungen sollen auf diese Weise gegen Sabotage und Datenspionage geschützt werden.

seit vielen Jahren bekannten Client/Server-Modell:³³⁷ Auf der Anbieterseite übernimmt ein Datenbank-Server (*server tier*) die Verwaltung der Inhalte, während auf Nutzerseite ein Anwendungsprogramm (*client tier*, z.B. eine anwendungsspezifische Java-Applikation) für deren Abfrage und Präsentation zuständig ist. Die zweite Option führt eine zusätzliche Ebene (*application server tier*) ein, welche die für die Aufbereitung der Inhalte notwendige komplexe Programmlogik beinhaltet. Datenhaltung, Aufbereitung und Präsentation werden also auf drei oder mehr Rechner verteilt. Die Vorteile dieser Lösung liegen einerseits in einer Minimierung der Anforderungen auf der Client-Seite (Schlagwort *thin client*, hier genügt für die Inhaltspräsentation z.B. ein einfacher Web-Browser), andererseits in der strikten physikalischen Trennung von Datenhaltung und Zugriffssteuerung (Performanz-Aspekt) und damit einhergehend in der Vermeidung des unberechtigten direkten Zugriffs von außen auf den Datenbank-Server (Sicherheits-Aspekt).

7.3.3 Integritäts- und Konsistenzprüfung in Datenbanken

Hypertextuelle Mikro- und Makrostrukturen sollten bei datenbankgestützten Hypertextbasen ebenso wie bei dateibasierten Systemen³³⁸ auf Integrität und Konsistenz hin überprüfbar sein. Widersprüchliche Eingaben weist das Datenbanksystem bei korrekter Konfiguration automatisch ab. Weiterhin ist im praktischen Einsatz eine weitestgehende Automatisierung dieser Abläufe anzustreben. Die Leistungsfähigkeit einer automatisierten Validierung hängt dabei in hohem Maße von der Qualität der zugrunde liegenden Datenmodellierung sowie der eingesetzten Informationsmanagementlösung ab. Konzentrieren wir uns im Weiteren auf Situationen, in denen die Struktur der Hypertextbasis und speziell die Mikrostruktur der einzelnen Knoten bereits umfassend festgelegt wurden, etwa mit Hilfe von XML. Datenbankgestützte Verwaltungsumgebungen eröffnen darauf aufbauend zwei – bei Bedarf auch miteinander kombinierbare – Speichermöglichkeiten für Hypertextknoten.

- 1) Speicherung kompletter, zusammenhängender Hypertextknoten in Tabellenspalten bzw. bei Verwendung eines objektorientierten Ansatzes mit Hilfe von selbstdefinierten Datenbankobjekten: Eine solche Vorgehensweise er-

³³⁷ Vgl. z.B. Zehnder (2001, S. 286ff.).

³³⁸ Vgl. dazu Abschnitt 7.2.2.

möglicht die zuverlässige Validierung der internen Mikrostrukturen mit Hilfe entsprechender Parsermodule. Ein Parser kann dabei einerseits als externes Programm zum Einsatz kommen, welches in eine Autorensoftware integriert ist und entweder direkt oder über den Umweg des Auslesens in eine (temporäre) Datei auf die zu überprüfenden Inhalte zugreift. Andererseits kann das DBMS bereits einen integrierten Parser bereitstellen, der unmittelbar auf den Datenbankobjekten operiert. Damit lässt sich dann verbindlich prüfen, ob etwa der Titel einer Informationseinheit an der vorgeschriebenen Stelle platziert wurde oder ob eine Literaturangabe einem vorgegebenen Notationsmuster entspricht. Solche Parsingläufe können unter Verwendung von Datenbank-Triggern³³⁹ automatisch angestoßen werden, etwa beim Einchecken einer neuen Informationseinheit in die Datenbank.

- 2) Segmentierung der Hypertextknoten und Speicherung der einzelnen Elemente in mehreren, logisch miteinander verknüpften Tabellenspalten: In diesem Fall müssen die einzelnen Bestandteile einer XML-Instanz zur Zugriffszeit zunächst wieder zusammengefügt werden, bevor ein Parser oder Transformationsprogramm seine Arbeit verrichten kann. Auch dies ist zwar prinzipiell automatisierbar, doch für viele Web-Projekte mit mehrstufigen Workflow-Ebenen dürfte dieser Weg wegen des damit verbundenen andauernden Mehraufwands nicht die bevorzugte Lösung sein. Im Folgenden soll hingegen aufgezeigt werden, dass eine verteilte Lagerung von Strukturinformationen in Datenbanken enorme Vorteile für die Modellierung und Validierung von hypertextuellen Makrostrukturen mit sich bringt, insbesondere im Vergleich mit dateibasierten Ansätzen.

Die Sicherstellung der korrekten Makrostruktur innerhalb einer komplex gegliederten Hypertextbasis, die bei dateiorientierten Lösungen kaum mit vertretbarem Aufwand realisierbar ist, lässt sich innerhalb von datenbankbasierten Arbeitsumgebungen zuverlässig realisieren. Dabei werden die Strukturinformationen zweckmäßigerweise in untereinander verbundenen Datensätzen abgespeichert, für die spezielle Integritätsregeln definiert werden können. Das Datenbanksystem prüft dann in Zukunft selbsttätig alle Neueingaben oder Änderungen auf deren strukturelle Gültigkeit. Ein solches Verfahren ist zunächst mit einem gewissen organisatorischen Mehraufwand verbunden, bietet aber

³³⁹ Zu Triggern siehe z.B. Date (2000).

für die spätere Pflege immense Vorteile, da sämtliche Datensätze mit Hilfe der DBMS-internen Werkzeuge verwaltet werden können. Ein mächtiges Hilfsmittel stellt z.B. eine integrierte Datenmanipulationssprache (*Data Manipulation Language, DML*) dar.³⁴⁰

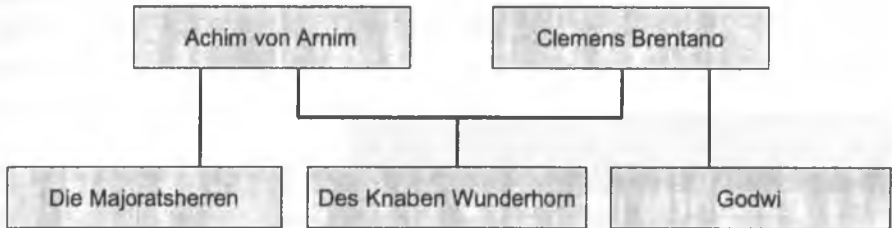


Abbildung 16: Polyhierarchische Informationsstruktur

Die Modellierung einer komplexen hypertextuellen Makrostruktur unter Zuhilfenahme der spezifischen Möglichkeiten eines Datenbanksystems kann exemplarisch anhand des folgenden Beispiels illustriert werden: Stellen wir uns ein literarisches Informationssystem vor, welches die Beziehungen zwischen Schriftstellern und ihren Werken abbilden soll. Solange eine Publikation nur einen alleinigen Autor besitzt, ist die Modellierung dieser Abhängigkeit auch für dateibasierte Ansätze durch das Anlegen monohierarchischer Verzeichnisstrukturen leicht realisierbar: Die Informationseinheiten mit den Inhalten einzelner Bücher werden dazu in Verzeichnissen abgelegt, die nach den jeweiligen Autoren benannt sind.³⁴¹ Doch wie soll mit dem in Abbildung 16 veranschaulichten Fall umgegangen werden, in dem mehrere Autoren gemeinsam ein Werk veröffentlicht haben? Und wie könnte verfahren werden, wenn auch noch unterschiedliche Autoren mit identischen Vor- und Zunamen auftauchen

³⁴⁰ DML-Anweisungen sind integrale Bestandteile der in den Abschnitten 6.7 und 7.3.1 bereits erwähnten Datenbanksprache SQL; vgl. z.B. auch Date (2000) oder – im Zusammenhang mit hypermedialen Systemen und Anforderungen – Parsaye et al. (1989, S. 57ff.) sowie Zehnder (2001, S. 31ff.).

³⁴¹ Alternativ dazu könnten die Autorennamen auch mittels semantischer Markup-Elemente integriert werden, was jedoch lediglich dokumentiert, dass es hier wie meistens in der angewandten Informatik mehrere Wege zu einem Ziel gibt, und nichts an der fundamentalen Beschränkung datei- und verzeichnisbasierter Ordnungsstrukturen ändert. Nebenbei: Auch andere Standards zur Verwendung von Meta-Informationen und Modellierung von Beziehungen zwischen Objekten, wie die in Abschnitt 5.6 vorgestellten Topic Maps, könnten im Rahmen unseres Beispiels zum Einsatz gelangen.

würden? Dateibasierte Lösungen könnten bestenfalls behelfsmäßige Auswege anbieten: Etwa eine mehrfache Abspeicherung des Bucheintrags in sämtlichen betroffenen Autorenverzeichnissen, die bei Namensgleichheit durch zusätzliche Benennungskonventionen unterschieden werden müssten, oder aber das Anlegen von symbolischen Verweisen³⁴² im Dateisystem. Dagegen glänzen Datenbanksysteme gerade in solchen Situationen mit leistungsfähigeren Verwaltungsstrategien.

Autoren-ID		Autorenname	
A1		Achim von Arnim	
A2		Clemens Brentano	

Buch-ID	Buchtitel	Buchinhalt	Autoren-ID	Buch-ID
B1	Die Majoratsherren	<ABSATZ>Wir durchblättern eben einen ältern Kalender, dessen Kupferstiche...	A1	B1
B2	Des Knaben Wunderhorn	<ABSATZ>Auf dem Reichstage zu Augsburg geschah ein guter Schwank von...	A1	B2
B3	Godwi	<ABSATZ>Ihr schönsten Launen, du guter Geist, und du heiterer Sinn, ihr seyd mein ganzes Publikum...	A2	B2
			A2	B3

Abbildung 17: Nachbildung einer polyhierarchischen Struktur

Zugegebenermaßen stellt das gewählte Fallbeispiel weder einen besonders komplizierten Sachverhalt dar, noch zeichnet sich die nachfolgend geschilderte Lösung durch herausragende Originalität aus. Kenner der Materie werden sich also schwerlich beeindrucken lassen. Dennoch soll kurz skizziert werden, wie – im vorliegenden Falle relationale – Datenbanksysteme bei der Modellierung und späteren Validierung unserer einfachen polyhierarchischen Informationsstruktur helfen können. Ausdrücklich soll an dieser Stelle hervorgehoben werden, dass diese Lösung prinzipiell systemunabhängig ist und sich

³⁴² Allerdings unterstützen nicht alle aktuellen Betriebssysteme derartige Verweise im Dateisystem.

sowohl mit einem System wie *Hyperwave* wie auch mit dem *Oracle Internet File System (iFS)* umsetzen lässt.³⁴³

Der verfolgte Ansatz beruht auf der Verteilung der Inhalts- und Strukturinformationen auf mehrere Spalten in durch spezielle Schlüsselfelder miteinander verbundenen Tabellen. Zunächst werden diejenigen Informationen isoliert, die für unsere Modellierung wichtig erscheinen. Daran anschließend werden die relevanten Beziehungen (im Fachjargon „Relationships“ genannt) zwischen ihnen identifiziert. Im Einzelnen sind dies:

- 1) Jeder Autor hat ein Buch oder mehrere Bücher verfasst.
- 2) Jedes Buch besitzt einen Autor oder potenziell mehrere Autoren.

Erst daran anschließend können die Datenbank-Tabellen physikalisch eingerichtet und mit Inhalten gefüllt werden. Sowohl für die beteiligten Autoren wie für deren Werke vergibt man dabei eindeutige Identifikationsnummern (IDs). Die komplexe Beziehung zwischen Autoren und Büchern – eine so genannte *n:m-Beziehung*³⁴⁴ – wird mit Hilfe einer zusätzlichen Verknüpfungs-Tabelle abgebildet.

Die Vorteile unserer in Abbildung 17 vereinfachend illustrierten Lösung sind leicht nachvollziehbar: Durch die Arbeit mit eindeutigen IDs, die sich bei Bedarf automatisch zuweisen lassen, werden Verwechslungen beim Zugriff auf gleichnamige Autoren oder Bücher vermieden. Die komplexe Makrostruktur, bei der ein Buch mehrere „Vaterknoten“ aufweisen kann, lässt sich mustergültig abbilden. Und schließlich können die Integrität und Widerspruchsfreiheit der gespeicherten Angaben maschinell überprüft werden. Ein Datenbanksystem erlaubt hierzu die Formulierung von logischen Integritätsregeln, die ebenfalls in der Datenbank abgelegt und unmittelbar angewendet werden, wenn ein Datensatz neu eingegeben oder ein vorhandener Datensatz geändert wird. Dem Bearbeiter wird es damit unmöglich gemacht, Bücher aus Versehen mehrfach einzugeben oder einem Buch zweimal denselben Autor zuzuordnen; Experten sprechen hierbei von „kontrollierter Redundanz“.

³⁴³ Wie bereits beschrieben verbirgt das *iFS* die von ihm angelegten Struktur-Tabellen vor dem Anwender und bietet ihm stattdessen eine grafische Oberfläche für seine Strukturierungsoperationen an; vgl. Abschnitt 7.3.1.

³⁴⁴ Zu *n:m-Beziehungen* siehe auch Abschnitt 6.4.4.

Anzumerken bleibt noch, dass moderne Datenbanksysteme nicht nur mit textuellen Beständen, sondern auch mit multimedialen Inhalten wie Bildern, Musik, Animationen oder Videos umgehen können. Fortschrittliche Produkte bringen es mittlerweile zustande, Regeln wie „Abgespeicherte Videoclips dürfen eine maximale Abspieldauer von einer Minute haben“ oder „Als Urlaubsfotos dürfen nur Aufnahmen mit Sonnenuntergängen im Bildhintergrund abgespeichert werden“ zu beachten. Aber auch für textuelle Inhalte lassen sich aussagekräftige Anweisungen wie „Kopiere nur solche Datensätze in unsere Hypertextbasis, die sich mit Telekommunikation befassen“ formulieren.³⁴⁵

7.3.4 Auswertbarkeit von Datenbankinhalten

Wie bereits in Abschnitt 7.2.3 herausgestellt wurde, stehen und fallen Qualität und Leistungsstärke von elektronischen Informationssystemen mit der Differenziertheit der systeminternen inhaltlichen Auswertungsmechanismen im Vorfeld der eigentlichen Publikation. Datenbankbasierte Ansätze sollten hier gegenüber dateiorientierten Lösungen, deren Schwächen in der Betriebssystemabhängigkeit programmierter Auswertungen sowie dem hohen Erstellungsaufwand bei gleichzeitigem Fehlen einer einheitlichen Verwaltungsoberfläche liegen, prinzipiell erkennbare Vorteile aufweisen. Auf ein einheitlich organisiertes Informations-Repository, bei dem alle Inhalte – also Knoten, Hyperlinks und Anwenderprofile – unter einem gemeinsamen Dach vereint sind, lässt sich gemeinhin einfacher und effizienter auswertend zugreifen als auf Unmengen verteilter Einzeldateien. Im Folgenden soll dies noch weiter veranschaulicht werden.

Grundsätzlich lässt sich konstatieren, dass professionelle Hypertext-, Content-Management- und Datenbanksysteme bereits von Hause aus elementare Auswertungsfunktionalitäten mitbringen. Dies reduziert zumindest in der Anfangsphase von WIS-Projekten den Programmieraufwand und erleichtert damit die rasche Umsetzung neuer Vorhaben. Zum Standardrepertoire gängiger Systeme gehört eine integrierte Volltext-Recherche für Dokumente unterschiedlichen Formats (von reinem ASCII über HTML bis hin zu Word oder PDF), mit der sowohl in strukturierten wie in unstrukturierten Inhalten nach

³⁴⁵ Im Falle der *Oracle*-Datenbank bietet die *interMedia*-Komponente entsprechende Funktionalitäten an; siehe dazu <http://otn.oracle.com>.

Einzelbegriffen oder Phrasen gefahndet werden kann. Zumeist lassen sich einfache logische Operatoren wie *und*, *oder* bzw. *nicht* verwenden. In Einzelfällen kann eine Abfrage auch um Eingrenzungen wie beispielsweise „Zeige mir alle Dokumente, die die Begriffe x und y enthalten, wobei zwischen x und y höchstens fünf weitere Wörter stehen dürfen“ ergänzt werden.

Zusätzlich bieten viele Produkte weiterführende Suchalgorithmen, etwa zum Aufspüren von Inhalten mit ähnlich geschriebenen, ähnlich klingenden oder thematisch verwandten Wörtern, an. Ein gewichtiger Pluspunkt ist die Möglichkeit, auch strukturierte textuelle Dokumente gezielt zu analysieren und zu durchsuchen. Bei entsprechender XML-Unterstützung kann dann direkt nach dem Vorkommen eines Suchbegriffs innerhalb eines bestimmten Strukturelements geforscht werden. Sehr mächtig erscheint in diesem Zusammenhang das Konzept, derartige Optionen direkt in die bei Datenbanksystemen fast schon obligatorische Pflege- und Abfragesprache SQL zu integrieren.³⁴⁶ Die für Recherchen und Auswertungen notwendigen Indizes erstellen und aktualisieren die einzelnen Verwaltungssysteme oftmals automatisch, wobei dem Entwickler noch Raum für Anpassungen und Verfeinerungen bleibt.

Die Verwaltung strukturierter Dokumente lässt sich mit XML und einem passenden DBMS zwar gut organisieren, bei der weiteren Verarbeitung kommen jedoch zusätzliche Standards aus der mittlerweile recht umfangreichen XML-Familie ins Spiel, beispielsweise die in Abschnitt 4.5.3 beschriebenen XML-Transformationen. Auch XPath und die damit verbundenen Auswertungsmöglichkeiten von XML-Dokumenten haben wir bereits erörtert.³⁴⁷ In vielen Fällen kann bei datenbankbasierten Informations-Repositoryn ein Teil der Funktionalität von XPath durch SQL oder andere Abfragesprachen ersetzt oder sogar übertroffen werden. Einige wenige Systeme bieten weiterhin die Kombination von XPath mit ihren eigentlichen Recherche-Werkzeugen an. Sinnvoll erscheinen solche Kombinationen beispielsweise bei der maschinellen Extraktion einzelner Passagen aus dem Gesamtdokument – eine zentrale Anforderung insbesondere für flexible Informationssysteme, welche die Präsentation ihrer Inhalte von variablen Faktoren wie etwa einem individuellen Benutzerprofil abhängig machen wollen.

³⁴⁶ Marktführer *Oracle* hat SQL dazu eigens um die *contains*- und *within*-Operatoren erweitert; vgl. Muench (2000) oder Stürner (2000).

³⁴⁷ Vgl. hierzu Abschnitt 7.2.3.

Analog zu den am Ende des vorigen Abschnitts beschriebenen Überprüfungsmechanismen für multimediale Inhalte bieten datenbankgestützte Systeme oft auch spezielle Auswertungsoptionen für Bilder, Ton- oder Videosequenzen. Diese werden generell getrennt von textuellen Inhalten gelagert und können mit den für das jeweilige System verfügbaren Abfragesprachen analysiert und abgerufen werden. Doch gerade hier liegen oft bemerkenswerte Unterschiede zwischen den Leistungspotenzialen einzelner Datenbank-Produkte. Während das Auffinden und Anzeigen gängiger Formate ausnahmslos zum guten Ton gehört, unterscheiden sich die Systeme teilweise erheblich in der Unterstützung „exotischer“ Multimedia-Standards. Auch die weiterführenden Analyse- und Transformations-Operationen – von der Extraktion einzelner Merkmale und Charakteristika (z.B. der vorherrschenden Hintergrundfarbe bei Bildern) bis hin zum Konvertieren in andere Anzeigeformate – variieren von Fall zu Fall.

Schließlich soll in diesem Abschnitt unter dem Blickwinkel der Auswertungsmöglichkeit auch noch auf die Problematik von Metadaten in datenbankbasierten Hypertextsystemen eingegangen werden. Hierbei lassen sich in Abhängigkeit von dem Ort, an dem diese zusätzlichen Informationen vorgehalten werden, zwei Typen unterscheiden:

- 1) Metadaten, die direkt im Hyperdokument abgespeichert sind: Auf diese Informationen lässt sich unter Benutzung systemeigener Programmier- und Abfragesprachen zugreifen. Auch die Verwendung von XPath kann hier – jedenfalls bei strukturierten XML-Dokumenten – wertvolle Dienste leisten.
- 2) Metadaten, die außerhalb des Hyperdokuments abgespeichert sind: Während dateibasierte Lösungen diese Möglichkeit kaum anbieten können, erlauben datenbankgestützte Systeme die Zuordnung von nicht im eigentlichen Knotentext enthaltenen, externen Metadaten zu einzelnen Hyperdokumenten. Diese werden beispielsweise in separaten Tabellen, auf jeden Fall aber innerhalb des gemeinsamen Informations-Repository abgelegt, so dass jederzeit ein effizienter Zugriff möglich ist. Teilweise werten Hypertext- und Content-Managementsysteme diese Daten für ihre Zwecke eigenständig aus, in vielen Fällen lassen sich auch individuelle Prozeduren für die sinnvolle Weiterverarbeitung schreiben.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass datenbankbasierte Systeme mit zentralen Repositorien die Auswertungsmöglichkeiten für hypermediale

Web-Dokumente erheblich erweitern und vereinfachen. Positiv wirken sich die zumeist vorhandenen einheitlichen Administrations- und Auswertungs-umgebungen aus. Zumindest bei Basisfunktionalitäten kann der zu leistende Programmieraufwand aufgrund eingebauter Werkzeuge und Ablaufsteuerungen erheblich reduziert werden.³⁴⁸ Dagegen erhalten die grundlegende, exakte Konzeption der Anwendung sowie damit einhergehend die Analyse der wesentlichen inhaltlichen Strukturen eine erhöhte Bedeutung. Die Chancen, die sich prinzipiell durch den flexiblen individuellen Entwurf von Struktur und Aufbau der Hypertextbasis eröffnen, können bei fehlerhafter Planung leicht verspielt werden.

Weiterhin schafft ein Rückgriff auf Datenbanksysteme die Voraussetzung für die einfache und dabei trotzdem mächtige Kombination von Hierarchie- und Inhaltsmerkmalen mit weiteren Meta-Informationen. Web-Informationsangebote profitieren davon insbesondere bei Recherche und Auswertung. Die detaillierte vergleichende Klassifizierung von Hypertextknoten sowie die Auswertung unterschiedlicher Bearbeitungsstände von Dokumenten kann auf diese Weise substanziell verbessert bzw. überhaupt erst mit vertretbarem Aufwand ermöglicht werden. Die auf den meisten Datenbanksystemen einsetzbare Sprache SQL trägt dabei zu einer weitreichenden Portabilität bei.

7.3.5 Beurteilung der Datenbank-Speicherung

An dieser Stelle liegt es aus Gründen der Vergleichbarkeit nahe, das in Abschnitt 7.2.4 skizzierte Anwendungsbeispiel eines prototypischen Web-Informationssystems aufzugreifen, wobei diesmal anstelle einer dateibasierten Lösung von Anfang an die Nutzung eines Datenbank- oder Content-Managementsystems angenommen werden soll. Durch diese konzeptionelle Änderung können die beteiligten Entwickler und Autoren schon in der ersten Projektphase von folgenden Vorteilen profitieren:

- 1) Die Inhalte werden dauerhaft und verlässlich in einem zentral administrierbaren Informations-Repository abgelegt, das im Vergleich mit der datei-

³⁴⁸ Zum Beispiel passen manche Systeme ihre Indizierung strukturierter Dokumente und einzelner Elemente bei Änderung der Dokumentbeschreibung (DTD) automatisch an, so dass Auswertungsprozeduren bestenfalls überhaupt nicht umgeschrieben werden müssen.

basierten Lösung zusätzliche Sicherheitsmechanismen bietet (Datenpersistenz).

- 2) Administratoren und Entwickler erhalten eine weitestgehend einheitliche Bedienungsoberfläche sowie klar definierte Schnittstellen.
- 3) Den Autoren kann – zumeist ohne größeren Programmieraufwand – eine einfach zu bedienende Arbeitsumgebung, etwa in Form eines Web-Frontends, zur Verfügung gestellt werden.
- 4) Spezifische Sichten („Views“) auf die Inhalte sind einrichtbar.
- 5) Zentrale Anforderungen wie etwa ein automatisiertes Backup oder die Versionierung von Dokumenten müssen nicht betriebssystemspezifisch implementiert werden, sondern lassen sich an das Verwaltungssystem delegieren.

Soll nun zusätzlich die dezentrale, parallele Bearbeitung der Inhalte für verteilte Gruppen von Autoren an verschiedenen Standorten ermöglicht werden, hält sich der damit verbundene Arbeitsaufwand in vertretbaren Grenzen. Auch die bisherige Systemarchitektur muss nicht grundlegend erweitert werden:

- 1) Den zusätzlichen Autoren kann das bereits erstellte Web-Frontend zugänglich gemacht werden. Der Vorteil dabei liegt darin, dass kein neuer Vermittlungskanal geöffnet werden muss; der bearbeitende Zugriff erfolgt über die im WWW üblichen Protokolle (*http* bzw. *https*).³⁴⁹ Eventuell eingerichtete Firewalls müssen bei dieser Architektur nicht durchlässiger gemacht werden, so dass die zusätzliche Funktionalität nicht auf Kosten der Sicherheit geht.
- 2) Da das DBMS über eingebaute Funktionen zum Umgang mit parallelen Zugriffen verfügt (Transaktionsfähigkeit, temporäres Sperren von Daten-

³⁴⁹ Eine Arbeitsgruppe der *Internet Engineering Task Force (IETF)* arbeitet seit Ende der neunziger Jahre an einer Erweiterung des *http*-Protokolls namens *Web Distributed Authoring and Versioning (WebDAV)*, mit deren Hilfe der Austausch von Web-Dokumenten zwischen einzelnen Arbeitsgruppen auf eine solide Basis gestellt werden soll. Das Konzept ermöglicht das temporäre Blockieren von Dokumenten zur Vermeidung von Inkonsistenzen („locking“ bzw. „concurrency control“), die Manipulation von Dokument-Gruppen („collections“) sowie die Anreicherung von Dokumenten um Metadaten („properties“) unter Verwendung von XML; vgl. Whitehead/Wiggins (1998) sowie <http://www.webdav.org>. Eine Spezifikation wurde 1999 als Request for Comments (RFC) 2518 publiziert (siehe <http://www.ietf.org/rfc/rfc2518.txt>).

sätzen, flexible Rechtevergabe usw.), lassen sich potenzielle Konfliktsituationen vermeiden.

Leider erkaufte man sich die genannten Vorzüge im Einzelfall mit punktuellen Nachteilen. Hier ist an erster Stelle die Festlegung auf ein bestimmtes Produkt zu nennen. Wer sein Web-Angebot mit Hilfe eines speziellen Hypertext- oder Content-Management-Systems aufgebaut hat, tut sich oft schwer mit einer Migration, und zwar sowohl aus zeitlichen oder finanziellen wie aus personellen Gründen. Um derartige Situationen zu vermeiden, empfiehlt sich von Anfang an der Einsatz eines auf möglichst vielen Plattformen beheimateten Systems. Eine Migration sähe dann im optimalen Fall so aus, dass das gesamte Informations-Repository gemeinsam mit den Verwaltungs- und Zugriffsprozeduren exportiert und auf der neuen Plattform ohne gravierende Änderungen wieder eingespielt wird. Um eine Migration trotzdem nur im Ausnahmefall notwendig zu machen, sollte das Verwaltungssystem funktional erweiterungsfähig und in Bezug auf Parameter wie Datenmenge und Verarbeitungsgeschwindigkeit skalierbar sein. Weiterhin liegt es nahe, bei Auszeichnungs- und Programmiersprachen nur mit möglichst universell einsetzbaren und eben nicht systemspezifischen Standards zu arbeiten.

7.4 Systeminterne Verwaltung von Hyperlinks

Hyperlinks sind als „Brücken zwischen den Informationsinseln“ ein wesentlicher Faktor für die tatsächliche Leistungsfähigkeit von Hypertexten bei der Informationserschließung. Ohne Links kann es also, wie wir bereits gezeigt haben, gar keine echten Hypertexte geben. Andererseits stellen sie bei unsystematischer oder gar fehlerhafter Platzierung („dead links“) auch eine der häufigsten Ursachen für Navigationsprobleme und Desorientierung dar. Um ein tragfähiges Konzept für die Verwaltung von Hyperlinks erarbeiten zu können, sollen in Anlehnung an die Klassifizierungen in Kapitel 6 den nachfolgenden Ausführungen folgende Prämissen vorangestellt werden:

- 1) Hyperlinks sollten ebenso wie Hypertextknoten als eigenständige Objekte angesehen und behandelt werden, insbesondere in Bezug auf die spätere Auswertbarkeit.
- 2) Hyperlinks sollten unabhängig von der parallelen Verwendung hierarchischer Überblicke und Navigationshilfen – die natürlich auch Hyperlinks

beinhalten – unmittelbar in den Inhalt von Hypertextknoten eingebettet sein.

Diese Ansprüche führen nun unter Berücksichtigung der derzeit im World Wide Web beobachtbaren Verfahrensweisen zu der Frage, wie eine angemessene Verwaltung von Hyperlinks aussehen sollte. Die Praxis der direkten Auszeichnung von Startpunkten einer Verknüpfung innerhalb eines Web-Dokuments mit Hilfe des HTML-typischen Ankerelements erfüllt zwar die Forderung nach einer eingebetteten Darstellung, verteilt die linkspezifischen Informationen letztlich jedoch auch über die Inhalte der gesamten Hypertextbasis. Eine effektive Verifizierung und Auswertung solcher Link-Informationen wird dadurch nachhaltig erschwert. Einige der populärsten Softwareprodukte für die Administration von Websites wie beispielsweise *Microsoft Frontpage* oder *Macromedia Dreamweaver* analysieren zwar auf Wunsch die Beziehungen zwischen verlinkten Einzelknoten. Allerdings beschränken sie sich dabei weitestgehend auf die Verifizierung der Existenz von Start- und Zieldokumenten und gestatten darüber hinaus keinerlei detaillierte Analyse und Weiterverarbeitung von erweiterten Linkattributen. Inhaltliche Auswertungen wie etwa „Zeige mir sämtliche Hyperlinks, die auf einen vertiefenden Informationstext zum Thema XY verweisen und von Autor Z erstellt wurden“ können mit diesen Werkzeugen nicht durchgeführt werden.

Es liegt folglich nahe, detaillierte Informationen über Hyperlinks gezielt zu sammeln und separat abzuspeichern. An zentraler Stelle verwaltet und auswertbar gemacht, stellen diese Verknüpfungscharakteristika einen beachtenswerten Mehrwert dar, der sich bei angemessener Aufbereitung sowohl von Web-Autoren wie auch von Rezipienten vielfältig nutzen lässt. Der WWW-Begründer Tim Berners-Lee äußert sich dazu in seinem auf die Fehlerhaftigkeit vieler Linkangebote im Internet eingehenden Beitrag „Cool URIs don't change“ folgendermaßen:

Of course, if you are building your own server, then using a database to relate persistent identifiers to their current form is a very clean idea – though beware the unbounded growth of your database. (Berners-Lee, 1998)

Auch das in Abschnitt 3.4 vorgestellte Dexter-Referenzmodell weist in eine ähnliche Richtung, indem es auf Inhaltsebene lediglich indirekte Links vorsieht und deren Übersetzung einer eigenständigen Komponente zuteilt. Insgesamt unterscheidet das Modell folgende drei Schichten: Eine Komponen-

tenschicht übernimmt die Aufbewahrung der multimedialen Knoteninhalte. Für die effektive Organisation und Verwaltung der den Zugriff ermöglichenden Verknüpfungen ist die Speicherschicht zuständig. In der Laufzeitschicht schließlich werden die Inhalte entsprechend der Benutzerwünsche bzw. -eingaben dargestellt. In Anlehnung an Grønbæk/Triggs (1996), die das Dexter-Modell unter dem Gesichtspunkt dynamischer Hypertext-Strukturen diskutieren und die Speicherung von Hyperlinks in separaten Datenbanken ebenso wie unmittelbar innerhalb von Knoten thematisieren, bietet sich für das WWW allerdings eine pragmatischere Vorgehensweise an:

Sofern bei der Erstellung von Hypertextknoten eine logische Auszeichnungssprache, etwa auf der Basis von XML, zum Einsatz kommt, hat der Autor bereits das erforderliche Rüstzeug für eine Kodierung aller eventuell relevanten Link-Eigenschaften zur Hand. Mit Hilfe von maßgeschneiderten Hyperlink-Attributen lassen sich Angaben zum Verweisziel ebenso wie weitere Zusatzinformationen unmittelbar festhalten. Dies bringt gerade für Internetanwendungen, die möglichst kurze Reaktionszeiten realisieren müssen, den nicht zu unterschätzenden Vorteil mit sich, dass diese Linkdaten nicht erst zur Ausführungszeit zusammengesucht und an den passenden Positionen eingefügt werden müssen. Die notwendigen Informationen befinden sich ja gewissermaßen schon „an Ort und Stelle“ und müssen lediglich – beispielsweise unter Verwendung von Stylesheet-Transformationen – noch visuell umgesetzt werden. Ein komplexes Web-Informationssystem, dessen Inhalte aus Gründen der Anpassung an individuelle Leserpräferenzen³⁵⁰ bereits vor der Präsentation aufwändig aufbereitet werden müssen, und auf das zur selben Zeit eine Vielzahl unterschiedlicher Anwender parallel zugreifen, kann auf diese Weise spürbar an Ausführungsgeschwindigkeit gewinnen.

Davon unbeschadet sollten sämtliche Informationen über hypertextuelle Verknüpfungen zumindest zu Auswertungszwecken zusätzlich in einer gesonderten Linkdatenbank gesammelt werden. Hinsichtlich der Speicherung komplexer Hypertextknoten wurden bereits die Vorteile datenbankbasierter Lösungen hervorgehoben. Angesichts der Performanz, Stabilität und Skalierbarkeit solcher Systeme – auch bei der Verwaltung großer Mengen von vergleichsweise einfach strukturierten Daten – bietet sich die Nutzung eines professionellen DBMS gleichermaßen für die Speicherung von Hyperlinks an.

³⁵⁰ Die im WIS *GRAMMIS* gespeicherten Nutzerpräferenzen dokumentiert Abschnitt 8.9.2.

Grundlage jeder konsistenten Verwaltung von Linkinformationen ist eine zuverlässige Analyse der eingestellten Knoten, d.h. das Auslesen aller relevanten Linkeigenschaften unmittelbar nach dem Einchecken in das hypertextuelle Informations-Repository. Hierzu müssen angemessene Programme bzw. Ablaufskripte implementiert werden, die im Hintergrund automatisch ihre Aufgaben verrichten. Abbildung 18 illustriert eine exemplarische Modellierung einer Hyperlink-Datenbank.³⁵¹ Jeder Hyperlink besitzt dabei potenziell mehrere Ausgangs- und Zielpunkte, um nicht nur 1:1-Verknüpfungen archivieren zu können, sondern gleichermaßen auch 1:n-, n:1- oder n:m-Verknüpfungen.³⁵² Die exakte Notation der Ausgangs- und Zieladressen kann dabei von den jeweiligen Projekt-Erfordernissen abhängig gemacht werden. Sinnvoll erscheint allerdings eine Orientierung an den einschlägigen Empfehlungen des W3C. Weiterhin können zu einer Verknüpfung ergänzende Attribute wie beispielsweise der Linktyp (d.h. eine semantische Beschreibung der Verknüpfung), die Art der Zielpräsentation (substituierend, einbettend oder in einem neuen Fenster) sowie andere relevante Informationen (z.B. Autor, Erstellungsdatum, relevante Schlagworte usw.) festgehalten werden.

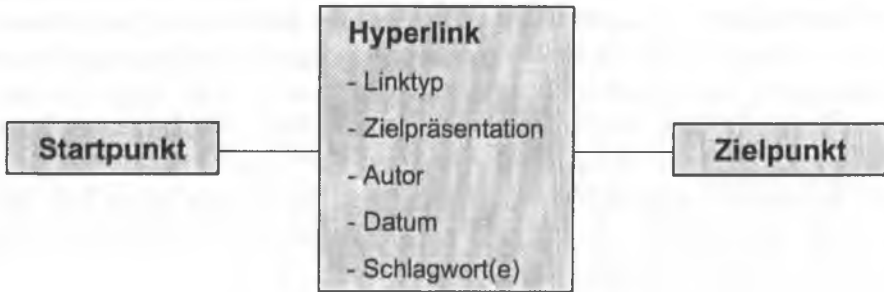


Abbildung 18: Verwaltung von Hyperlinks

Diese Art der Linkverwaltung, also die doppelte Speicherung von Links sowohl im Hypertextknoten wie auch in einer separaten Datenbank, erscheint in Anbetracht der damit verbundenen Vorteile (verminderter Aufwand bei der zeitkritischen Operation der Knotenaufbereitung und -präsentation bei gleichzeitiger Verfügbarkeit gezielt auswertbarer strukturierter Informationen über

³⁵¹ Den prototypischen Aufbau einer realen Linkdatenbank beschreibt Abschnitt 8.4.5.

³⁵² Vgl. hierzu auch Abschnitt 6.4.

sämtliche Verknüpfungen) als angemessener Weg für die Organisation komplexer Hypertextsysteme. In Kapitel 8 wird eine praktische Umsetzung dieses Ansatzes beschrieben.

Im Zusammenhang mit der Kodierung von Hyperlinks in Web-Dokumenten sollen auch die Bemühungen des W3C nicht unerwähnt bleiben, die sich mit der Standardisierung erweiterter Verweise beschäftigen. Hier sind in erster Linie die Arbeiten zu XPointer und XLink von Bedeutung:

- Die *XML Pointer Language* (kurz *XPointer*) basiert auf der XPath-Notation und erlaubt die Spezifizierung von absoluten oder relativen Verweisen in Web-Dokumente hinein.³⁵³ Als Zieladresse kann nicht nur ein einzelner Punkt entsprechend der URI-Spezifikation, sondern auch ein eindeutig eingegrenzter Dokumentenbereich (Fragment) angegeben werden.
- Die *XML Link Language* (*XLL* oder *XLink*) verwendet XPointer für die Beschreibung von Zielen einer Verknüpfung und stellt darüber hinaus weitere Verbesserungen des von HTML her bekannten Hyperlink-Prinzips in Aussicht.

XLink unterstützt einerseits einfache hypertextuelle Verknüpfungen, wie sie schon heute im WWW existieren – also unidirektionale Links zu einem fest kodierten Zielpunkt. Zu diesem Zweck gibt es so genannte „einfache Verweise“ oder „simple links“, die allerdings mit deutlich aussagekräftigeren Attributen versehen werden können, als dies beim Ankerelement in HTML möglich ist. Sowohl einfache wie auch erweiterte Verweise lassen sich zu Linkgruppen zusammenfassen und in der Folge gemeinsam auswerten.

Ein Beispiel für einen einfachen XLink-Verweis sieht folgendermaßen aus:

```
<simplelink
  xml:link="simple"
  href="http://www.uni-trier.de/home.xml"
  content-role="Einleitung"
  content-title="Zur Homepage der Universität"
  show="replace">Die Universitäts-Homepage
</simplelink>
```

³⁵³ Also nicht nur an den Anfang eines Dokuments, sondern auch an beliebige Stellen innerhalb desselben. Siehe hierzu auch das Beispiel in Abschnitt 6.7.2.

Um den Ansprüchen leistungsfähiger Hypertextsysteme zu genügen, sind in XLink zusätzlich „erweiterte Verweise“ oder „extended links“ vorgesehen. Diese können beispielsweise zu mehreren unterschiedlichen Zieladressen verzweigen und somit 1:n-Verknüpfungen realisieren. Ein erweiterter XLink-Verweis folgt dabei der nachfolgend demonstrierten Syntax:

```
<extlink xml:link="extended" inline="false">
  <ziel xml:link="locator"
    href="http://www.uni-trier.de/home.xml"
    content-role="Einleitung"
    content-title="Zur Homepage der Universität" />
  <ziel xml:link="extended"
    href="http://www.uni-trier.de/faecher.xml"
    content-role="Verzeichnis"
    content-title="Zur Fachbereichsübersicht" />
</extlink>
```

Bereits in der ersten Zeile dieses Beispiels fällt auf, dass das „inline“-Attribut des erweiterten Links auf „false“ gesetzt wurde. Damit lässt sich ausdrücken, dass der Verweis nicht unmittelbarer Bestandteil des Dokumenten-Inhalts sein soll und folglich auch nicht durch einen Ankerpunkt im Fließtext repräsentiert wird. Über die Art und Weise allerdings, wie die auf einem solchen Hyperknoten operierenden Anwendungen wie etwa Web-Browser oder Suchmaschinen solche Links interpretieren und darstellen dürfen, existiert momentan noch keine verbindliche Übereinkunft. Selbst die Frage, ob und wann zukünftige Produkte XLink-Optionen und die XPointer-Notation überhaupt unterstützen werden, ist bislang leider nicht zufriedenstellend beantwortet worden.³⁵⁴

³⁵⁴ Die aufgeführten Beispiele können demnach als konzeptuelle Anregungen für eine praktische Realisierung leistungsfähiger Hyperlinks mit Hilfe der aktuell im WWW verfügbaren Standards und Werkzeuge verstanden werden.

8. Anwendung der methodischen Grundlagen in GRAMMIS

8.1 Einführung

Die intensive Auseinandersetzung mit einer derart praxisnahen und anwendungsbezogenen Thematik wie dem benutzeradaptiven Publizieren im WWW führt rasch zu einem Punkt, an dem ergänzend zu unseren bisherigen Betrachtungen auch die Ausarbeitung eines praktikablen Realisierungsrahmens wünschenswert erscheint. Das interessierte Fachpublikum erwartet angesichts der Vielzahl einschlägiger Standards sowie des trotz aller in unseren bisherigen Diskussionen ausgesprochenen expliziten und impliziten Empfehlungen nach wie vor bestehenden Gestaltungsspielraums mit Recht konkrete, nachvollziehbare und evaluierbare Lösungskonzeptionen. Um es auf den Punkt zu bringen: Es genügt nicht, nur über hypermediale Informationssysteme zu schreiben, sondern die gewonnenen Erkenntnisse sollten möglichst auch exemplarisch angewandt werden – nicht zuletzt, um sie in der Folge auf empirisch ausreichender Basis evaluieren zu können.

An diesen Punkt knüpft das nachfolgende Kapitel an. Das hier vorgestellte Web-Informationssystem wurde vom Autor dieser Arbeit mit der Zielsetzung implementiert, eine Strategie zur praktischen Umsetzung der bisher diskutierten Methoden und Ansätze vorzustellen. Vorgehensweise und Ergebnisse sollen, wo immer möglich, in Bezug gesetzt werden zum in den vorigen Kapiteln präsentierten Forschungskontext und zu den eingeführten methodischen Grundlagen.

Als Anwendungsfall dient das am Institut für Deutsche Sprache (IDS) in Mannheim entwickelte grammatische Web-Informationssystem *GRAMMIS*. In Einzelfällen wird auch auf die auf *GRAMMIS* basierende Lernplattform *ProGr@mm* Bezug genommen: Nämlich genau dann, wenn einzelne Aspekte der Personalisierung (z.B. das Anlegen persönlicher geführter Touren oder das Hinzufügen von Annotationen) in *ProGr@mm* umfassender als in *GRAMMIS* umgesetzt wurden. Da *ProGr@mm* ansonsten aus technischer Perspektive als eine Art eineiiger Zwilling von *GRAMMIS* angesehen werden kann, werden nachfolgend die meisten Merkmale und Realisierungsaspekte von *ProGr@mm* im Rahmen der Beschreibung von *GRAMMIS* mitbehandelt.

In die Zielsetzungen und Projektstufen von *GRAMMIS* bzw. *ProGr@mm* führen die nachfolgenden Abschnitte ein. *GRAMMIS* erscheint insbesondere auf-

grund des im Projektrahmen behandelten komplexen Gegenstandsbereichs – der Grammatik also – als angemessenes und geradezu prädestiniertes Anschauungsobjekt. Zu einem vielschichtigen Wissensgebiet, das sich aus einer Reihe recht unterschiedlicher Blickwinkel heraus klassifizieren und erschließen lässt, gesellt sich ein heterogenes Zielpublikum mit individuellen Interessen und Ansprüchen. Weiterhin konnte bei der Konzeption und Realisierung auf eigene Forschungsarbeiten und -ergebnisse zurückgegriffen werden, die im Verlauf mehrerer Jahre kontinuierlich entstanden und ausgewertet wurden. Die hier vorgestellte Lösung stellt also, bei allen denkbaren Detailverbesserungen und inhaltlichen Ergänzungen, nicht nur eine flüchtige Momentaufnahme dar, sondern ist gewissermaßen als konzeptioneller Endpunkt einer Kette aufeinander aufbauender Entwicklungsstapen anzusehen.

Das Hauptaugenmerk bei der Beschreibung von *GRAMMIS* wird sich auf die beiden Aspekte der Wissensorganisation bzw. -verwaltung sowie der flexiblen benutzeradaptiven Informationsaufbereitung konzentrieren. Auf Fragestellungen hinsichtlich der prinzipiellen Eignung hypertextueller Informationssysteme für die Vermittlung grammatischen Wissens oder der Umsetzungsproblematik bei der Konversion von Printangeboten in Hypertexte wird nur in dem Maße eingegangen, wie es für das Verständnis des Gesamtsystems notwendig erscheint.³⁵⁵

8.2 Das Web-Informationssystem *GRAMMIS*

8.2.1 Der Projekthintergrund

Die Projektgeschichte von *GRAMMIS* reicht bis in die erste Hälfte der neunziger Jahre zurück. Sie ist eng verflochten mit den Erkenntnissen, die am IDS im Zusammenhang mit der Erarbeitung einer umfangreichen Grammatik für

³⁵⁵ Erfahrungen und Einsichten zu diesen Punkten wurden bereits an anderer Stelle veröffentlicht; vgl. z.B. Breindl (1998), Breindl (1999), Jakobs (1998), Storrer (1995), Storrer (1997b), Strecker (1998b), Strecker (1998a). Jeder Leser ist darüber hinaus eingeladen, sich unter <http://www.ids-mannheim.de/grammis/> selbst einen Eindruck über *GRAMMIS* zu verschaffen.

das Deutsche,³⁵⁶ also einer systematischen Beschreibung formaler Sprachregularitäten, in Printform gesammelt wurden. Die seinerzeit beteiligten Autoren sahen sich mit dem für sie unbefriedigenden Sachverhalt konfrontiert, dass sich für den behandelten Gegenstandsbereich nur schwer eine einheitliche Herangehensweise festlegen ließ. In Abhängigkeit vom jeweiligen theoretischen Ansatz – ob nun beispielsweise aus formaler, funktionaler oder kommunikativer Sicht – ergaben sich unterschiedliche Klassifikationen, terminologische Definitionen und Strukturierungsnotwendigkeiten. Dem wurde durch einen weitestgehenden Verzicht auf einen konsequent verfolgten, einheitlichen linguistischen Theorieansatz entsprochen. Trotzdem erforderte die für die Buchform obligatorische lineare Schreibstrategie, bei der einzelne Abschnitte sukzessive aufeinander aufbauen und alternative Betrachtungsweisen ab einer gewissen Komplexität nur noch mühsam parallel und mit Hilfe permanenter Querverweise dargestellt werden können, eine Reihe schwer zu treffender Entscheidungen und unliebsamer Einschränkungen.

Weiterhin standen die Beteiligten, ganz unabhängig von speziellen Sachfragen, vor der Herausforderung, ihre Inhalte möglichst transparent und leicht für den Leser erschließbar machen zu wollen. Als Bürde erwies sich dabei nicht nur die quantitative Menge der Gesamtinformationen, sondern zusätzlich der Umstand, dass Rezipienten zum Auffinden der gewünschten Inhalte in einer wissenschaftlichen Grammatik ein fundiertes Basiswissen benötigen. In vielen Zusammenhängen sind überdies hinaus nicht nur die prototypischen Regelfälle interessant, sondern auch und gerade die gelegentlichen Ausnahmen. Die Autoren standen dadurch immer wieder vor den beiden wenig attraktiven Wahlmöglichkeiten, entweder auf Kosten der Übersichtlichkeit auch vertiefendes Hintergrund- und Detailwissen einzuflechten, oder aber im Einzelfall wünschenswerte Informationen wegzulassen. Die Problematik hierbei ist offenkundig: Was in der einen Situation eine entbehrlich erscheinende Zusatzinformation sein mag, kann in einer anderen Situation für das grundlegende Verständnis von zentraler Bedeutung sein.

Bei der Zusammenstellung einer Grammatik wie beim Publizieren überhaupt ist es überdies unerlässlich, sich an den konkreten Bedürfnissen und Interes-

³⁵⁶ Die *Grammatik der deutschen Sprache (GDS)* wurde in drei Bänden von einem Autorenteam als Zifonun et al. (1997) publiziert.

sen des angepeilten Zielpublikums zu orientieren.³⁵⁷ Hier lässt sich nun ein breites Spektrum potenzieller Adressaten unterscheiden: Grammatiken werden einerseits von Fachwissenschaftlern gelesen, die sich gezielt über bestimmte Einzelproblematiken informieren oder aber sich einen Überblick über alternative Herangehensweisen an von ihnen selbst bearbeitete Themengebiete verschaffen wollen. Daneben gibt es ein Bedürfnis nach didaktisch aufbereiteten grammatischen Informationen etwa im Schul- und Universitätsbereich, bei professionellen Autoren oder Hobby-Schriftstellern. Alle diese in sich selbst wiederum heterogenen Benutzergruppen mit differierenden Interessen und Vorkenntnissen durch ein einziges Printwerk zufrieden zu stellen, erscheint nur schwer denkbar.

Zu guter Letzt befördert auch das hohe Aktualisierungsbedürfnis innerhalb des behandelten Sachgebiets den Einsatz alternativer, hypertextueller Produktions- und Publikationsumgebungen. Parallel zu den fortlaufenden Forschungsarbeiten besteht in den meisten Wissenschaftsbereichen ein nachvollziehbares Bedürfnis nach zeitnaher Veröffentlichung von Ergebnissen. Daneben wollen bereits existierende Veröffentlichungen von Zeit zu Zeit überarbeitet und anschließend neu herausgegeben werden. Elektronische Hypertextsysteme erleichtern diese Tätigkeiten im Vergleich zu traditionellen Printlösungen, wie der Hypertext-Pionier Vannevar Bush schon 1945 in der Beschreibung seines – damals noch fiktiven – Systems *Memex* konstatierte:³⁵⁸

A memex is a device [...] which is mechanized so that it may be consulted with exceeding speed and flexibility. (Bush, 1945, S. 32)

Als Konsequenz aus den gemachten Erfahrungen wurde in der Grammatik-Abteilung des IDS Mitte 1993 das Forschungsprojekt *GRAMMIS* (Grammatisches Informations-System) aus der Taufe gehoben. Im Rahmen dieses Projekts soll unter Ausnutzung der Vorteile des hypertextuellen Paradigmas ein Weg erarbeitet werden, um grammatische Fragestellungen unterschiedlichster Art und Komplexität sowohl für den interessierten Laien wie auch für Grammatikexperten zu thematisieren und, soweit praktikabel, angemessen und computerver-

³⁵⁷ Zur Charakterisierung von Benutzern eines Informationssystems siehe auch Abschnitt 2.2.4. Die Zielgruppen eines grammatischen WIS werden in Abschnitt 8.2.3 eingehender beleuchtet.

³⁵⁸ Siehe hierzu auch die in Abschnitt 2.1 vorgestellten vier Erfolgsfaktoren nach Schierl (1997) bezüglich der Eignung des WWW als Informationsmedium.

mittelt darzustellen. Konkret geht es darum, verschiedene theoretische Herangehensweisen ebenso wie vertiefende Problematisierungen parallel zuzulassen und in Form miteinander verknüpfter Hypertexteinheiten zu kodifizieren, um mögliche Synergie-Effekte zu befördern. Die einzelnen Verbindungen sollen mit Hilfe aussagekräftiger Hyperlinks modelliert werden. Sowohl die gezielte Recherche wie auch das explorative Stöbern³⁵⁹ gilt es dabei zu unterstützen. Seit Anfang 2001 werden im Rahmen des Projekts *ProGr@mm*,³⁶⁰ basierend auf *GRAMMIS*, ein didaktisch aufbereiteter Grammatik-Grundkurs sowie flexibel kombinierbare Seminarbausteine speziell für die universitäre Lehre entwickelt.

GRAMMIS will im Übrigen weder in direkte Konkurrenz zur Buchausgabe der *Grammatik der deutschen Sprache* treten, noch versteht es sich nur als einfache „Hypertextifizierung“ bzw. Digitalisierung der bereits vorhandenen Inhalte. Vielmehr ist es ein Grundlagenprojekt zur Erkundung der Bedeutung hypermedialer Texttechnologie für das kooperative wissenschaftliche Arbeiten und Publizieren. In Teilen baut es auf den Arbeiten zur GDS auf. Die Inhalte der Buchausgabe werden in Einzelfällen als programmatische Basis verwendet, nach formalen und funktionalen Gesichtspunkten segmentiert und als Hypertexteinheiten vernetzt. Daneben wird das Informationssystem aber mit ansteigender Tendenz um neue inhaltliche und funktionale Komponenten erweitert.³⁶¹

Von Anfang an nicht nur als hypertextuelles, sondern als hypermediales Informationssystem konzipiert, soll *GRAMMIS* überdies die obligatorische Selbstbeschränkung traditioneller Grammatiken auf textuelle und bestenfalls noch grafische Inhalte überwinden. Dazu gehört, grammatisches Wissen nicht nur visuell, sondern – wo angebracht – auch auditiv bzw. audiovisuell zu vermitteln, d.h. die Möglichkeiten der Multimedialität zu nutzen.³⁶² Zu diesem Zweck können Tondokumente angebunden werden, die Merkmale der gesprochenen Sprache wie Akzentuierung oder Intonation einfacher begreiflich machen. Dazu gehört weiterhin, abstrakte Strukturen und Zusammenhänge

³⁵⁹ Vgl. hierzu Abschnitt 3.4.

³⁶⁰ Vgl. Schwinn (2003a) und Schwinn (2003b).

³⁶¹ Siehe hierzu auch den nachfolgenden Abschnitt 8.2.2.

³⁶² Multimedialität als Kennzeichen hypermedialer Web-Systeme wurde bereits in Abschnitt 3.1 angesprochen.

(z.B. Wortstellung und Diathesen) sowie Vorgangsbeschreibungen mit Hilfe animierter Grafiken oder Videopassagen zu verdeutlichen. Und schließlich impliziert Hypermedia auch die flexible Einbindung interaktiver Recherche-Ergebnisse, d.h. die Anreicherung der von den Autoren verfassten Einheiten um dynamisch generierte Kollektionen, die der einzelne Benutzer durch eine Abfrage ergänzender Datensammlungen (elektronische Terminologielexika und Wörterbücher, Bibliografien zur Fachliteratur usw.) individuell zusammenstellen kann. Gerade durch den Rückgriff auf grammatische Wörterbücher können intensional eingeführte grammatische Kategorien, etwa bei den Wortarten, extensionalisiert und damit einfacher begreifbar gemacht werden. Die Modellierung entsprechender Schnittstellen zwischen den Lexika und der Hypertext-Grammatik ist folgerichtig ein besonderes Anliegen von *GRAMMIS*.³⁶³

8.2.2 Die Entwicklungsphasen

Das Informationssystem *GRAMMIS* hat seit Beginn seiner Entwicklung mehrere aufeinander aufbauende Phasen durchlaufen. Die ersten Projektabschnitte, bis etwa Ende 1996, standen unter der Zielsetzung, ein Pilotsystem für einen begrenzten Wissensausschnitt methodisch zu konzipieren und mit Hilfe geeigneter Softwarewerkzeuge zu implementieren. Qualität und Akzeptanz des entwickelten Produkts wurden anschließend evaluiert und die dadurch gewonnenen Erkenntnisse in die Spezifikation der nachfolgenden Entwicklungsschritte eingebracht. Das Pilotsystem bestand aus insgesamt drei sich inhaltlich und funktional gegenseitig ergänzenden Prototypen, die sukzessive erstellt und in eine gemeinsame Testumgebung integriert wurden:

- *GRAMMIS-1*: Dieser erste Prototyp wurde als hypermediale Offline-Anwendung³⁶⁴ über das Thema „Wortarten“ entwickelt. Inhaltlich und strukturell war er trotz Segmentierung des Ursprungstexts noch vergleichsweise eng an die Vorgaben des entsprechenden Kapitels aus der GDS angelehnt. Während der Entwicklungsarbeit wurden erste praktische Erfahrungen hinsichtlich der manuellen, d.h. nicht-maschinellen Konversion von Printinhal-

³⁶³ Vgl. hierzu auch Schneider (1997) und Schneider (1998).

³⁶⁴ Als Entwicklungssoftware verwendete das Projektteam primär das Multimedia-Autorensystem *ToolBook*.

ten und deren Strukturen in Hypertexte gesammelt.³⁶⁵ Der dabei verfolgte additive Ansatz zeigte sich in der Anreicherung des Ausgangstexts um multimediale Zusätze wie z.B. gesprochene Beispielsätze und animierte Visualisierungen. Als zusätzliche Komponenten kamen eine nach dem Karteikasten-Prinzip organisierte Datenbank der deutschen Funktionswörter sowie ein terminologisches Glossar hinzu, beide auch via interhypertextueller Hyperlinks unmittelbar mit dem Grammatiktext verknüpft. Anwender konnten ihr erworbenes Wissen in einer spielerisch ausgelegten Übungskomponente überprüfen, dabei zwischen verschiedenen Schwierigkeitsgraden wählen und bei Bedarf die Hilfestellung eines programmierten elektronischen „Tutors“ in Anspruch nehmen. Für den Benutzerzugriff auf sämtliche Inhalte wurde eine einheitliche Zugangsmetapher eingeführt.

- *GRAMMIS-2*: Auch der nachfolgende Prototyp zu den Themenbereichen „Funktionale Grammatik“ und „Verbvalenz“ unterstützte lediglich den Offline-Zugriff auf eine lokale Installation. Ein Hauptaugenmerk lag auf der Modellierung einer wesentlich komplexeren Wörterbuch-Komponente³⁶⁶ und deren Implementierung mit Hilfe eines relationalen Datenbanksystems, gefolgt von der Anbindung an das Informationssystem mit Hilfe spezieller Suchformulare und Hyperlinks. Weiterhin wurden zusätzliche Navigations- und Interaktionsfunktionalitäten eingeführt und getestet, hierzu zählten beispielsweise typisierte Hyperlinks, eine auf dem Konzept des „Fisheye-View“ basierende Orientierungshilfe, ein Editor für Annotationen sowie interaktiv angelegte Test- und Übungselemente. Die Inhaltskomponenten bauten wie bisher weitestgehend auf der GDS auf. Allerdings wurde insbesondere die „Funktionale Grammatik“ nicht mehr aus dem Printtext konvertiert, sondern unter Verwendung alternativer Organisationsprinzipien und Perspektiven neu erstellt.
- *GRAMMIS-3*: In dieser finalen Projektetappe der Pilotphase wagten die Autoren zumindest partiell den Sprung vom Offline- zum Online-System. Eine neue Komponente zur reformierten deutschen Rechtschreibung wurde parallel zur *ToolBook*- auch in einer HTML-Version realisiert und im

³⁶⁵ Eine rein maschinelle Umsetzung konnte aufgrund der nicht vorhandenen Standardisierung des Ausgangstexts nicht in Betracht gezogen werden.

³⁶⁶ Insbesondere ging es dabei um die Konzeption einer Verbvalenz-Datenbank mit Angaben zu kombinatorischen Eigenschaften deutscher Verben.

WWW angeboten, allerdings mit inhaltlichen und funktionalen Einschränkungen. In erster Linie bestand das Anliegen darin, Web-spezifische Entsprechungen für die bisherigen Design- und Navigationslösungen zu erproben. Ein konzeptionell überarbeitetes Glossar unterstützte erstmals die Auswahl zwischen verschiedenen Terminologien, erlaubte also einen situativ flexiblen Zugang zu den behandelten Thematiken. Inhaltlich kam eine Komponente über die deutschen Konnektoren hinzu, basierend auf entsprechenden Forschungsarbeiten am IDS und angereichert um spezielle Übungseinheiten. Weiterhin wurden ergänzende elektronische Wörterbücher („Wörterbuch der geänderten Rechtschreibung“, „Konnektoren-Wörterbuch“) sowie eine Datensammlung mit Korpusbelegen angelegt und mit thematisch nahestehenden Einheiten der Hypertextbasis vernetzt.

Nach Abschluss der Pilotphase folgte eine Evaluierung der *GRAMMIS*-Prototypen sowohl aus Anwender- wie auch aus Autorenperspektive. Die Auswertung von Fragebögen und Nutzerberichten, aber auch der interne Erfahrungsaustausch zwischen den beteiligten Autoren,³⁶⁷ flossen in die Konzeption des Nachfolgemodells ein. Dabei wurde der hypertextuelle Ansatz für den behandelten komplexen Themenbereich trotz aller Problematiken – z.B. Suche nach der idealen Segmentierung, Mehrarbeit bei der Verknüpfung – als grundsätzlich angemessen bewertet. Dies galt in besonderem Maße für neu erstellte Inhalte, die nicht mehr auf linear organisierten Vorgängern aufbauen mussten. Der Zeitaufwand für eine Übertragung bestehender linearer Materialien in Hyperdokumente war nur in den wenigsten Fällen spürbar niedriger als jener, der bei einer „Neuschreibung“ vergleichbar umfangreicher Inhaltskomponenten anfiel.

In den – zahlenmäßig weniger bedeutenden – Fällen, bei denen eine Konversion aus inhaltlichen Gründen gleichwohl als lohnenswert erschien, bewährte sich eine aus drei bis vier Schritten bestehende Vorgehensweise:

- 1) Manuelle Analyse des Ausgangstexts und anschließende Segmentierung in funktionale Einzelbausteine, wo möglich zunächst über formale Texteigenschaften.

³⁶⁷ Zur Intensivierung desselben sieht das aktuelle *GRAMMIS*-System ein spezielles Autorenforum vor; siehe hierzu Abschnitt 8.7.

- 2) Reorganisierung dieser Bausteine in möglichst kohärente Hypertexteinheiten.
- 3) Evtl. Hinzufügen neuer Einheiten, um Kohärenz auch in solchen Fällen sicherzustellen, in denen thematisch zusammengehörige Bestandteile im Ausgangstext auf verschiedene Abschnitte verteilt sind.
- 4) Vernetzung der Hypertexteinheiten mittels typisierter Hyperlinks.

Dieser Ansatz lehnt sich an die in Kuhlen (1991) dargestellten Konversionsformen der „Segmentierung und Relationierung über formale Texteingenschaften“ bzw. „Segmentierung und Relationierung nach Kohärenzkriterien“ an.³⁶⁸

Die Verwendung formaler Texteingenschaften bei der Aufteilung des Ausgangstexts erlaubte es, bestehende Strukturen (z.B. Absätze) einfach und rasch per *Cut-and-Paste* in die neuen Hypertexteinheiten zu übernehmen. Natürlich erforderte dies anschließend zumeist auch eine zumindest partielle redaktionelle Überarbeitung. Trotzdem wurde dieser Ansatz sowohl unter dem Gesichtspunkt der Machbarkeit wie unter dem Aspekt des damit verbundenen Zeitaufwands als praktikabel angesehen. Denkbare Alternativen, also entweder die simple 1:1-Übertragung oder aber die anspruchsvolle maschinelle Inhaltsanalyse und -segmentierung, kamen aufgrund mangelnder Performanz³⁶⁹ bzw. überdimensionierter zusätzlicher Entwicklungsaufgaben³⁷⁰ nicht zum Einsatz.

Autoren wie auch Rezipienten hoben weiterhin insbesondere die Möglichkeit hervor, mit Hilfe multimedialer Zusätze alternative Wege bei der Wissensvermittlung gehen zu können, die durch die bisherige Dominanz der Buchform fast schon in Vergessenheit geraten schienen. In Anbetracht der seit Projektbeginn stark angewachsenen Popularität und Verbreitung des Internet, verbunden mit dessen prinzipieller Offenheit gegenüber zukünftigen hypermedialen Stan-

³⁶⁸ Vgl. Kuhlen (1991, S. 162ff.) sowie Storrer (1998b). Aufgaben und Strategien bei der Hypertext-Erstellung diskutiert z.B. Storrer (2001b); zur Modularisierung linearer Angebote am Beispiel elektronischer Zeitungen siehe auch Bucher (1998).

³⁶⁹ Das Produkt solcher 1:1-Konversionen ist zumeist kein Hyper-, sondern ein E-Text; vgl. Abschnitt 3.3.

³⁷⁰ „Schlüssselfertige“ Produkte für die maschinelle Konversion und Hypertextualisierung auf Basis der Dokumentenstruktur sind nach wie vor kaum erhältlich; zu praktischen Erfahrungsberichten aus der Linguistischen Datenverarbeitung siehe z.B. Weber (1993) und Weber/Elis (1998).

dards und Weiterentwicklungen, war auch die Entscheidung für das WWW als Publikationsmedium eine naheliegende Konsequenz.³⁷¹

8.2.3 Eingrenzung der Zielgruppen

Eine verlässliche Eingrenzung der anzusprechenden Zielgruppe erscheint für jedes WIS als unerlässlich, da erst auf dieser Basis ein fachgerechtes Publizieren möglich wird. Falls aufgrund mangelnder Vorbilder eine Auswertung existierender, thematisch einschlägiger Systeme nicht möglich ist, bleibt den künftigen Webautoren oft nur der Rückgriff auf die Erkenntnisse aus anderen inhaltlich verwandten Projekten. Doch auch dies ist in der gängigen Praxis nicht immer die Regel:

Im Internet ist das [finanzielle] Verlustrisiko relativ gering, deshalb scheint es oftmals so als würde ohne Konzept probiert. Echte Zielgruppenkonzepte sind bei weitem nicht die Regel. Das Ergebnis sind unübersichtliche Seiten mit viel unnötigem Informationsballast. (Schierl, 1997, S. 73)

Für das WIS *GRAMMIS* übernehmen traditionelle Print-Grammatiken den Part der auswertbaren Vorbilder. Doch hinsichtlich des tatsächlichen Umfangs der Lesergemeinde dieser bisher in Buchform publizierten Werke gibt es bislang leider kaum empirische Untersuchungen. Zwar kann festgestellt werden, dass für unterschiedliche Zwecke und Anwendungssituationen speziell ausgerichtete Einzelgrammatiken existieren, die auch sehr unterschiedlich verwendet werden.³⁷² Fundierte Analysen zum Leserverhalten oder zur Akzeptanz stehen allerdings noch aus. Umso mehr gilt dies für das verhältnismäßig neue Feld der Vermittlung grammatischen Wissens mittels hypermedialer Informationssysteme, wo mangels verlässlicher Daten letztlich mit noch zu verifizierenden bzw. falsifizierenden Forschungshypothesen gearbeitet werden muss.

³⁷¹ Einen ausführlichen Überblick über die frühen *GRAMMIS*-Entwicklungsphasen sowie eine differenzierte Darstellung der gewonnenen Erfahrungen bietet Storrer (1997a).

³⁷² Das Anwendungsspektrum reicht hier von so genannten „Hausgrammatiken“ wie etwa der Dudengrammatik über Ausgaben für den Fremdsprachunterricht bis hin zu wissenschaftlichen Grammatiken. Auch im computerlinguistischen Bereich spielen Grammatiken als Werkzeuge eine zentrale Rolle, beispielsweise bei der Entwicklung maschineller Übersetzungsprogramme. Zu Sinn und Verwendung grammatischer Beschreibungen vgl. z.B. die einleitenden Überlegungen in Heringer (2001) oder Zifonun et al. (1997).

Unstrittig erscheint nichtsdestotrotz die grundsätzlich hohe Anzahl denkbarer Rezipienteneigenschaften und Benutzungssituationen, was im Idealfall eine entsprechende Mehrfachadressierung des Hypertexts nach sich ziehen sollte.³⁷³

Vor Beginn der praktischen Projektarbeiten an dem auf das Pilotsystem folgenden Online-Informationssystem erschien folglich eine genauere Charakterisierung der anzusprechenden Informationssuchenden und deren Nutzerpräferenzen angebracht. Die im Rahmen der Prototypen-Evaluierung verteilten und anschließend ausgewerteten Fragebögen gaben naturgemäß nur eingeschränkt Aufschluss über die Bandbreite der potenziellen GRAMMIS-Nutzer, da sich die Befragungen seinerzeit auf ein zumindest hinsichtlich der Vorbildung relativ homogenes und eingrenzbare Publikum konzentrierten.³⁷⁴ Einbezogen wurden Lehrende und Lernende der Germanistik, insbesondere aus dem Teilbereich *Deutsch als Fremdsprache (DaF)*, an deutschen Hochschulen. Die Auswertung ergab folgende Aufschlüsse über Benutzungs-Interessen, Anwendungssituationen und Ansprüche an ein grammatisches WIS innerhalb dieser Gruppe:

- 1) Linguistisches Forschungsinteresse: Anwender, die sich eher der wissenschaftlichen Forschungsgemeinde zurechnen lassen, erhoffen sich einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand, theoretische Hintergrundinformationen und Modellvergleiche.
- 2) Unterrichtsvorbereitung: Grammatik-Lehrende möchten bei der Vorbereitung von Kursen auf didaktisch bereits aufgearbeitete Online-Materialien zurückgreifen können.
- 3) Wissensevaluierung: Lehrende sehen in der Möglichkeit zum praktischen Überprüfen und Anwenden des erworbenen Wissens einen Hauptvorteil der hypermedialen Darstellung.
- 4) Individuelle Weiterbildung: Lehrende wie Lerner können sich die Nutzung eines grammatischen WIS zum Selbststudium vorstellen, weniger allerdings zum unmittelbaren Einsatz in Lernkursen.

³⁷³ Vgl. hierzu z.B. Helbig (1992), Helbig (1993), Hoffmann (1992), Weydt (1993) sowie Zifonun (1985).

³⁷⁴ Ähnliches gilt für eine neuere Nutzerumfrage zu *ProGr@mm*; vgl. hierzu Schwinn (2003b).

- 5) Grammatik als notwendige Voraussetzung für die Sprachkompetenz: Nicht-Muttersprachler haben ein größeres Bedürfnis nach detaillierten Bedeutungsbeschreibungen und konkreter syntaktischer Hilfestellung als Muttersprachler.

Diese Auflistung zeigt, dass ganz unbestreitbar eine erkennbare Nachfrage nach grammatischem Wissen existiert. Nichtsdestotrotz stellt sich weiterhin die Frage, wie die kodifizierten Informationen effizient vermittelt werden können. Um sich einen weitergehenden Überblick über die Profile und Informationsbedürfnisse linguistisch/grammatisch Interessierter zu verschaffen, erscheint ein Rückgriff auf die Erfahrungen bestehender, einschlägiger Beratungsangebote lohnenswert. Bekannt sind in diesem Zusammenhang etwa das grammatische Telefon der RWTH Aachen, das grammatische Telefon der Universität Potsdam³⁷⁵ oder auch der Sprachberatungsdienst der *Gesellschaft für deutsche Sprache (GfdS)* in Wiesbaden. Letzterer wird bereits seit mehreren Jahrzehnten in telefonischer und schriftlicher Form angeboten. Eine neuere Auswertung der schriftlichen GfdS-Anfragen liegt für den Zeitraum von 1985 bis 1994 vor; insgesamt wurden ca. 4.000 schriftliche Kontakte berücksichtigt.³⁷⁶

Die gewonnenen Zahlen belegen, neben einer klaren Dominanz männlicher Fragesteller gegenüber weiblichen Interessenten, einen ebenfalls deutlichen Vorsprung privater Anfragen gegenüber Briefen von Firmen, Behörden oder Universitäten. Allerdings liegt der Anteil der Anfragen aus dem Berufsalltag beim telefonischen Beratungsdienst wesentlich höher als bei seiner schriftlichen Variante. Dies deutet darauf hin, dass akute Fragestellungen eher mittels eines Kommunikationsmediums mit Live-Charakter gelöst werden. Ein rund um die Uhr erreichbares, interaktives Online-Informationssystem dürfte also in solchen Fällen ebenfalls recht attraktiv sein. Interessant erscheint auch die geografische Verteilung. Mehr als 90 Prozent der Informationssuchenden kamen aus dem Inland, nahezu die Hälfte der restlichen Kontakte gingen in das deutschsprachige Ausland. Offensichtlich ist also die Attraktivität der schriftlichen GfdS-Sprachberatung für den DaF-Bereich in nicht-deutschsprachigen Ländern eher gering, oder aber es fehlt ganz einfach das Wissen über dieses

³⁷⁵ Das „grammatische Telefon“ aus Aachen ist mittlerweile auch im WWW unter <http://www.grammatisches-telefon.de> präsent; vgl. weiterhin Biere/Hoberg (1995).

³⁷⁶ Vgl. hierzu Wiechers (1996). Die Homepage der GfdS findet sich unter <http://www.gfds.de>.

Angebot.³⁷⁷ Gerade hier könnte eine Präsenz im weltumspannenden WWW zusätzliche Interessentengruppen finden und ansprechen. Hinsichtlich des Bildungsgrads zeigt die Auswertung eine überproportionale Vertretung akademischer Abschlüsse und Berufe. Stark vertreten sind weiterhin Studierende sowie Berufsgruppen wie Journalisten und Übersetzer, die sich schon von Berufs wegen intensiv mit Sprache auseinandersetzen. Hier besteht also offensichtlich ein kontinuierlicher Bedarf an grammatikalischer Hilfestellung.

Neben soziologischen Daten gibt die GfdS-Untersuchung Aufschluss über das Themenspektrum, für das sich die Informationssuchenden interessieren. Mehr als 40 Prozent der Anfragen waren lexikalischer Natur, bezogen sich also auf den Wortschatz, aber auch auf Semantik, Stilistik, Idiomatik oder Pragmatik. In diesem Zusammenhang sind weiterhin die zahlreichen sprachkritischen Zuschriften erwähnenswert, die auf einen gewissen Bedarf nach einer öffentlichen Diskussion um den sich ändernden Sprachgebrauch hindeuten. Mit einem knappen Viertel aller Zuschriften stellten die Anfragen zum Regelwerk eine weitere zahlenmäßig starke Gruppe. Hier lagen die Schwerpunkte in den Bereichen Orthografie, Syntax – insbesondere Rektion, Kongruenz und Deklination – und Flexion, gefolgt von Graphematik, Morphologie, Interpunktion und Aussprache. Im Vergleich zu den beiden bisher genannten Hauptkategorien „Lexikon“ und „Regelwerk“ rangieren Bitten um Literatúrauskünfte oder Zitatnachweise absolut gesehen zwar auf den hinteren Rängen, erfreuen sich aber insbesondere bei Studierenden hoher Beliebtheit.³⁷⁸

Welche Auswirkungen haben die vorstehend wiedergegebenen Zahlen nun für die Konzeption des Informationssystems GRAMMIS? Bei aller gebotenen Vorsicht hinsichtlich der Repräsentativität der ausgewerteten Anfragen für ein speziell grammatisch ausgerichtetes Online-Angebot erscheinen dennoch einige begründete Rückschlüsse erlaubt. Betrachtet man die Verteilung der Anfragen zum Regelwerk, so lassen sich gewisse thematische Schwerpunkte identifizieren. Diese sollten nach Möglichkeit in die weitere inhaltliche Planung einbezogen werden. Die Art der protokollierten Anfragen geben über-

³⁷⁷ Für letztere Erklärung spricht die Tatsache, dass für die Förderung des Deutschunterrichts im Ausland eher andere Institutionen wie beispielsweise der DAAD oder die Goethe-Institute zuständig sind.

³⁷⁸ Der Großteil der in der obigen Zusammenfassung nicht erwähnten Zuschriften bezog sich auf GfdS-spezifische Angebote wie etwa Namengutachten oder Auskünfte über die eigene Institution.

dies Anhaltspunkte bezüglich des in einem Hypertextsystem anzubietenden Zugriffs auf einzelne Informationseinheiten. Die Mehrzahl der Informationssuchenden eröffneten ihre Anliegen mit „Wie-“ und „Kann-“Fragen, also z.B. „Wie schreibt man ...?“ bzw. „Kann man das so schreiben?“. Dies weist darauf hin, dass grammatische Fragestellungen, zumindest bei Nicht-Linguisten, zumeist in einer konkreten Problem- bzw. Konfliktsituation von Bedeutung sind. *GRAMMIS*-Autoren können auf diesen Umstand mit entsprechend aufgebauten Informationseinheiten reagieren, die einleitende praktische Beispiele enthalten und davon ausgehend zu vertiefenden Thematisierungen vordringen. Weiterhin sollte ein eigenständiger Zugangsweg konzipiert werden, der ausgehend von konkreten Beispielfällen zum eigentlichen Regelwerk verzweigt.³⁷⁹ Als Bestätigung der Annahmen hinsichtlich der prinzipiellen Eignung grammatischer Inhalte für ein Hypermediasystem kann die Tatsache angesehen werden, dass sich die allermeisten erfassten Ratsuchenden punktuell zu einem Einzelproblem informieren wollten. Dies entspricht der in Hoffmann (1992) und Zifonun (1985) dargelegten Auffassung, dass auch Grammatiken nur selten vollständig gelesen, sondern eher gezielt bei konkreten Fragestellungen herangezogen werden. Ein grammatisches WIS mit leistungsfähigen Zugriffsoptionen sollte demnach diesen Bedürfnissen entgegenkommen.

Neben der aus inhaltlichen, strukturellen oder auch didaktischen Gründen notwendigen Eingrenzung der anzusprechenden Zielgruppe(n) ist für ein WIS wie *GRAMMIS* ein Mechanismus zum Speichern individueller Rezipientenmerkmale wünschenswert. Auf dieser Grundlage lassen sich passende Informationseinheiten gezielt zusammenstellen und aufbereiten. Wie bereits in Abschnitt 2.2.4 ausgeführt, existieren hier mehrere mögliche Vorgehensweisen.

GRAMMIS unterstützt das serverseitige Speichern von Anwenderprofilen und den Rückgriff auf diese Daten bei der Präsentation von Inhaltsknoten sowie bei der automatischen Ausarbeitung sinnvoller Navigationsempfehlungen. Um den Informationssuchenden nicht mit zuviel Detailereinstellungen zu belasten, wurde ein übersichtliches Repertoire speicherungswürdiger Benutzerpräferenzen zusammengestellt. Für jede Eigenschaft existiert eine Standardeinstellung, die zum Zuge kommt, solange der Anwender nichts anderes spezifiziert. Die verwendeten Rezipientenmerkmale decken folgende Bereiche ab:

³⁷⁹ Ein solcher Zugriffsweg wurde in *GRAMMIS* über die lexikalischen Wörterbücher realisiert; vgl. Abschnitt 8.4.3.

- 1) Vorkenntnisse, Wissensstand
- 2) Erwartungshaltung, Zielsetzung
- 3) Bevorzugte Zugangswege
- 4) Adäquate Darstellungsform

Zusätzlich kommen automatisch gesammelte Daten zum Einsatz, z.B. durch eine Protokollierung der von einem Anwender besuchten Informationsknoten. Allerdings kann diese Vorgehensweise, und als Folge davon natürlich auch die benutzeradaptive Informationsaufbereitung, nur dann funktionieren, wenn der einzelne Anwender eindeutig identifizierbar ist. Hierzu muss er sich vor dem Zugriff auf die Inhalte beim Informationssystem anmelden, andernfalls erhält er eine standardisierte Ansicht.³⁸⁰

8.3 Die Systemarchitektur

Das Online-Informationssystem *GRAMMIS* besteht aus vier konstituierenden Komponenten, deren Zusammenspiel in Abbildung 19 skizziert wird.³⁸¹ An dieser Stelle sollen diese Komponenten inhaltlich kurz eingeführt werden. Eine ausführlichere Vorstellung, die auch auf die praktische Realisierung eingeht, folgt danach in separaten Abschnitten.

Das zentrale Herzstück des Gesamtsystems ist die „Systematische Grammatik“. Diese Komponente vermittelt grammatisches Grundwissen, welches in Form hypertextuell miteinander vernetzter und multimedial angereicherter Informationseinheiten vorliegt. Gemäß des Anspruchs, das Wissen in angemessener Form für unterschiedliche Benutzungssituationen anzubieten,³⁸² werden in der systematischen Grammatik drei gestaffelte Informationsniveaus unterschieden: Die zur „Kompaktebene“ gehörenden Hyperdokumente führen den

³⁸⁰ Über die Details der Personalisierungs-Funktionalität, d.h. wo individuelle Nutzeigenschaften abgefragt bzw. notiert und wie sie bei der späteren Informationspräsentation einbezogen werden, informiert Abschnitt 8.9. Eine genaue Darstellung des Aufbaus der *GRAMMIS*-Nutzerprofile bietet Abschnitt 8.9.2.

³⁸¹ Eine Einführung in die aktuelle *GRAMMIS*-Konzeption aus Autorensicht findet sich in Breindl et al. (2000).

³⁸² Siehe hierzu auch Abschnitt 2.2.1.

Rezipienten kurz und knapp in die thematisierte Problemstellung ein. Auf der „Detailebene“, die im Übrigen als Standardeinstieg für die meisten Benutzungssituationen vorgesehen ist, werden die gleichen Inhalte ausführlicher dargestellt und um Beispiele sowie andere multimediale Bausteine angereichert. Eine „Vertiefungsebene“ schließlich bietet punktuell zu ausgewählten Problemstellungen vertiefendes Hintergrundwissen für Experten an.

Diese Dreiteilung des Informationsangebots beruht einerseits auf einer Auswertung der Fragebögen zu den *GRAMMIS*-Prototypen, sowie andererseits auf den Rückmeldungen, die einzelne Autoren im Anschluss an die Vorstellung des Informationssystems im Rahmen von Lehrveranstaltungen und Fachtagungen von Anwendern erhielten. Dabei wurde deutlich, dass neben einem thematisch angemessenen und ausführlichen Zugang – d.h. der Detailebene – gerade fachlich unerfahrene Nutzer eine möglichst allgemein verständliche, grobkörnige Übersicht für die einführende Orientierung begrüßen. Weiterhin stellte sich heraus, dass eine Reihe von Nutzern, auch wenn sie teilweise bestens mit den einzelnen Thematiken vertraut sind, die Behandlung theoretischer Sonderfälle und exemplarischer Vertiefungen nicht unmittelbar eingebettet in den fachlichen Diskurs wünschen, sondern die Form von bei Bedarf einblendbaren Zusatzangeboten bevorzugen. Ergänzend zur daraus resultierenden dreistufigen Staffelung lassen sich sämtliche Inhalte der systematischen Grammatik benutzeradaptiv aufbereiten, d.h. einzelne Segmente der Hyperdokumente können zur Laufzeit aus- bzw. eingeblendet oder auch in variabler Anordnung zusammengestellt werden.

Weiterhin zentrale Bestandteile von *GRAMMIS* sind die terminologischen und lexikalischen Wörterbücher sowie eine bibliografische Datenbank. Letztere beinhaltet Bibliografien und Belegsammlungen zur deutschen Sprache, deren Schwerpunkte im Bereich Grammatik liegen. Die einzelnen Datensätze dieses Literaturarchivs sind detailliert verschlagwortet und mittels einer umfangreich konfigurierbaren Abfragemaske durchsuchbar. Ergänzend dazu existieren eine Vielzahl von Verknüpfungen zwischen den Inhalten der systematischen Grammatik und der Literaturdatenbank, d.h. aus Kompakt-, Detail- oder Vertiefungseinheiten heraus kann auf relevante Fachliteratur verwiesen werden. Analog ist die Anbindung der Wörterbücher gestaltet: Sowohl das terminologische Wörterbuch, das kurze und prägnante Erklärungen zu grammatischen Termini bereitstellt, wie auch die lexikalischen Wörterbücher – hierzu zählen verschiedene grammatische und ein orthografisches Nachschlagewerk – lassen sich aus der systematischen Grammatik heraus gezielt konsultieren. Wörter-

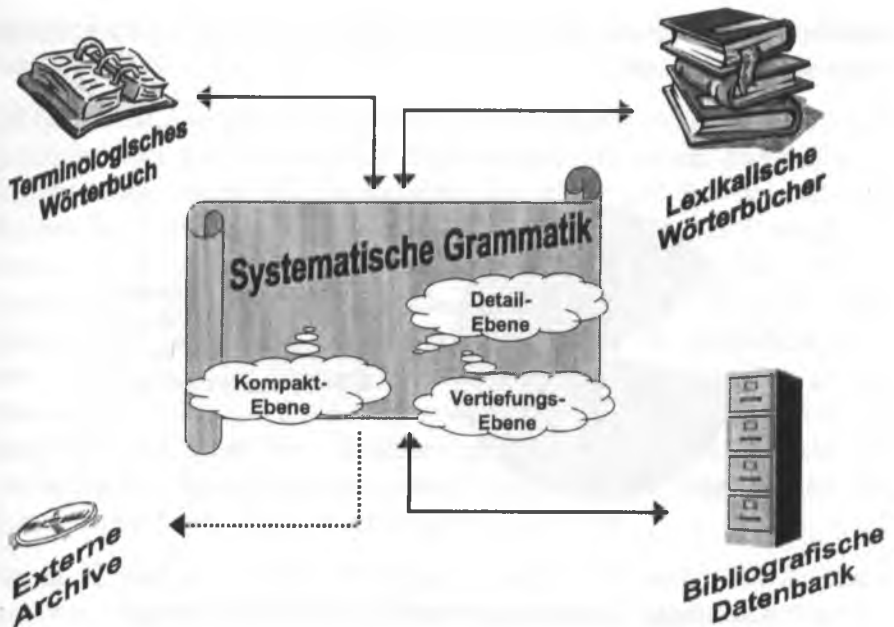


Abbildung 19: Die GRAMMIS-Komponenten

bucheinträge werden dann vermittels öffnender Hyperlinks standardmäßig in einem zusätzlichen Unterfenster eingeblendet, um den Lesefluss im Hauptfenster nicht zu unterbrechen.

Anzumerken bleibt, dass die Anbindung der Wörterbücher keine Einbahnstraßenlösung ist, sondern dass selbstverständlich auch Navigationsangebote von diesen Datensammlungen zur Zentralkomponente hin existieren. Bei einem Ersteinstieg über die Wörterbücher können folglich Hyperlinks³⁸³ genutzt werden, die von einem Wörterbucheintrag zum korrespondierenden Hyperdokument in der systematischen Grammatik führen. Auch zwischen den einzelnen Wörterbüchern sieht die GRAMMIS-Systemstruktur hypertextuelle Verknüpfungen vor. Dadurch kann ein Anwender, der beispielsweise gerade im Konnektoren-Wörterbuch recherchiert, per Mausklick eine passende terminologische Kurzdefinition aufrufen oder aber sich eine Liste der im Zu-

³⁸³ In diesen Fällen handelt es sich aus Gründen der Benutzerführung um substituierende Hyperlinks.

sammenhang mit dem aktuell besuchten Eintrag einschlägigen Fachliteratur zusammenstellen lassen.

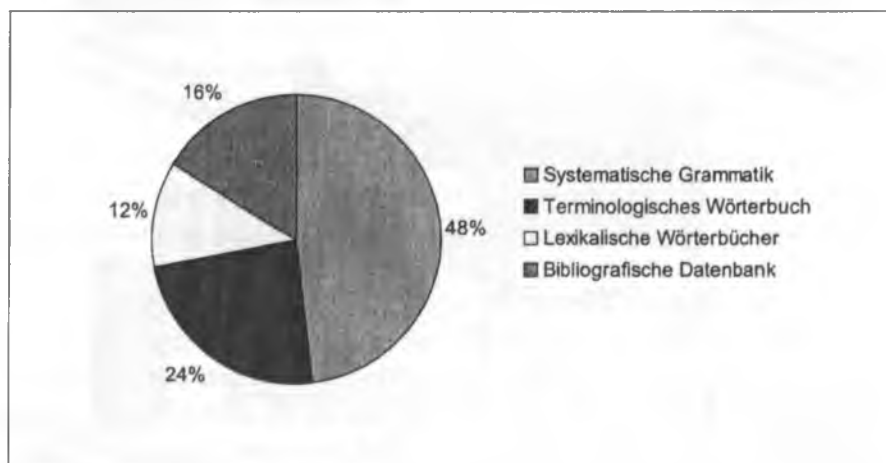


Abbildung 20: Benutzung der Einzelkomponenten für Ersteinstieg

Hinsichtlich der angebotenen Einzelkomponenten erscheint eine Untersuchung der tatsächlichen Nutzerpräferenzen interessant und naheliegend. Eine Analyse der Zugriffsprotokolle, Anfang des Jahres 2002 auf Grundlage der seinerzeit ca. 1800 registrierten *GRAMMIS*-Nutzer durchgeführt und in Abbildung 20 dokumentiert, erbrachte ein aufschlussreiches Ergebnis: Beinahe die Hälfte (48%) aller Einstiege in das System erfolgten über das hierarchische Menü der systematischen Grammatik. Offensichtlich bevorzugt die Mehrzahl der Informationssuchenden einen ersten Zugriff über vertraute, den Inhaltsverzeichnissen traditioneller Bücher ähnelnde Strukturen.³⁸⁴ Dies bedeutet nicht, dass die hypertextuellen Angebote nicht genutzt würden: Anschließend an diesen Ersteinstieg ist eine verstärkte Tendenz zur Verwendung der integrierten Hyperlinks zu anderen Informationseinheiten aller Komponenten zu beobachten; die Informationssuchenden wechseln also im Verlauf einer Sitzung ihre Strategie.³⁸⁵ An zweiter Stelle der präferierten Einstiegs-Komponenten liegt das

³⁸⁴ Siehe hierzu auch die empirische Studie von Gray/Shasha (1989) sowie Kuhlen (1991, S. 203ff.).

³⁸⁵ Dies entspricht auch der Auswertung mehrerer Studien über Hypertextnutzung in Kuhlen (1991, S. 209).

terminologische Wörterbuch (24%), gefolgt von der bibliografischen Datenbank (16%) und den lexikalischen Wörterbüchern (12%).

GRAMMIS ist als offenes und vielseitig erweiterbares WIS konzipiert. Folgerichtig lassen sich recht einfach Schnittstellen zu externen elektronischen Informationssystemen und Datensammlungen einrichten. Als Beispiel hierfür kann die Anbindung des Korpusrecherchesystems COSMAS³⁸⁶ aufgeführt werden, die für die Zukunft eingeplant ist und den GRAMMIS-Nutzern eine bequeme Recherche nach textuellen Belegen für grammatikalische Phänomene gestatten soll. Eine solche Einbindung ist sowohl auf der Datenebene, etwa unter Verwendung der Datenbanksprache SQL, oder aber lediglich auf der Präsentationsebene, also durch das direkte Einfügen entsprechender Verknüpfungselemente, umsetzbar. Ähnliches gilt im Übrigen für eine zukünftige Anbindung von Tondokumenten aus dem IDS-Spracharchiv oder auch für eine Vernetzung mit institutsfremden Ressourcen im WWW.

Das in Abbildung 21 dargestellte Systemmodell verdeutlicht die Architektur von GRAMMIS aus technischer Perspektive und gibt Aufschluss über den typischen Workflow der Inhalte.³⁸⁷ Den Ausgangspunkt für alle nachfolgenden Systembausteine und Aktivitäten bilden dabei die Autorenarbeitsplätze, d.h. Rechnersysteme („Clients“) mit der für die Erstellung und Modifikation multimedialer Informationseinheiten benötigten Hard- und Software. Hierzu gehören etwa ein XML-Editor als primäres „Schreibwerkzeug“ sowie Bearbeitungsprogramme für Grafiken, Audiomaterial, Animationen und Videos. Da sowohl der Autoren- wie auch der Lesierzugriff auf GRAMMIS-Inhalte webbasiert gestaltet ist, führt darüber hinaus um einen aktuellen WWW-Browser kein Weg herum. Für den Arbeitsalltag der Autoren sind zusammenfassend zwei parallele Vorgehensweisen charakteristisch:

- 1) Inhalte, für deren Bearbeitung spezielle Werkzeuge notwendig sind (z.B. XML-Dokumente), werden lokal auf den Client-Systemen erstellt und anschließend via Web-Browser auf den Server transportiert („eingescheckt“).

³⁸⁶ COSMAS (*Corpus Storage, Maintenance, and Access System*) verwaltet die IDS-Textkorpora mit einem Gesamtumfang von mehr als einer Milliarde Textwörtern. Neben Zeitungstexten werden vielfältige deutschsprachige Dokumente aus Belletristik und Forschung gespeichert und recherchierbar gemacht. Für weitere Informationen siehe <http://www.ids-mannheim.de/cosmas2/>.

³⁸⁷ Zum Dokumenten-Lebenszyklus siehe auch Abschnitt 3.2.

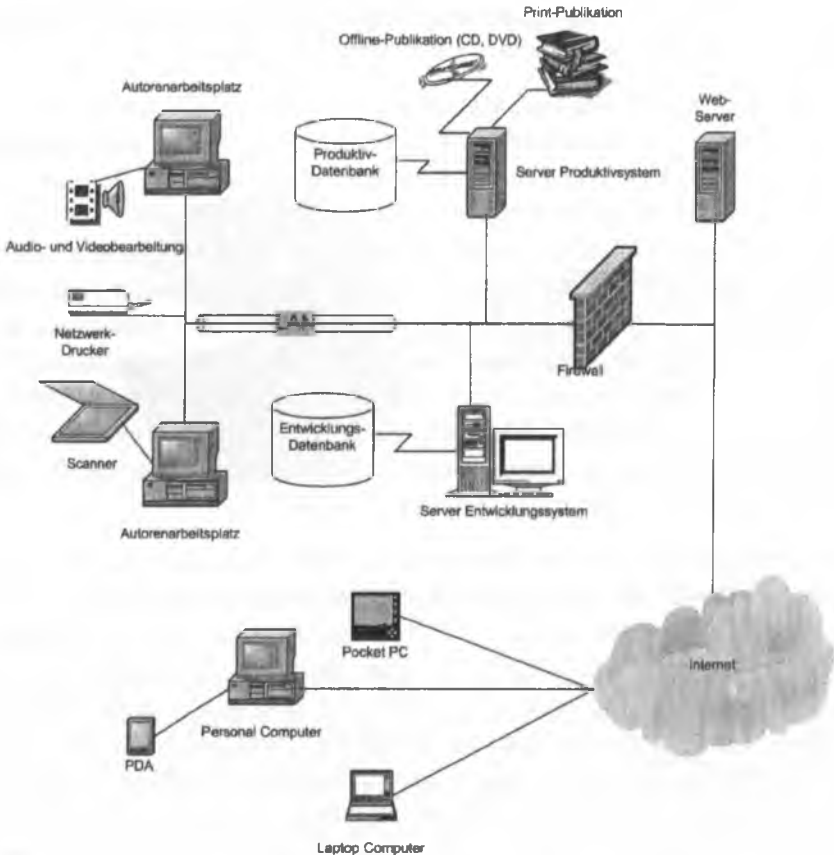


Abbildung 21: Die GRAMMIS-Systemarchitektur

Bei Änderungsbedarf lassen sie sich auf dem gleichen Wege wieder auschecken, modifizieren und zurückspielen. Die Anreicherung um Meta-Informationen wie z.B. Schlagworte geschieht direkt im Browser unter Verwendung von HTML-Formularen.

- 2) Rein textuelle und weniger komplex strukturierte Inhalte wie z.B. Wörterbuch- oder Bibliografie-Einträge werden gar nicht erst auf dem Client gespeichert, sondern residieren ausschließlich in Datenbanktabellen auf dem Entwicklungsserver. Sie lassen sich durch das Ausfüllen von maßgeschneiderten Formularen im Browser anlegen und modifizieren. Optional ist für die Zukunft eine Strukturierung der Inhalte mit Hilfe von XML geplant, nicht zuletzt um Offline-Bearbeitungssituationen zu unterstützen.

Kernidee der GRAMMIS-Systemarchitektur ist neben dem oben skizzierten Client-Server-Ansatz die strikte Trennung zwischen einem lediglich im lokalen Computernetz (*Local Area Network* oder kurz *LAN*) erreichbaren Entwicklungsserver sowie einem Produktivsystem für den unbeschränkten, weltweiten Internet-Zugriff. Der Entwicklungsserver dient als Basis für die fortlaufende Arbeit der GRAMMIS-Autoren, d.h. auf ihm werden die multimedialen Informationseinheiten aller GRAMMIS-Komponenten zentral abgelegt und zu Modifikationszwecken wieder aufgerufen. Nur für wenige Inhalte wird, um den Bedürfnissen dateibasierter Bearbeitungssoftware entgegenzukommen, bei der Speicherung unmittelbar auf das Dateisystem zurückgegriffen. Dazu zählen etwa Grafiken oder Animationen, die als Java-Applets oder Flash-Applikationen realisiert wurden. Den Großteil der Inhalte verwaltet dagegen ein relationales Datenbankmanagementsystem (RDBMS),³⁸⁸ das nicht nur hinsichtlich Stabilität und Datensicherheit Vorteile gegenüber einer rein dateibasierten Lösung aufweist, sondern auch den geordneten Mehrbenutzer-Zugriff ermöglicht sowie programmierte Verwaltungsaufgaben übernimmt.³⁸⁹

Zu diesen Aufgaben zählen beispielsweise das automatische Überprüfen der eingeeckten Inhalte auf Konsistenz: Ein Datenbank-interner XML-Parser validiert XML-Dokumente, die für die „Systematische Grammatik“ erstellt wurden. Eingebettete Hyperlinks werden bezüglich der Gültigkeit des Verweisziels getestet und anschließend in einer separaten Link-Datenbank abgelegt. Datenbank-Trigger³⁹⁰ und speziell programmierte Prozeduren übernehmen die Analyse von Wörterbuch- und Bibliografie-Inhalten und warnen vor unvollständigen oder doppelten Einträgen. Weiterhin erledigt das DBMS im Hintergrund das regelmäßige Erstellen von Sicherungen, d.h. den kompletten Export der Daten auf Tertiärspeicher (CD-ROM oder Bandlaufwerk). Um den Web-basierten Autorenzugriff zu ermöglichen, läuft auf dem Entwicklungssystem zusätzlich zum DBMS ein eigener Web-Server.

³⁸⁸ Derzeit wird das objekt-relationale DBMS *Oracle9i* eingesetzt; die internen Verwaltungsprozeduren sind in der Programmiersprache PL/SQL geschrieben.

³⁸⁹ Zu den Vorteilen der Speicherung von Informationseinheiten in einem DBMS siehe Abschnitt 7.3.

³⁹⁰ D.h. Skripte, die beim Ausführen einer bestimmten Aktion – etwa beim Einfügen neuer Datensätze in eine Tabelle – automatisch aktiviert werden.

Informationseinheiten, die von ihrem Autor für den uneingeschränkten Lesezugriff freigegeben wurden, überträgt ein Replikationsmechanismus in festgelegten Intervallen auf das Produktivsystem. Statische Dateien werden dort in den entsprechenden Verzeichnissen abgelegt, Datenbankinhalte in die Produktivdatenbank kopiert. Das Produktivsystem ist an einen öffentlichen Web-Server gekoppelt, der sämtliche Inhalte im WWW zur Verfügung stellt. *GRAMMIS*-Anwender können also zur Abfrage der Informationseinheiten einen beliebigen Web-Browser verwenden; XML-Daten werden auf dem Server mittels XSLT zur Abfragezeit („on the fly“) nach HTML konvertiert. Ebenfalls möglich ist eine Transformation in Zielformate für andere Plattformen und Zugriffsprogramme, etwa in die von WAP-Handys und Minicomputern interpretierbare *Wireless Markup Language (WML)* oder in die zur Sprachsynthese verwendete Sprache VoiceXML.³⁹¹

Transformationen³⁹² kommen nicht nur beim Online-Zugriff auf *GRAMMIS*-Inhalte zum Einsatz. Eine wesentliche Zielsetzung bei der Konzeption des Systems war die Ermöglichung des Publizierens für eine breite Palette verschiedenartiger Ausgabemedien („Medienübergreifendes Publizieren“).³⁹³ Exemplarisch können hier elektronische Offline-Formate genannt werden, also beispielsweise CD-ROMs oder elektronische Bücher, so genannte E-Books. Auch die traditionelle Print-Publikation wird unterstützt. Ein in die Datenbank integrierter XSLT-Prozessor sorgt unter Verwendung von entsprechenden Style-sheets für die automatische Umwandlung in das gewünschte Zielformat, allerdings natürlich mit den jeweiligen Einschränkungen bezüglich der hypertextuellen Verknüpfungsoptionen. Regelmäßig werden auf diese Weise medientypische Varianten aller *GRAMMIS*-Informationseinheiten erstellt, und zwar in den Formaten HTML, PDF sowie \LaTeX .

³⁹¹ Zur medienunabhängigen Präsentation von Inhalten siehe auch Abschnitt 4.3.2.

³⁹² Transformationen, speziell von XML-Inhalten, behandelt Abschnitt 4.5.3.

³⁹³ Zum medienübergreifenden Publizieren als Motivation bei der Konzeption von Informationssystemen siehe Abschnitt 2.1.3.

8.4 Die Hypertextbasis

Die vielfältigen in der *GRAMMIS*-Hypertextbasis versammelten Informationseinheiten lassen sich aus Anwenderperspektive in verschiedene funktionale bzw. thematische Gruppen einteilen. Sie erfüllen ihre Aufgabe der Wissensvermittlung in unterschiedlichen Situationen und sollten deshalb, wie bereits mehrfach angesprochen, über angemessene, angepasste Zugangswege erreichbar sein. Folgerichtig erschien bereits in der Phase des Systemdesigns eine logische und physikalische Trennung der Datenhaltung als angebracht. Die aus dieser Trennung resultierenden *GRAMMIS*-Einzelkomponenten wurden vorstehend bereits eingeführt. Die folgenden Abschnitte beschreiben diese Komponenten nun detaillierter aus primär informationstechnologischer Sicht. Dabei wird auch auf das für *GRAMMIS* entwickelte Konzept des datenbankbasierten Umgangs mit Hyperlinks eingegangen.

8.4.1 Die systematische Grammatik

Die für die systematische Grammatik erstellten Informationseinheiten sollen in ihrer Gesamtheit ein sowohl für Laien wie auch für Fortgeschrittene verständliches grammatisches Grundwissen vermitteln. Es gilt also, die fachlichen Informationen in unterschiedlichen Abstraktionsgraden im System vorzuhalten. Bei der konkreten inhaltlichen Ausgestaltung lassen sich in diesem Zusammenhang drei Perspektiven unterscheiden, welche weitestgehend durchgängig berücksichtigt und eingearbeitet werden. Dazu zählt eine syntaktische oder auch formale Perspektive, die traditionell in vielen Grammatiken vorherrschend ist und die neben Ausdruckskategorien und -formen auch syntagmatische und paradigmatische Beziehungen sowie syntaktische Funktionen beschreibt. Weiterhin wird eine semantische Perspektive einbezogen, die im Gegensatz zum rein syntaktischen Ansatz nicht von einem sprachlichen Ausdruck ausgeht, sondern in erster Linie die Funktionen betrachtet, die ein solcher Ausdruck übernehmen kann. Eine kommunikative Perspektive wird in den Fällen eingenommen, in denen die verschiedenen sprachlichen Mittel herausgestellt werden sollen, mit denen sich die kommunikative Funktion einer Sprachäußerung anzeigen lässt.

Dieser ambitionierte Anspruch bedeutet allerdings nicht, dass den Rezipienten zur Zugriffszeit ein Konglomerat aus Informationen unterschiedlichen An-

spruchsgrads und perspektivischer Ausrichtung präsentiert wird, aus dem dann jeder Einzelne die für ihn relevanten Sektionen eigenhändig auswählen muss. Gerade in diesem Punkt sollen vielmehr die Möglichkeiten eines benutzeraadaptiven Hypermediasystems³⁹⁴ ausgenutzt und die Vorteile gegenüber einer statischen Publikationsform nach Kräften ausgespielt werden. Statt des bislang so weit verbreiteten „One view fits all“-Konzepts geht es also eher um ein „One source fits all“. Das hat die Konsequenz, dass die in der Hypertextbasis kodifizierten Inhalte um strukturelle und semantische Auszeichnungen anzureichern sind, die bei der späteren automatisierten Generierung einer Benutzersicht ausgewertet werden und bestimmen, welche Bestandteile einer Informationseinheit in der jeweiligen Benutzungssituation angezeigt werden sollen. Auch die Art und Weise der Visualisierung wird dadurch determiniert, also beispielsweise Parameter wie Schriftart, -größe und -farbe oder die Positionierung im Browserfenster.

Informationseinheiten der systematischen Grammatik sind durchgehend unter Verwendung einer einheitlichen XML-Syntax strukturiert. Da sich im Autorenteam rasch die Einsicht durchsetzte, dass sich das spezifische Anwendungsgebiet – die Auszeichnung hypermedialer linguistischer bzw. grammatischer Inhalte für die plattformunabhängige Wissensvermittlung – in mancherlei Hinsicht von anderen Publikationskontexten unterscheidet,³⁹⁵ kam keine der bereits einschlägigen standardisierten „Mehrzweck“-DTDs wie z.B. *DocBook*³⁹⁶ zum Einsatz. Stattdessen erblickte mit *GrammisML* eine neue Auszeichnungssprache des Licht der Welt, die gezielt für die Strukturierung sprachwissenschaftlicher Informationseinheiten konzipiert wurde. Die *GrammisML*-DTD ist, wie naturgemäß alle XML-Anwendungen, durch Hinzufügen zusätzlicher Module erweiterbar und dadurch prinzipiell auch für Publikationsprojekte mit partiell anderer Ausrichtung interessant.

³⁹⁴ Zum Wesen der Benutzeradaptivität im WWW siehe Abschnitt 2.2.

³⁹⁵ Etwa durch das Vorhaben, Sprachbeispiele oder Merkmale der gesprochenen Sprache wie z.B. Intonation gezielt markieren zu können; weiterhin durch die Notwendigkeit einer aussagekräftigen Verlinkung von Textsegmenten mit anderen GRAMMIS-Komponenten wie z.B. den Wörterbüchern oder der bibliografischen Datensammlung. Die nachfolgende Document Type Definition für *GrammisML* dokumentiert diese Funktionalitäten.

³⁹⁶ Vgl. hierzu Abschnitt 4.5.4.

Die Document Type Definition für *GrammisML*

Im Rahmen der Vorarbeiten zur Definition der *GrammisML*-DTD³⁹⁷ galt es, die Bedürfnisse und Anforderungen der späteren *GRAMMIS*-Autoren an eine einheitliche Dokumentenklasse möglichst exakt zu analysieren und in die Spezifikation einfließen zu lassen. Dabei stellte sich heraus, dass einerseits eine Reihe von Strukturierungs- bzw. Auszeichnungsmöglichkeiten als wünschenswert erachtet wurden, die auch in den meisten anderen bekannten Print- und Online-Schreibumgebungen gängig sind. Hierzu zählen insbesondere Gliederungselemente (Textblöcke) wie Überschriften oder Absätze. Andererseits war von Anfang an ein Bedarf an zusätzlichen Elementtypen erkennbar, mit deren Hilfe sich sowohl linguistische Phänomene – etwa Betonungsangaben – wie auch *GRAMMIS*-spezifische Textsegment-Eigenschaften und Weiterverarbeitungsoptionen markieren lassen. Die Benennung orientierte sich gemäß der Idee vom „Generic Markup“ vorzugsweise am Inhalt des Bezeichneten, d.h. es wurden „sprechende“ Elementnamen gewählt, die etwas über die Art des Elementinhalts aussagen.

Aus pragmatischen Gründen fanden vereinzelt auch eher layoutorientierte Definitionen Eingang in die DTD, wenn es für eine erwünschte Differenzierung keine originär inhaltliche Grundlage gab. In diese Kategorie fallen neben Aufzählungslisten und Tabellenkonstrukten insbesondere die Elementtypen „hoch“, „tief“ und „umbruch“ sowie verschiedene Attribute anderer XML-Elementtypen.

Um die Leistungsfähigkeit und Flexibilität des gewählten Ansatzes³⁹⁸ zu demonstrieren, und um ein Verständnis der im weiteren Verlauf dieser Arbeit beschriebenen Transformationen im Zusammenhang mit der Generierung adaptiver Zugriffs-Ansichten zu ermöglichen, darf an dieser Stelle eine Beschreibung der erstellten Document Type Definition nicht fehlen. Nachfolgend werden die einzelnen Elementtypen für die *GRAMMIS*-Komponente „systematische Grammatik“ dokumentiert und erläutert. Den Anfang machen dabei die grundlegenden Gliederungselemente von *GrammisML*, die das strukturelle Gefüge aller Dokumente in der systematischen Grammatik definieren.

³⁹⁷ Zur Funktion einer *Document Type Definition (DTD)* für XML-Dokumente siehe u.a. Abschnitt 4.5.1.

³⁹⁸ Oder, wie in Abschnitt 7.2.2 ausgedrückt, der hypertextuellen Mikrostruktur.

```

<!--===== Grundstruktur =====>
<!ELEMENT dokument (titel, absatz*)>

<!--===== Titel =====>
<!ELEMENT titel (#PCDATA|hoch|tief|umbruch)*>

<!--===== Untertitel =====>
<!ELEMENT utitel (#PCDATA|hoch|tief|umbruch)*>

<!ATTLIST utitel
id CDATA #IMPLIED
typ (1|2|3) #REQUIRED>

<!--===== Absaetze =====>
<!ELEMENT absatz (#PCDATA|applet|beispiel|
betonung|bild|glossar|hervor|
hoch|kasten|liste|literatur|
litsuche|tab|tief|ton|umbruch|
utitel|verweis|wortform|zitat)*>

<!ATTLIST absatz
id CDATA #IMPLIED
typ (normal|beispiel|definition|
merk|versteckt|nichtlinguist) "normal"
ausrichtung (left|right|center) "left"
links CDATA #IMPLIED
rechts CDATA #IMPLIED
kurztext CDATA #IMPLIED
perspektive (syntaktisch|semantisch|
kommunikativ) #IMPLIED>

```

Jede Dokumenteninstanz der systematischen Grammatik („dokument“) besteht demnach zwingend aus genau einem Titel („titel“) und daran anschließend beliebig vielen Absätzen („absatz“). Ein Titel ist eine variable Kombination aus Fließtext (PCDATA) sowie den untergeordneten Elementtypen „hoch“, „tief“ und „umbruch“. Ein Absatz beinhaltet neben dem Fließtext optional eine ganze Palette zusätzlicher Elementtypen, darunter z.B. einen Untertitel („utitel“), in ebenfalls frei wählbarer Anordnung.

Vor einer Beschreibung der untergeordneten Elementtypen erscheinen einige kurze Erklärungen zu Bedeutung und Funktion der Element-Attribute angebracht. Hierzu ist Folgendes anzumerken: Bei der Dokumentation einzelner

Attributwerte wird verschiedentlich deren exemplarische Visualisierung zur Zugriffszeit angesprochen. Dies geschieht hier lediglich aus Verständnisgründen und ist nicht gleichzusetzen mit einer dem XML-Ansatz widersprechenden Vermischung von Struktur- und Layout-Definition.³⁹⁹ Die tatsächliche Erscheinungsweise aller *GrammisML*-Elementtypen wird mittels eines externen XSL-Stylesheets festgelegt.⁴⁰⁰

Das Untertitel-Element besitzt zwei Attribute:

- Mit Hilfe des Attributs **id** kann ein Untertitel eindeutig benannt werden. Diese Benennung ist optional, wird in der Anwendersicht nicht angezeigt und nur für die hypertextuelle Adressierung – also z.B. bei der Definition von Verweis-Zielen – verwendet.
- Das Attribut **typ** muss zwingend mit einem Zahlenwert zwischen 1 und 3 ausgefüllt werden und legt den Rang des Untertitels – in der Anwendersicht beispielsweise visualisiert durch eine entsprechende Schriftgröße – fest.

Ein Absatz-Element kann mit Hilfe von sieben Attributen um Zusatzinformationen angereichert werden:

- Das Attribut **id** benennt den Absatz eindeutig für eine Dokumenten-Instanz. Diese Information wird zur Zugriffszeit, etwa für das Ein- und Ausblenden von Absätzen, benötigt.
- Das Attribut **typ** definiert den Typus eines Absatzes. Wählbar sind die Werte „normal“ (Normalfall, d.h. der Absatztext wird gemäß den Vorgaben des referenzierten Stylesheets als Fließtext dargestellt), „beispiel“ (der Absatz beinhaltet linguistische Fallbeispiele, was Auswirkungen sowohl auf die Darstellungsweise wie auch auf die Behandlung durch systeminterne Analyseprozeduren, z.B. bei der Volltext-Recherche, hat), „definition“ (der Absatz beinhaltet eine fachliche Definition, was ebenfalls für die Präsentation wie für Analyseprozeduren wichtig sein kann), „merk“ (der Absatz beinhaltet einen didaktisch wichtigen Merksatz), „versteckt“ (der Absatz enthält ergänzende Informationen, die nur auf ausdrückliches Verlangen

³⁹⁹ Zur Trennung von Struktur und Layout siehe Abschnitt 4.2.

⁴⁰⁰ Näheres hierzu siehe Abschnitt 8.9; mit Grundlagen von XSL-Stylesheets befasst sich Abschnitt 4.5.3.

des Rezipienten hin angezeigt werden sollen) sowie „nichtlinguist“ (der Absatz enthält Basisinformationen für Nicht-Linguisten).

- Das Attribut **ausrichtung** legt die Textausrichtung innerhalb des Absatzes fest, also entweder linksbündig, rechtsbündig oder zentriert.
- Das optionale Attribut **links** legt den Texteinzug von links unter Verwendung gängiger Maßeinheiten fest, also z.B. „3mm“ oder „0.5cm“.
- Das optionale Attribut **rechts** legt den Texteinzug von rechts fest.
- Das optionale Attribut **kurztext** kann mit einem den Absatz zusammenfassenden Freitext belegt werden.
- Das ebenfalls optionale Attribut **perspektive** kennzeichnet die verwendete inhaltliche Perspektive (vorgegeben sind die Werte „syntaktisch“, „semantisch“ oder „kommunikativ“).

Nachfolgend werden diejenigen Elementtypen definiert, die innerhalb des Blockelements „absatz“ auftreten dürfen:

```
<!--===== Beispiele =====>
<!ELEMENT beispiel (#PCDATA|betonung|hervor|hoch|
                    tief|umbruch)*>

<!ATTLIST beispiel
  id      CDATA #IMPLIED
  farbe   (black|blue|brown|gold|gray|green|lightblue|
           lightgreen|magenta|orange|pink|purple|red|
           silver|teal|violet|white|yellow) #IMPLIED>
```

Ein Beispiel-Element beinhaltet linguistische Fallbeispiele zur Verdeutlichung eines bestimmten Sachverhalts. Diese Beispiele können in der Anwendersicht visuell hervorgehoben werden, etwa durch Kursivschrift oder eine farbliche Markierung. Die Auszeichnung ermöglicht auch eine gezielte Suche wie z.B. „Zeige mir alle Informationseinheiten, die den Begriff XY innerhalb eines Beispielsatzes enthalten“. Der Elementtyp „beispiel“ besitzt folgende optional belegbare Attribute:

- Das Attribut **id** dient der eindeutigen Benennung des Beispiels.
- Durch eine Belegung des Attributs **farbe** kann eingestellt werden, mit welcher Schriftfarbe das Textbeispiel angezeigt werden soll. Vorgegeben ist

eine Auswahl von Farbwerten, die von gängigen Web-Browsern darstellbar sind.

```
<!--===== Betonungen =====>
<!ELEMENT betonung (#PCDATA)>

<!ATTLIST betonung
  typ (1|2) #REQUIRED>
```

Der Elementtyp „betonung“ wird zur Markierung von Haupt- und Nebenakzenten verwendet. Er besitzt folgendes obligatorisches Attribut:

- **typ** kann mit den Werten *1* oder *2* belegt werden, wobei der erste Wert einen Haupt- und der zweite Wert einen Nebenakzent symbolisiert. Aufgrund dieser Angabe lassen sich Betonungsangaben visuell verdeutlichen.

```
<!--===== Bilder =====>
<!ELEMENT bild EMPTY>

<!ATTLIST bild
  datei CDATA #REQUIRED
  titel CDATA #IMPLIED>
```

Der leere Elementtyp „bild“ fungiert als Anker für die Verknüpfung von Grafiken mit Segmenten der Informationseinheiten. In diesem Zusammenhang sind zwei Attribute vorgesehen:

- **datei** enthält den Dateinamen der einzufügenden Grafik, also z.B. *mein-bild.jpg*.
- **titel** enthält eine kurze Beschreibung der Grafik, die dann angezeigt wird, wenn das Ausgabemedium – also z.B. der Web-Browser – keine Grafiken darstellen kann. Der Attributwert kann auch zur gezielten Suche nach Bildern verwendet werden.

```
<!--===== Terminologie-Definitionen =====>
<!ELEMENT glossar (#PCDATA|beispiel|hervor|hoch|tief)*>

<!ATTLIST glossar
  eintrag CDATA #IMPLIED
  alt CDATA #IMPLIED>
```

Der Elementtyp „glossar“ dient der Kennzeichnung von Ausdrücken, für die entweder eine explizite fachliche Definition im terminologischen Wörterbuch oder aber ein alternativer Fachterminus vorliegt. Ausgezeichnete Ausdrücke dürfen selbst wiederum Beispiel-Elemente, Hervorhebungen sowie Hoch- und Tiefstellungen beinhalten. Die beiden Element-Attribute übernehmen dabei folgende Funktionen:

- **eintrag** verweist eindeutig auf einen Eintrag im terminologischen Wörterbuch. Um mit Flexionsvarianten umgehen zu können, wird als Wert ein numerischer Schlüssel eingegeben.⁴⁰¹
- Unter **alt** kann ein alternativer Fachterminus an Ort und Stelle eingefügt werden.

```
<!--===== Hervorhebungen =====>
<!ELEMENT hervor (#PCDATA|beispiel|betonung|
hoch|tief)*>
```

Als „hervorhebung“ werden solche Textsegmente ausgezeichnet, die aus inhaltlichen Gründen besonders bedeutsam erscheinen und deshalb gezielt recherchierbar gemacht und für den Rezipienten visuell hervorgehoben werden sollen. Hervorhebungen dürfen neben reinem Fließtext auch Beispielelemente, Betonungsangaben sowie Hoch- und Tiefstellungen enthalten.

```
<!--===== Java-Anwendungen =====>
<!ELEMENT applet (#PCDATA|param)*>

<!ATTLIST applet
  id          CDATA #IMPLIED
  class       CDATA #IMPLIED
  style       CDATA #IMPLIED
  title       CDATA #IMPLIED
  codebase    CDATA #REQUIRED
  archive     CDATA #IMPLIED
  code        CDATA #REQUIRED
  object      CDATA #IMPLIED
  alt         CDATA #IMPLIED
  name        CDATA #IMPLIED
  width       CDATA #REQUIRED
```

⁴⁰¹ Vgl. den Aufbau des terminologischen Wörterbuchs in Abschnitt 8.4.2.


```

height    CDATA #REQUIRED
align     CDATA #IMPLIED
hspace    CDATA #IMPLIED
vspace    CDATA #IMPLIED
param     CDATA #IMPLIED>

```

```
<!ELEMENT param EMPTY>
```

```

<!ATTLIST param
  id      CDATA #IMPLIED
  name    CDATA #REQUIRED
  value   CDATA #IMPLIED
  type    CDATA #IMPLIED>

```

Die beiden Elementtypen „applet“ und „param“ dienen der Einbettung von Java-Anwendungen in Informationseinheiten der systematischen Grammatik. Diese Programme können, ähnlich wie Bilder oder Tondateien, nicht unmittelbarer Bestandteil der textuellen XML-Instanz sein, sondern werden dort lediglich referenziert und zur Laufzeit im für die Rezeption verwendeten Anwendungsprogramm abgespielt. Auf diesem Wege lassen sich beispielsweise komplexere Zusammenhänge animiert illustrieren oder situative Abhängigkeiten in einem interaktiven Fallbeispiel verdeutlichen. Die Definition der einzelnen Attribute orientiert sich an den Vorgaben des W3C für HTML bzw. XHTML und soll deshalb an dieser Stelle nicht ausführlich thematisiert werden.⁴⁰²

```

<!--===== Freistehende Inhalte =====>
<!ELEMENT kasten (kastentitel, kastenabsatz+)>

<!ATTLIST kasten
  id      CDATA #IMPLIED>

<!ELEMENT kastentitel (#PCDATA)>

<!ELEMENT kastenabsatz (#PCDATA|beispiel|betonung|
                        glossar|hervor|hoch|liste|

```

⁴⁰² Die als Vorbild herangezogene XHTML-Spezifikation findet sich auf dem W3C-Server unter <http://www.w3.org/TR/xhtml1/>; zu Geschichte und Anspruch von XHTML siehe auch Rothfuss/Ried (2001, S. 279ff.) sowie Abschnitt 4.5.4.

```
literatur|tief|umbruch|
verweis|wortform|zitat)*>
```

Als „freistehende Inhalte“ werden inhaltlich disparate Textsegmente ausgezeichnet, die zwar thematisch eng an die übrigen Inhalte einer Informationseinheit anknüpfen, aber nicht zwingend an einer vorher festgelegten Position innerhalb des Hyperdokuments erscheinen müssen. Vielmehr können sie in Abhängigkeit von Eigenschaften des jeweiligen Ausgabemediums, also beispielsweise von der tatsächlichen Größe des Browserfensters zur Zugriffszeit, als flexibel positionierbare Einschübe in Kastenform (daher auch die Benennung) präsentiert werden. Für die strukturelle Definition kommen drei Elementtypen zum Einsatz: „kasten“ dient als übergreifendes Container-Element und besteht aus einer Überschrift („kastentitel“) sowie einem oder mehreren Absätzen („kastenabsatz“). Als Attribut ist optional ein eindeutiger Bezeichner vorgesehen. Ein „kastentitel“ enthält ebenso wie ein „kastenabsatz“ beliebige textuelle Inhalte; letzterer darf analog zum „absatz“-Elementtyp auch eine Reihe anderer Elemente umfassen.

```
<!--===== Aufzaehlungslisten =====-->
<!ELEMENT liste (listenelement)+>

<!ATTLIST liste
  typ      (ungeordnet|1|a|i) #REQUIRED
  start    CDATA #IMPLIED>

<!ELEMENT listenelement (#PCDATA|beispiel|betonung|bild|
  glossar|hervor|hoch|liste|
  literatur|tief|ton|verweis|
  wortform|umbruch|zitat)*>
```

Vermittels des Elementtyps „liste“ lassen sich Aufzählungslisten mit mindestens einem Listeneintrag erzeugen. Dabei kann zwischen unsortierten und sortierten Listen mit variabler Nummerierung ausgewählt werden. Einen Listeneintrag erzeugt der Autor in beiden Fällen mit Hilfe des Elementtyps „listenelement“, der Freitext sowie wiederum andere Elementtypen enthalten darf. Die DTD-Regel erlaubt auch das Schachteln von Listen, d.h. das Anlegen einer untergeordneten Liste innerhalb eines Listeneintrags. Der Elementtyp „liste“ fordert bzw. erlaubt die Belegung folgender Attribute:

- **typ** ist zwingend erforderlich und legt den Typus der Liste fest. Neben dem Wert *ungeordnet* sind folgende Abkürzungen erlaubt: *1* für eine numme-

rische Aufzählung (1, 2, 3, ...), *a* für eine alphabetische Aufzählung mit Kleinbuchstaben (*a, b, c, ...*) sowie *i* für die Verwendung römischer Zahlenwerte in Kleinschreibweise (*i, ii, iii, ...*).

- **start** legt optional den Anfangswert für sortierte Listen fest, also beispielsweise 7, *g* oder *vii*. Zu beachten ist hier, dass dieser Startpunkt – unabhängig vom gewählten Aufzählungs-Typus – einheitlich als arabischer Zahlenwert (also z.B. 7) eingetragen werden muss. Wird kein Wert angegeben, interpretiert das System dies als 1.

```
<!--===== Literaturangaben =====>
<!ELEMENT literatur (#PCDATA|beispiel|betonung|
                    hervor|hoch|tief)*>
```

```
<!ATTLIST literatur
  typ (aufsatz|buch|sigle|
      unbestimmt) "unbestimmt"
  id CDATA #IMPLIED>
```

```
<!ELEMENT litsuche (#PCDATA|beispiel|betonung|
                   hervor|hoch|tief)*>
```

```
<!ATTLIST litsuche
  titel          CDATA #IMPLIED
  person        CDATA #IMPLIED
  startjahr     CDATA #IMPLIED
  endjahr       CDATA #IMPLIED
  kontrastiv    CDATA #IMPLIED
  schlagwort1   CDATA #IMPLIED
  schlagwort2   CDATA #IMPLIED
  objektwort    CDATA #IMPLIED>
```

Wenn es um die Anreicherung von Informationseinheiten um bibliografische Angaben geht, bedienen sich *GRAMMIS*-Autoren der beiden Elementtypen „literatur“ sowie „litsuche“. Die Wahl des jeweils angemessenen Elementtyps hängt von Art und Quantität dieser Informationen ab. Sollen zu einem Textsegment bibliografische Angaben einer einzelnen Publikation hinzugefügt werden, also beispielsweise der Ausdruck *schneider98* mit den Informationen *Aufsatz „Zur Lexikon-Grammatik-Schnittstelle in einem hypermedialen Informationssystem“ im Sammelband „Hypermedia für Lexikon und Grammatik“ von Storrer/Harriehausen 1998* verknüpft werden, so eignet sich der Element-

typ „literatur“. Soll dagegen eine umfangreichere Literaturliste referenziert werden, beispielsweise sämtliche verfügbare Fachliteratur der letzten Jahre zu einer fest umrissenen Thematik oder das gesammelte Werk eines bestimmten Fachautors, so bietet sich der Elementtyp „litsuche“ an. Die unterschiedlichen Anwendungsszenarien werden durch die jeweiligen Attributlisten reflektiert. „literatur“ kommt mit nur zwei Attributen aus:

- Mittels **typ** legt der Autor fest, aus welcher der angeschlossenen Literatur-Datenbanken die bibliografischen Informationen abgerufen werden sollen. Die beiden Werte *aufsatz* und *buch* verweisen auf die Aufsatz- bzw. Buchsammlung der *Bibliografie zur deutschen Grammatik (BDG)*, *sigle* auf eine separat aufgebaute Siglensammlung.⁴⁰³ Wird *unbestimmt* ausgewählt, so findet keine Datenbankabfrage statt und das ausgezeichnete Textsegment wird zur Zugriffszeit lediglich als Träger einer nicht weiter spezifizierten bibliografischen Information markiert.
- Das Attribut **id** wird mit einem eindeutigen Schlüsselwert belegt, der auf exakt einen Eintrag in der BDG- oder Siglendatenbank verweist.

Der Elementtyp „litsuche“ bietet durch seine zahlreichen Attribute den Autoren die Möglichkeit, die Ergebnismenge einer bibliografischen Datenbankabfrage sehr detailliert einzugrenzen. Die mit dem ausgezeichneten Textsegment verknüpfte Literaturrecherche wird mittels einer speziellen Datenbankprozedur realisiert, die momentan den Zugriff auf die Inhalte der *BDG* abwickelt.⁴⁰⁴ Im Einzelnen ist die kombinierte Belegung folgender Attribute vorgesehen:

- **titel** erhält als Wert den Titel der Publikation(en). Dabei können auch die Platzhalterzeichen *_* oder *?* für ein beliebiges Zeichen sowie *%* oder *** für eine Zeichenfolge verwendet werden.
- **person** erhält als Wert den Nachnamen eines Fachautors. Auch hier dürfen Platzhalterzeichen zum Zuge kommen.
- **startjahr** nimmt das Anfangsjahr einer eingegrenzten Zeitspanne auf.
- **endjahr** nimmt das Endjahr einer eingegrenzten Zeitspanne auf.

⁴⁰³ Zu den an GRAMMIS angeschlossenen bibliografischen Datenbanken siehe Abschnitt 8.4.4.

⁴⁰⁴ Sollte die Literaturdatenbank einmal um anders strukturierte Datensätze erweitert werden, so lässt sich die Suchprozedur flexibel anpassen.

- **kontrastiv** erhält als Wert den Namen der Sprache, die im Rahmen der Publikation(en) kontrastiv untersucht wurde.
- **schlagwort1** erhält als Wert ein fachliches Schlagwort, welches die Ergebnismenge eingrenzt, z.B. *Reflexivpronomen*.
- **schlagwort2** erhält als Wert ein zweites fachliches Schlagwort, das mit dem ersten durch eine *und*-Relation verbunden wird.
- **objektwort** erhält als Wert eine Wortform, die exemplarisch für die in den Werken behandelte Thematik steht, also beispielsweise *sich*, wenn nach Veröffentlichungen zum Reflexivpronomen *sich* gefahndet wird.

```
<!--===== Tabellen =====>
```

```
<!ELEMENT tab (tabzeile)+>
```

```
<!ATTLIST tab
```

```
  farbe      (black|blue|brown|gold|gray|green|lightblue|
             lightgreen|magenta|orange|pink|purple|red|
             silver|teal|violet|white|yellow) #IMPLIED
```

```
  rand       CDATA #IMPLIED
```

```
  hoehe      CDATA #IMPLIED
```

```
  breite     CDATA #IMPLIED
```

```
  abstand    CDATA #IMPLIED>
```

```
<!ELEMENT tabzeile (tabelement)+>
```

```
<!ELEMENT tabelement (#PCDATA|beispiel|betonung|bild|
                      glossar|hervor|hoch|liste|
                      literatur|tab|tief|ton|verweis|
                      wortform|umbruch|zitat)*>
```

```
<!ATTLIST tabelement
```

```
  ausrichtung (center|left|right) #IMPLIED
```

```
  farbe      (black|blue|brown|gold|gray|green|lightblue|
             lightgreen|magenta|orange|pink|purple|red|
             silver|teal|violet|white|yellow) #IMPLIED
```

```
  hoehe      CDATA #IMPLIED
```

```
  breite     CDATA #IMPLIED
```

```
  abstand    CDATA #IMPLIED>
```

Kaum eine wissenschaftliche Publikation kommt ohne Tabellenkonstruktionen aus, mit deren Hilfe sich faktenbasierte Vergleiche, aber auch Beziehungs-

verhältnisse wie z.B. Regel–Beispiel–Abhängigkeiten, übersichtlich darstellen lassen. Tabellen in *GrammisML* basieren, ähnlich wie Aufzählungslisten, auf der Schachtelung mehrerer konstituierender Elemente. Der obige Ausschnitt aus dem DTD-Regelwerk legt fest, dass eine Tabelle (Elementtyp „tab“) stets aus einer oder mehreren Tabellenzeilen (Elementtyp „tabzeile“) aufgebaut sein soll. Tabellenzeilen wiederum beinhalten eine oder mehrere Datenzellen (Elementtyp „tabelement“). In diesen Zellen dürfen, ähnlich wie bei Textabsätzen oder Listenelementen, neben Freitext auch eine Reihe anderer Elementtypen verwendet werden. Um komplex aufgebaute Konstruktionen zu ermöglichen, ist sogar die Integration einer weiteren Tabelle innerhalb einer Datenzelle vorgesehen.

Tabellen sollten, unabhängig von ihrem strukturell einheitlichen Aufbau, ein gewisses Maß an gestalterischer Freiheit erlauben. Die Vermittlung von Inhalten kann effektiver gestaltet werden, wenn den Autoren die Möglichkeit zur gezielten Einflussnahme auf die Präsentation zur Rezeptionszeit gegeben wird. Eine derartige Variabilität ist logischerweise nicht über einheitliche, in einem externen Stylesheet festgehaltene Formatierungsvorschriften zu erreichen. Zur flexiblen, aber dennoch konsistenten Manipulation der Erscheinungsweise erscheint es vielmehr sinnvoll, auf eine begrenzte Anzahl von Layout-Parametern zurückgreifen zu können. Für den Elementtyp „tab“ definiert die Document Type Definition aus diesem Grunde folgende Attribute:

- **farbe** legt die Hintergrundfarbe einer Tabelle fest, wobei eine Auswahl möglicher Werte vorgegeben ist.
- **rand** definiert die Breite der Trennränder innerhalb der Tabelle. Eingegeben wird hier ein numerischer Wert, wobei gilt: je größer, desto breiter. 0 unterdrückt die Anzeige von Rändern.
- **hoehe** manipuliert die Gesamthöhe einer Tabelle. Es können sowohl absolute Zahlenwerte wie auch prozentuale Angaben eingegeben werden.
- **breite** manipuliert die Gesamtbreite einer Tabelle. Auch hier sind absolute Zahlenwerte oder Prozentangaben möglich; 80% besagt beispielsweise, dass die Tabelle 80 Prozent der verfügbaren Bildschirm- bzw. Seitenbreite einnehmen soll.
- **abstand** legt den Abstand zwischen Trennrändern und den Zelleninhalten fest.

Bei der Ausgestaltung einzelner Datenzellen (Elementtyp „tabelement“) kann bei Bedarf analog zur Formatierung der Gesamttabelle vorgegangen werden. Einzig die Randbreite der Zellen lässt sich aus Gründen der Einheitlichkeit nicht separat manipulieren. Ein zusätzliches Attribut bezieht sich auf die Anordnung der Inhalte innerhalb einer Einzelzelle:

- **ausrichtung** legt fest, wie die Inhalte einer Tabellenzelle horizontal ausgerichtet werden sollen. Wählbar ist zwischen zentrierter (*center*), linksbündiger (*left*) oder rechtsbündiger (*right*) Ausrichtung.

```
<!--===== Audio-Material =====>
<!ELEMENT ton EMPTY>
<!ATTLIST ton
  datei CDATA #REQUIRED>
```

Der leere Elementtyp „ton“ dient der Einbindung von Audio-Material in eine Informationseinheit. Die Vorgehensweise ist dabei analog zur Integration von Bildern und geschieht über die Belegung eines Attributs:

- **datei** erhält als Wert den Dateinamen der Ton-Datei, also z.B. *audiobeispiel.mp3*.

```
<!--===== Lexikalische Inhalte =====>
<!ELEMENT wortform (#PCDATA)>
<!ATTLIST wortform
  eintrag CDATA #REQUIRED>
```

Wortformen innerhalb einer Dokumenteninstanz, für die detaillierte lexikalische Informationen in den angeschlossenen *GRAMMIS*-Wörterbüchern vorliegen, werden mit Hilfe des Elementtyps „wortform“ ausgezeichnet. Dieser besitzt ein Attribut:

- **eintrag** verweist auf den korrespondierenden Wörterbucheintrag. Da homonyme Wortformen im Einzelfall zu unterschiedlichen Wortklassen gehören können, wird ein eindeutiger numerischer Schlüssel angegeben.⁴⁰⁵

```
<!--===== Zitate =====>
<!ELEMENT zitat (#PCDATA|beispiel|betonung|hervor|
  hoch|tief)*>
```

⁴⁰⁵ Vgl. den Aufbau der lexikalischen *GRAMMIS*-Wörterbücher in Abschnitt 8.4.3.

Das Zitieren externer Fachpublikationen gehört, gemeinhin verbunden mit der Angabe eines entsprechenden Literaturhinweises, zum Standardrepertoire wissenschaftlicher Arbeiten. *GrammisML* sieht hierfür den Elementtyp „zitat“ vor. Die konsequente Auszeichnung von Zitaten erleichtert einerseits die spätere gezielte Recherche in den Informationseinheiten, kann aber auch zur optischen Hervorhebung eines Zitats zur Rezeptionszeit eingesetzt werden.

Nachdem vorstehend bereits der Großteil der für die Kennzeichnung von Inhaltssegmenten erlaubten Elementtypen vorgestellt wurde, gilt es nun, die für *GRAMMIS* gewählte Verfahrensweise bei der Auszeichnung von Hyperlink-Ankerpunkten in Informationseinheiten der systematischen Grammatik zu beschreiben. Unter Einbeziehung der in Abschnitt 6.2.2 formulierten Überlegungen zum Sinn und Nutzen typisierter Verknüpfungen in umfangreichen Hypertextnetzwerken kam beim Definieren der Hyperlink-Regeln folgender Lösungsansatz zum Zuge:

```

<!--===== Hyperlinks =====-->
<!ELEMENT verweis (#PCDATA|beispiel|hervor|hoch|
                  tief)*>

<!ATTLIST verweis
  typ      (grammis|kompakt|vertief|www|zusatz) #REQUIRED
  adr      CDATA #IMPLIED
  pos      CDATA #IMPLIED
  linktext CDATA #IMPLIED>

```

Einleitend soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass sämtliche Hyperlinks, die Informationseinheiten der systematischen Grammatik mit anderen Hyperdokumenten verbinden, zwecks einheitlicher und sicherer Verwaltung in einer speziellen Linkdatenbank abgelegt sind.⁴⁰⁶ Der Elementtyp „verweis“ dient also gewissermaßen nur der Positionierung der anklickbaren Sprungpunkte in den Ausgangsdokumenten. Durch eigens programmierte Überprüfungsprozeduren, die beim Einchecken eines Dokuments in die Hypertextbasis aktiv werden, stellt das Hypertextsystem das Funktionieren der von den Autoren eingebetteten Verknüpfungen sicher und bewahrt den Rezipienten vor der Entdeckung von „Dead Links“.⁴⁰⁷

⁴⁰⁶ Dem Aufbau der *GRAMMIS*-Linkdatenbank widmet sich Abschnitt 8.4.5.

⁴⁰⁷ Der Begriff „Dead Links“ wird in Kapitel 6 eingeführt.

Wie aus der obigen DTD-Regel hervorgeht, besitzt ein Verweis-Element insgesamt vier Attribute:

- **typ** definiert, um welchen Verweis-Typus es sich im jeweiligen Fall handelt. Mehrere erlaubte Werte sind hier vorgegeben: *grammis* steht für einen Verweis zu einem Detailknoten der systematischen Grammatik. *kompakt* kennzeichnet einen Link zu einer Kompakteinheit. *vertief* macht deutlich, dass eine Vertiefungseinheit das Ziel des Sprungs ist. Trägt der Autor *www* ein, so handelt es sich um einen Hyperlink zu einem externen Zielpunkt außerhalb des GRAMMIS-Systems. Der Typus *zusatz* bezeichnet Verweise zu Zusatzinformationen außerhalb der der Hypertextbasis.
- **adr** nimmt die exakte Adresse des Zieldokuments auf. Verweise zu einer Informationseinheit der systematischen Grammatik erhalten hier deren eindeutige Bezeichnung in Form eines numerischen Schlüssels. Wird kein Wert eingetragen, so handelt es sich um einen internen Hyperlink zu einem Zielpunkt innerhalb der aktuellen Einheit; in diesem Fall sollte unbedingt das dritte Element-Attribut belegt werden. Bei Verweisen ins WWW erwartet das System eine gültige URL, für Verweise vom Typ *zusatz* genügt ein absoluter Dateiname.
- **pos** muss nur bei Bedarf ausgefüllt werden und zwar in solchen Fällen, in denen der Zielpunkt des Verweises innerhalb eines Hyperdokuments liegt. Das kann bei internen wie externen Verweisen der Fall sein. Verweise zu einer bestimmten Position in einer Informationseinheit der systematischen Grammatik erfordern das Eintragen des eindeutigen Namens des Zielelements, also beispielsweise des *id*-Werts eines Absatzes. Bei Verweisen aus der Hypertextbasis heraus in ein externes HTML-Dokument wird hier der Inhalt des *name*-Attributs eines HTML-Ankerelements erwartet.
- **linktext** ist ebenfalls optional und kann einen kurzen linkspezifischen Erklärungstext aufnehmen, der beim Überfahren des Verweises mit der Maus angezeigt werden soll.

Natürlich liegt in diesem Zusammenhang die Frage nahe, warum Beziehungen zwischen Fachausdrücken innerhalb einer Dokumenteninstanz und dem terminologischen Wörterbuch nicht als typisierte Verweise ausgezeichnet, sondern mit einem eigenen Elementtyp bedacht werden. Selbiges gilt für Beziehungen zwischen Wortformen und den lexikalischen Wörterbüchern oder zwischen Literaturangaben und der bibliografischen Datenbank. Der eindeutigen Identi-

fizierung und maschinellen Weiterverarbeitung der betreffenden Textsegmente würde dies keinerlei Abbruch tun, da eine ausreichende Typisierung in jedem Fall stattfände. Ein auf dem Quellcode operierender XML-Parser oder ein XSL-Stylesheet arbeiten gleichermaßen gut mit beiden möglichen Konstrukten. Zunächst die Variante mit eigenem Elementtyp:

```
<glossar eintrag="123">...</glossar>
```

Die Alternative, d.h. eine Subsumierung unter dem Dach des bereits existierenden Verweis-Elements sähe z.B. folgendermaßen aus:

```
<verweis typ="glossar" adr="123">...</verweis>
```

Aus unterschiedlicher Perspektive lassen sich beide Vorgehensweisen ausreichend begründen: Für die Variante der Subsumierung unter dem Dach eines einheitlichen Elementtyps – ergänzt um zusätzliche Werte für das *typ*-Attribut – spricht die damit einhergehende Reduzierung der Komplexität der Document Type Definition und eine einheitlichere Ausgestaltung der XML-Instanzen. Sowohl die manuelle Pflege der DTD wie auch die Lesbarkeit des XML-Quellcodes für menschliche Nutzer ließen sich bei drei wegfallenden Elementtypen prinzipiell erleichtern. Für den gewählten Weg der Aufteilung in mehrere Elementtypen spricht dagegen das Argument der flexiblen Erweiterbarkeit. Entsteht im Laufe der Zeit ein Bedarf nach zusätzlichen Attributen, die nur für bestimmte Verweistypen relevant sind, profitiert man von einer vorher stattgefundenen Trennung in unterschiedliche syntaktische Einheiten.

Dies kann anhand eines konkreten Beispiels illustriert werden: Die Nachfrage nach einer Vermerkmöglichkeit für einen alternativen Fachterminus zum Elementtyp „glossar“ entstand erst einige Zeit nach Einführung der grundlegenden *GrammisML*-Syntax. Wären terminologische Ausdrücke nicht von Anfang an als eigenständige Elemente vorgesehen gewesen, dann wäre spätestens zu diesem Zeitpunkt eine neue Unterteilung notwendig geworden. Alternativ hätte man auch sämtlichen Verweisen ein zusätzliches *alt*-Attribut mitgeben können, das allerdings nur in einer Minderheit aller Fälle tatsächlich inhaltlich ausgefüllt worden wäre. Außerdem stellt sich die berechtigte Frage, welchen Sinn das bei Verweisen in komplexe Informationseinheiten erforderliche *pos*-Attribut bei Verknüpfungen mit Wörterbucheinträgen haben sollte. Um dauerhaft nahe an der Realität modellieren zu können, empfiehlt sich also stets und

gerade bei den ersten Schritten der DTD-Erstellung eine ausreichend differenzierte syntaktische Definition.⁴⁰⁸

Der Vollständigkeit halber soll auch noch ein letzter Punkt angesprochen werden, der bei der Zusammenstellung einer XML-DTD zwangsläufig für Diskussionen sorgt: Welche Informationen sollen als Elemente, welche als Attribute kodiert werden? Als Beispiel können Dokument-Überschriften herangezogen werden. Die Frage lautet hier: Ist die Konstruktion

```
<dokument titel="Beispieltitel">...</dokument>
```

sinnvoll, oder soll eher auf

```
<dokument><titel>Beispieltitel</titel>...</dokument>
```

zurückgegriffen werden? Beide Varianten sind denkbar, und während der kontinuierlichen Verfeinerung der *GrammisML*-DTD tauchte diese Problematik immer wieder auf. Bei der Lösungssuche wurde versucht, sich an folgender pragmatischen Richtlinie zu orientieren: In Form von Elementen werden solche Informationen kodiert, die elementarer Bestandteil des Dokumenteninhalts sind. Dies gilt zweifelsfrei für Überschriften. Als Attribute kodiert werden ergänzende Informationen mit eher beschreibendem Charakter, also Meta-Informationen zu einzelnen Informationssegmenten.⁴⁰⁹

Zum Abschluss unserer Analyse der Document Type Definition gilt es noch diejenigen primär layoutorientierten Elementtypen vorzustellen, die sowohl innerhalb von Titeln wie auch in Absätzen oder anderen Gliederungselementen eingesetzt werden können:

```
<!--===== Hochstellungen =====>
```

```
<!ELEMENT hoch (#PCDATA)>
```

```
<!--===== Tiefstellungen =====>
```

```
<!ELEMENT tief (#PCDATA)>
```

```
<!--===== Zeilenumbrueche =====>
```

```
<!ELEMENT umbruch EMPTY>
```

⁴⁰⁸ Zu einem gleichen Schluss kommen z.B. auch Behme/Mintert (2000, S. 145ff.).

⁴⁰⁹ Vgl. hierzu auch die einleitende Definition von Meta-Informationen in Abschnitt 5.1.

Die Beschreibung dieser drei Elementtypen erfordert nicht viele Worte: Der Elementtyp „hoch“ wird zum Markieren von Textsegmenten verwendet, die im Schriftbild hochgestellt werden sollen. Der Elementtyp „tief“ ist dazu gedacht, Tiefstellungen auszuzeichnen. Beides wird etwa für die Darstellung mathematischer Formeln benötigt. Der leere Elementtyp „umbruch“ schließlich markiert einen manuellen Zeilenumbruch, der gerade in Anbetracht grundsätzlich variabler Zeilenlängen in grafischen Web-Browsern von den beteiligten Autoren in Einzelfällen als erforderlich betrachtet wird.

Die Tabellenstruktur in der Datenbank

Nachdem wir uns vorstehend mit dem internen strukturellen Aufbau einzelner Informationseinheiten der systematischen Grammatik beschäftigt haben, soll es im Folgenden um deren Anordnung und Speicherung in der *GRAMMIS*-Hypertextbasis gehen. Anders formuliert: Welche ordnenden Beziehungen bestehen zwischen den Hyperknoten, und auf welche Weise lässt sich das daraus resultierende Netzwerk modellieren und schließlich implementieren?

Wie bereits in Abschnitt 8.3 angesprochen und begründet, enthält die Hypertextbasis Informationseinheiten unterschiedlicher Anspruchs- und Komplexitätsstufen. Im Einzelnen sind dies:

- **Kompakteinheiten**, die zusammenfassende Beschreibungen zu einzelnen Thematiken enthalten. Sie sind nach Möglichkeit kurz und allgemein verständlich gehalten und bieten dadurch einen grundlegenden Überblick für fachliche Einsteiger. Der darüber hinaus interessierte Rezipient findet zusätzlich Hinweise auf detailliertere Informationen in Form von typisierter Hyperlinks zu Detail- und Vertiefungseinheiten.
- **Detaileinheiten**, die sich eines anspruchsvolleren Inventars an Fachtermini bedienen und mithin ein umfangreicheres Vorwissen voraussetzen. Thematisch orientieren sie sich an den Inhalten der Kompakteinheiten, diskutieren die jeweiligen Gegebenheiten und Zusammenhänge jedoch weitaus detaillierter. Insgesamt sollen nach und nach möglichst viele grammatisch relevante Fragestellungen behandelt werden; die Detaileinheiten bilden also den Kern der Komponente. Zur Beschreibung einzelner Phänomene werden exemplifizierende Anwendungsbeispiele in multimedialer Form gegeben. Das Spektrum reicht dabei von gesprochenen Beispielsätzen über animier-

te Darstellungen bis hin zu kurzen Videosequenzen. Allerdings findet nur selten eine grundlegende Reflexion über das „Warum?“ von Regeln oder Erklärungsansätzen statt, vielmehr wird bei entsprechendem Bedarf auf die hierfür vorgesehenen Vertiefungseinheiten verwiesen.

- **Vertiefungseinheiten**, die gezielt ausgewählte Problemstellungen, für deren Diskussion in Kompakt- und Detailseinheiten aus didaktischen Gründen kein Raum ist, thematisieren. Dabei werden beispielsweise unterschiedliche wissenschaftliche Ansätze und Sichtweisen vorgestellt und die auf den anderen Beschreibungsebenen getroffenen Entscheidungen begründet.

Die drei formalen Beschreibungsebenen der systematischen Grammatik verlaufen nicht durchgängig parallel. Kompakt-, Detail- und Vertiefungseinheiten unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich ihrer Rolle, d.h. des mit ihnen verbundenen Anspruchsgrads, sondern auch bezüglich ihrer Bedeutung bzw. Verbreitung. Quantitativ ausgedrückt bedeutet dies, dass Detailseinheiten ein deutliches zahlenmäßiges Übergewicht innerhalb der Hypertextbasis aufweisen. Zu den meisten von ihnen existieren zusammenfassende Kompakteinheiten, aber nur zu vergleichsweise wenigen Themen wurde aus fachlichen Gründen von den Autoren das Anlegen separater Vertiefungseinheiten als notwendig erachtet. Diese bereits während der Auswertung der Prototypen gemachte Feststellung floss in die Modellierung der internen GRAMMIS-Struktur ein. Es ging beim konzeptionellen Aufbau des WIS folglich nicht darum, jede Thematik in jeweils drei abgestuften Darstellungsvarianten parallel darstellbar zu machen. Vielmehr wurde bei der Systemkonzeption eine komplexere Vernetzungsstruktur gewählt, die dem von den Fachautoren als sinnvoll betrachteten Beziehungsverhältnis entspricht. In dieser Struktur dominieren monohierarchische Ordnungsbeziehungen, neben denen jedoch auch punktuelle Verbindungen zu außerhalb dieser Hierarchie liegenden Vertiefungsknoten existieren.

Abbildung 22 illustriert die gewählte Makrostruktur innerhalb der Hypertextbasis. Das Grundgerüst bilden monohierarchische Beziehungen⁴¹⁰ zwischen den Detailseinheiten. Informationssuchende können sich an dieser Hierarchie orientieren, um – ähnlich wie bei der Benutzung traditioneller Inhaltsverzeichnisse in Printpublikationen – von thematisch übergeordneten zu unterge-

⁴¹⁰ Die Bedeutung der hypertextuellen Makrostruktur sowie mono- und polyhierarchische Beziehungen in Hypertextsystemen werden in Abschnitt 7.2.2 thematisiert.

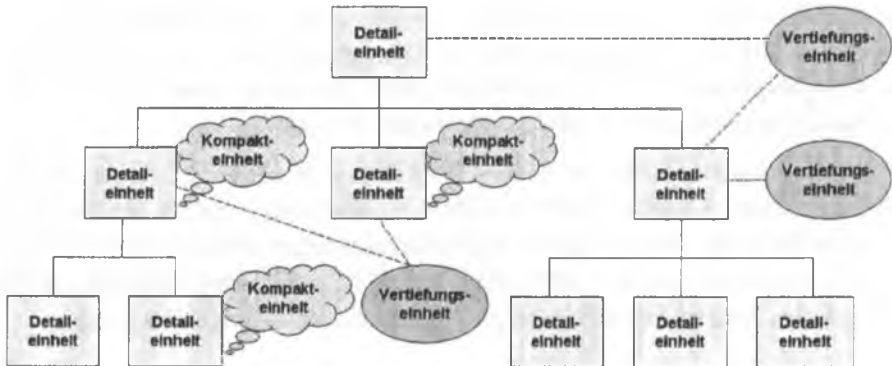


Abbildung 22: Beziehungen zwischen Informationseinheiten

ordneten Knoten vorzustoßen.⁴¹¹ Kompakteinheiten sind, soweit vorhanden, unmittelbar an Detail-einheiten angebunden. Vertiefungseinheiten schließlich entziehen sich vollständig der stufenweisen Rangordnung. Sie können, je nach Bedarf, mit einer oder mehreren Einheiten beliebigen Typs verknüpft sein.

Primärinhalte und Netzstrukturen, d.h. Informationseinheiten sowie sämtliche interhypertextuelle Verknüpfungen zwischen ihnen, sind innerhalb von Tabellen eines relationalen Datenbanksystems (RDBMS) abgelegt. Die datenbankbasierte Organisation der Strukturen, im vorliegenden Fall also die Verwaltung der typisierten *GRAMMIS*-Hyperlinks, wird in Abschnitt 8.4.5 noch eingehend erläutert. Doch zunächst sollen diejenigen Tabellen vorgestellt werden, in denen die eigentlichen (textuellen) Inhalte, angereichert um notwendige und nützliche Meta-Informationen, beheimatet sind. Für die systematische Grammatik sind dies *TB_INFODOK* und *TB_VERTIEFUNGSDOK*. Um die gewählte Vorgehensweise gegenstandsgerecht zu beschreiben, empfiehlt sich an dieser Stelle ein Blick auf deren physikalische Tabellenarchitektur.

Die nachfolgende Kurzbeschreibung verdeutlicht Zweck und inhaltliche Belegung der einzelnen Tabellenspalten. Auf verschiedene datenbankspezifische Aspekte der Implementierung wird jedoch hier wie auch im weiteren Verlauf dieses Kapitels weitestgehend verzichtet, da eine entsprechend umfassende Darstellung aller technischen Details als nicht zwingend notwendig

⁴¹¹ Die in Abschnitt 8.3 wiedergegebene Untersuchung der Einstiegswege von *GRAMMIS*-Nutzern bestätigt im Übrigen diese Vorgehensweise.

für das Verständnis der gewählten Lösung erscheint. In diesen bewusst „vernachlässigten“ Bereich fallen etwa Angaben über die gewählten Objekt- und Datentypen, Indizes, Constraint-Klauseln – also die Definition von Spaltenbedingungen (*UNIQUE*, *NOT NULL*, etc.), Primärschlüsseln (*primary keys*) oder Fremdschlüsseln (*foreign keys*) – sowie Tabellen-Trigger.⁴¹² Für den einschlägig interessierten Leser sei jedoch auf Abbildung 23 hingewiesen. Dort findet sich nicht nur ein vollständiger grafischer Überblick über die relevanten Datenbanktabellen der *GRAMMIS*-Hypertextbasis, vielmehr dokumentiert das Diagramm auch die Primärschlüssel und zwingend zu belegenden Spalten sowie Beziehungen zwischen Tabellenspalten in Form von Fremdschlüsseln.

Die Tabelle *TB_INFODOK* enthält sämtliche Kompakt- und Detailsinheiten der systematischen Grammatik, wobei parallele Kompakt- und Detailknoten zur gleichen Thematik in einem gemeinsamen Datensatz abgespeichert werden dürfen. Die XML-Instanzen bleiben dabei unaufgeteilt in einem Stück erhalten.⁴¹³ Ihnen werden in diesem Fall die selben beschreibenden Zusatzinformationen, wie z.B. Schlüsselnummer (ID), Schlagworte oder Zugriffsrechte, zugeordnet. Die einzelnen Tabellenspalten nehmen folgende Inhalte auf:

- **CO_ID:** Eindeutiger Schlüssel (ID) für den Datensatz/Knoten.
- **CO_TITEL:** Titel (Überschrift) des Knotens.
- **CO_AUTOR:** Name des Verfassers.
- **CO_DATUM:** Erstellungsdatum des Knotens.
- **CO_MODALITÄT:** Datum der letzten Modifikation.
- **CO_INHALT:** Inhalt des Detailknotens (XML-Format).
- **CO_KOMPAKT:** Inhalt des parallelen Kompaktknotens (XML-Format).
- **CO_LESERECHT:** Angabe der Leseberechtigungen im WIS. *w* (*world*) gibt die Inhalte öffentlich frei; *g* (*group*) berechtigt nur das *GRAMMIS*-Autorenteam, *u* (*user*) nur den Benutzer, der den Knoten auch verfasst hat, zum lesenden Zugriff.

⁴¹² Vgl. hierzu Date (2000).

⁴¹³ Vgl. die Vorstellung der beiden möglichen Konzepte in Abschnitt 7.3.3.

- **CO_BEARBEITUNGSRECHT:** Angabe der Modifikationsrechte, wobei 0 nur dem Verfasser und 1 dem Autorenteam ändernden Zugriff gewährt.

In der Tabelle *TB_VERTIEFUNGS**DOK* werden die Vertiefungseinheiten der systematischen Grammatik verwaltet. Die Spaltendefinitionen orientieren sich naheliegenderweise weitestgehend an der Verfahrensweise bei Kompakt- und Detailsinheiten:

- **CO_ID:** Eindeutiger Schlüssel (ID) für den Vertiefungsknoten.
- **CO_TITEL:** Titel (Überschrift) des Vertiefungsknotens.
- **CO_AUTOR:** Name des Verfassers.
- **CO_DATUM:** Erstellungsdatum des Vertiefungsknotens.
- **CO_MODALDATUM:** Datum der letzten Modifikation.
- **CO_INHALT:** Inhalt des Vertiefungsknotens (XML-Format).
- **CO_LESERECHT:** Angabe der Leseberechtigungen.
- **CO_BEARBEITUNGSRECHT:** Angabe der Modifikationsrechte.

Ergänzt werden diese beiden zentralen Dokumententabellen um eine Konstruktion für die Verwaltung von knotenspezifischen Schlagworten. Eine verbindliche Liste sämtlicher für die systematische Grammatik verfügbaren Schlagworte befindet sich in einer recht simplen, nur eine Spalte umfassenden Lookup-Tabelle namens *TB_SCHLAGWORTLISTE*:

- **CO_WORT:** Eindeutige textuelle Repräsentation eines Schlagworts.

Die Kodierung der 1:m-Verknüpfungen zwischen Schlagworten und Inhalts-Dokumenten übernimmt Tabelle *TB_SCHLAGWORT*:

- **CO_ID:** Schlüssel (ID) einer Informationseinheit.
- **CO_WORT:** Schlagwort aus der Schlagwortliste, welches der Informationseinheit zugeordnet werden soll.
- **CO_TYP:** Typ der Informationseinheit (hierbei steht *d* für eine Kompakt- oder Detailsinheit und *v* für eine Vertiefungseinheit).

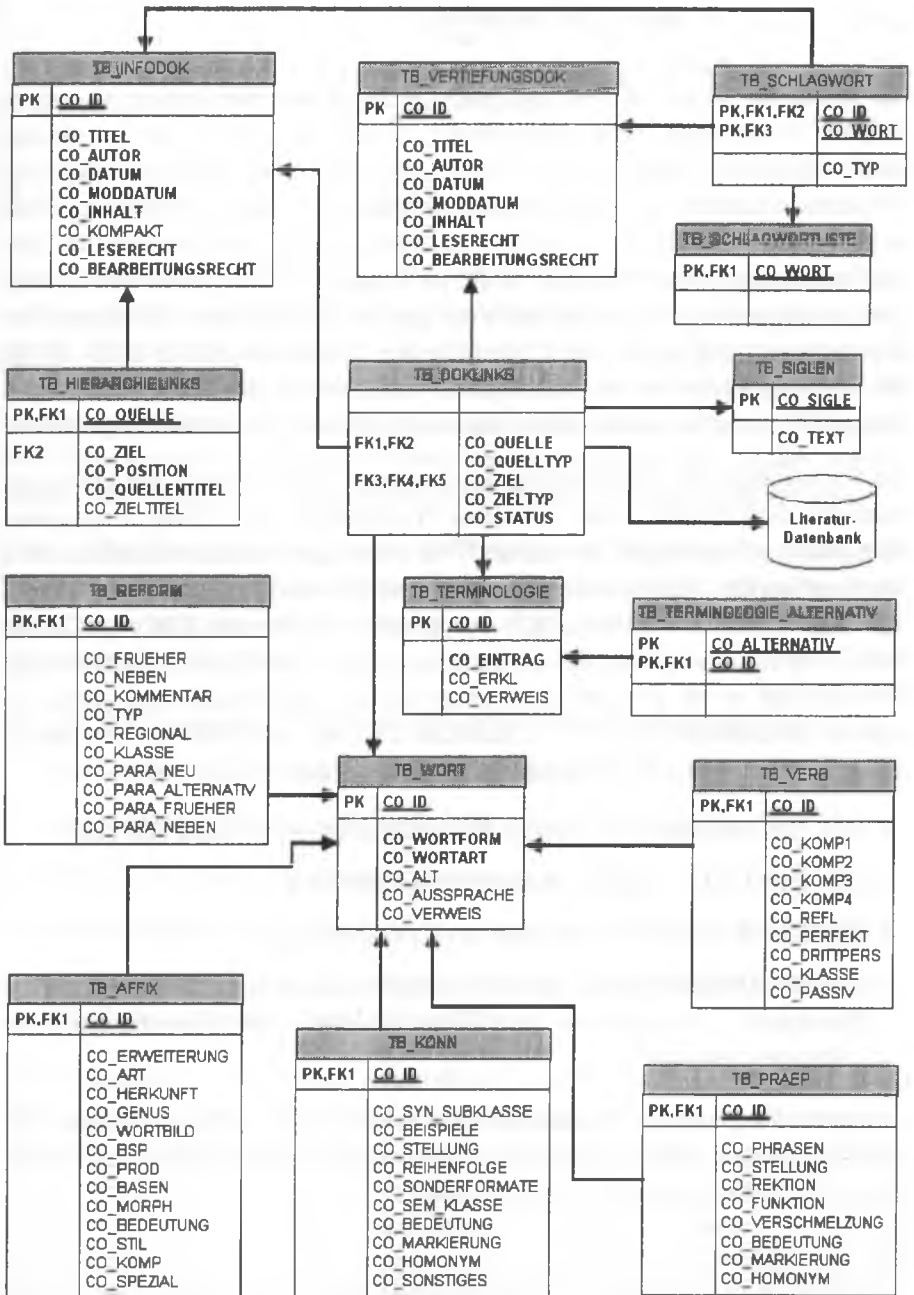


Abbildung 23: Tabellenstruktur der GRAMMIS-Hypertextbasis

8.4.2 Das terminologische Wörterbuch

Im terminologischen Wörterbuch soll der Informationssuchende zu ausgewählten Fachtermini kurz und prägnant formulierte Definitionen vorfinden. In der Hauptsache handelt es sich dabei um Erklärungen zu Ausdrücken aus Hypertexteinheiten der systematischen Grammatik. Diese Eingrenzung ist allerdings nicht verpflichtend; selbstverständlich steht es den Autoren bei Bedarf und freier Arbeitskapazität offen, auch gängige Fachtermini aus anderen thematisch verwandten und relevanten Quellen aufzunehmen. In diesem Zusammenhang ging es bei der Konzeption der Datenbankstruktur auch um die Zielsetzung, alternative terminologische Bezeichnungen für identische bzw. ähnliche Phänomene unter einem gemeinsamen Dach verwalten zu können.

Im Unterschied zur Speicherung der hypertextuellen Knoten für die systematische Grammatik, deren textuellen Primärinhalte ja in Form zusammenhängender, gültiger XML-Instanzen⁴¹⁴ in einem gemeinsamen Datensatzfeld abgelegt werden, verteilen sich die Inhalte des terminologischen Wörterbuchs auf mehrere Tabellenspalten. Für den zumeist nur wenige Sätze umfassenden Erklärungstext selbst erschien keine gesonderte Strukturierung notwendig. Deshalb darf er als Freitext eingegeben werden, angereichert um gestalterische HTML-Markierungen.⁴¹⁵ Sämtliche Einträge residieren in der Tabelle *TB_TERMINOLOGIE*, die folgenden Aufbau aufweist:

- **CO_ID:** Eindeutiger Schlüssel (ID) eines terminologischen Eintrags.
- **CO_EINTRAG:** Der zu erklärende Fachterminus.
- **CO_ERKL:** Der Erklärungstext im HTML-Format.
- **CO_VERWEIS:** Verweis auf eine Informationseinheit der systematischen Grammatik – repräsentiert durch ihren ID-Wert –, die weiterführende Erklärungen bereithält.

Zu jedem Fachterminus können beliebig viele alternative Bezeichnungen angegeben werden. Diese finden sich in der relational verknüpften Datenbanktafel *TB_TERMINOLOGIE_ALTERNATIV*:

⁴¹⁴ Gültigkeit als Weiterführung der Wohlgeformtheit von XML-Dokumenten wird in Abschnitt 4.5.1 eingeführt.

⁴¹⁵ Vgl. hierzu Abschnitt 8.5.2.

- **CO_ID:** Schlüssel (ID) des terminologischen Eintrags.
- **CO_ALTERNATIV:** Alternativausdruck oder thematisch verwandte Bezeichnung für den jeweiligen Fachterminus.

8.4.3 Die lexikalischen Wörterbücher

Die lexikalischen Wörterbücher übernehmen die Bereitstellung morphologischer, syntaktischer und orthografischer Informationen zu Lemmata der deutschen Sprache. Im Einzelfall – so etwa bei Funktionswörtern – sind auch Bedeutungsbeschreibungen sowie Regeln und Beispiele zur praktischen Verwendung in Sätzen vorgesehen. Alle diese Angaben werden unabhängig von den Hyperknoten der systematischen Grammatik gespeichert, sollen zur Rezeptionszeit jedoch automatisch und flexibel mit diesen verknüpfbar sein.

Die vielfältigen und umfangreichen lexikalischen Informationen verteilen sich, im Prinzip ähnlich wie beim terminologischen Wörterbuch, auf mehrere miteinander verknüpfte Tabellen. Zentraler Ausgangspunkt für Eingabe und Abfrage ist dabei *TB_WORT*:

- **CO_ID:** Eindeutiger Schlüssel (ID) eines Wörterbucheintrags.
- **CO_WORTFORM:** Die zu beschreibende Wortform.
- **CO_WORTART:** Klassifikatorische Kategorie des Eintrags.
- **CO_ALT:** Alternative Schreibweise der Wortform.
- **CO_AUSSPRACHE:** Angaben zur Aussprache/Betonung des Eintrags.
- **CO_VERWEIS:** Verweis auf eine thematisch nahestehende Informationseinheit der systematischen Grammatik.

Die vorstehend beschriebenen Inhaltsfelder sind Bestandteil eines jeden Eintrags im lexikalischen Wörterbuch. Darüber hinaus sind, je nach Eintragskategorie, zusätzliche Angaben erlaubt, die in separaten Tabellen abgelegt werden. Die Verknüpfung erfolgt – wie in Abbildung 23 skizziert – jeweils über den Primärschlüssel eines Wörterbucheintrags. Bei der Ausgestaltung der meisten Zusatzfelder sind, wie schon bei den terminologischen Erklärungen, HTML-Auszeichnungen erlaubt. Ohne an dieser Stelle detailliert auf die lexikografischen Hintergründe und Entscheidungswege der Modellierung eingehen zu

wollen,⁴¹⁶ folgt nun zur besseren Nachvollziehbarkeit des Umfangs und der angestrebten Funktionalität eine kurzgefasste Dokumentation der Datenbanktabellen für die einzelnen Wörterbuch-Kategorien.

Den Anfang macht dabei Tabelle *TB_AFFIX*, in der spezifische Angaben zu Wortbildungs-Affixen in der deutschen Sprache hinterlegt werden:

- **CO_ID:** Primärschlüssel des Wörterbucheintrags aus *TB_WORT*.
- **CO_ERWEITERUNG:** Angaben über die Affixerweiterungen.
- **CO_ART:** Angaben zur Art des Affixes.
- **CO_HERKUNFT:** Angaben zur Herkunft.
- **CO_GENUS:** Genusfestlegung durch das Affix.
- **CO_WORTBILD:** Wortart des Wortbildungsprodukts.
- **CO_BSP:** Beispiele und Beispielverwendungen.
- **CO_PROD:** Verwendung und Produktivität des Affixes.
- **CO_BASEN:** Mit dem Affix üblicherweise kombinierbare Basen.
- **CO_MORPH:** Morphologische Besonderheiten der Kombination.
- **CO_BEDEUTUNG:** Bedeutung des Wortbildungsprodukts.
- **CO_STIL:** Stilistische Markierung.
- **CO_KOMP:** Komplementäre/konkurrierende Affixe.
- **CO_SPEZIAL:** Zusätzliche Angaben, z.B. Spezialliteratur.

Die in der Tabelle *TB_KONN* gesammelten Angaben zu semantischen und syntaktischen Eigenschaften der im lexikalischen Wörterbuch eingetragenen Konnektoren verteilen sich auf folgende Tabellenspalten:

- **CO_ID:** Primärschlüssel des Wörterbucheintrags aus *TB_WORT*.
- **CO_SYN_SUBKLASSE:** Angabe zur syntaktischen Subklasse.

⁴¹⁶ Dies kann aus verständlichen Gründen nicht Inhalt der vorliegenden Arbeit sein und bleibt den beteiligten Autoren vorbehalten. Unsere Betrachtungen konzentrieren sich vielmehr auf die Umsetzung des Modells und die funktionale Einbindung in das Gesamtsystem.

- **CO_BEISPIELE:** Beispiele zur Verwendung.
- **CO_STELLUNG:** Stellung des Konnektors.
- **CO_REIHENFOLGE:** Reihenfolge der Konnekte.
- **CO_SONDERFORMATE:** Besondere Formate der Konnekte.
- **CO_SEM_KLASSE:** Angaben zur semantischen Klasse.
- **CO_BEDEUTUNG:** Angaben zur Bedeutung.
- **CO_MARKIERUNG:** Stilistische Markierung.
- **CO_HOMONYM:** Homonyme Lemmata.
- **CO_SONSTIGES:** Sonstige Angaben ohne genauere Festlegung.

Tabelle *TB_PRAEP* kodiert spezifische Informationen zu den Präpositionen im lexikalischen Wörterbuch:

- **CO_ID:** Primärschlüssel des Wörterbucheintrags aus *TB_WORT*.
- **CO_PHRASEN:** Angaben zur Phrasenbildung, also z.B. *Präposition + NP*, + *ProNP*, + *Adverbphrase* oder + *PP*.
- **CO_STELLUNG:** Angaben zur Stellung: *Anteposition*, *Postposition* oder *Zirkumposition*.
- **CO_REKTION:** Angaben zur Kasusreaktion.
- **CO_FUNKTION:** Vorkommen/Funktion der mit der Präposition gebildeten Präpositionalphrase.
- **CO_VERSCHMELZUNG:** Verschmelzung mit Artikeln.
- **CO_BEDEUTUNG:** Angaben zur Bedeutung.
- **CO_MARKIERUNG:** Stilistische Markierung.
- **CO_HOMONYM:** Homonyme Lemmata.

In der Tabelle *TB_VERB* finden sich grundlegende grammatikalische Informationen zu ausgewählten deutschen Verben.⁴¹⁷

⁴¹⁷ Die nachfolgende Tabellenbeschreibung lässt erkennen, dass bei der Datenorganisation offensichtlich noch nicht alle Möglichkeiten eines relationalen DBMS ausgereizt wurden. Dies

- **CO_ID:** Primärschlüssel des Wörterbucheintrags aus *TB_WORT*.
- **CO_KOMP1:** Belegung der ersten Komplementstelle.
- **CO_KOMP2:** Belegung der zweiten Komplementstelle.
- **CO_KOMP3:** Belegung der dritten Komplementstelle.
- **CO_KOMP4:** Belegung der vierten Komplementstelle.
- **CO_REFL:** Reflexiv (*ja/nein*).
- **CO_PERFEKT:** Perfektbildung (*haben/sein*).
- **CO_DRITTPERS:** Nur in dritter Person Sg. verwendbar (*ja/nein*).
- **CO_KLASSE:** Flexionsklasse.
- **CO_PASSIV:** Angaben zur Passivfähigkeit (*mit Subjekt, Subjektloses Passiv, kein Passiv*).

Eine inhaltliche Sonderstellung nimmt Tabelle *TB_REFORM* ein. Hier geht es, im Unterschied zu den vorstehend aufgezählten Konstruktionen, nicht um das Speichern von Wortformen, die einer gemeinsamen Wortartenklasse zugeordnet werden können. Vielmehr stellt diese Datensammlung eine Ergänzung der *GRAMMIS*-Informationseinheiten zur deutschen Rechtschreibung dar. Die Inhalte der Tabelle umfassen die nach der Rechtschreibreform von 1998 geänderten Wörter,⁴¹⁸ unabhängig von deren Wortart, inklusive der früheren oder alternativen Schreibungen sowie der zugehörigen Rechtschreibregeln.

Die Zugriffsmaske für die Recherche in diesen Informationen wurde zwar bewusst von der Benutzeroberfläche der übrigen, rein grammatischen Wörterbücher getrennt.⁴¹⁹ Die interne Speicherung jedoch greift aufgrund gleichartiger Datenstrukturen gleichermaßen auf die zentrale Wortformen-Tabelle *TB_WORT* zurück. *TB_REFORM* enthält folgende zusätzliche Spalten:

gilt insbesondere hinsichtlich der Speicherung von Angaben zur Verbvalenz (Komplementstellen), deren Anbindung idealerweise vermittels einer zusätzlichen Relation modelliert werden sollte; vgl. hierzu z.B. Chen/Knöll (1991). Ein diesbezüglich ausgefeilteres Datenmodell samt Beschreibung seiner praktischen Implementierung wird in Schneider (1997) vorgestellt. Für die Zielsetzung von *GRAMMIS* genügt jedoch das gewählte, jederzeit erweiterungsfähige Modell.

⁴¹⁸ Vgl. Heller (1996) und Internationaler Arbeitskreis für Orthographie (1996).

⁴¹⁹ Siehe hierzu Abschnitt 8.8.4.

- **CO_ID:** Primärschlüssel des Wörterbucheintrags aus *TB_WORT*.
- **CO_FRUEHER:** Frühere Schreibweise des Wortes.
- **CO_NEBEN:** Nebenform zur Schreibung in *TB_WORT*.
- **CO_KOMMENTAR:** Kommentar zum Eintrag.
- **CO_TYP:** Änderungstyp (also z.B. *Getrennt- und Zusammenschreibung, Groß- und Kleinschreibung, Laut-Buchstaben-Änderung* usw.).
- **CO_REGIONAL:** Regionale Geltungsbeschränkung.
- **CO_KLASSE:** Genauere Klassifikation (*Verbindungen mit Verben, Zusammensetzungen mit Adjektiven, ss-ß-Schreibung* usw.).
- **CO_PARA_NEU:** Zugehöriger Paragraph im Regelwerk.
- **CO_PARA_ALTERNATIV:** Paragraph zur alternativen Schreibweise in *TB_WORT*.
- **CO_PARA_FRUEHER:** Paragraph zur früheren Schreibweise.
- **CO_PARA_NEBEN:** Paragraph zur Nebenform.

8.4.4 Die bibliografische Datenbank

Die in das Informationssystem *GRAMMIS* integrierte bibliografische Datenbank basiert im Wesentlichen auf der am IDS in Mannheim gepflegten *Bibliografie zur deutschen Grammatik (BDG)*. Initiiert und aufgebaut als ursprünglich SGML-basierte Datensammlung, wird diese umfassende Zusammenstellung wissenschaftlicher Publikationen zur deutschen Grammatik seit 1999 mit Hilfe eines relationalen Datenbankmanagementsystems (RDBMS) verwaltet und fortlaufend aktualisiert.⁴²⁰ Die einzelnen Publikationseinträge enthalten neben den einschlägigen bibliografischen Angaben zu Autor, Titel, Erscheinungsjahr, Verlag und Verlagsort eine Reihe zusätzlicher Daten. Hierzu zählen Schlagworte, Objektwörter und andere Meta-Informationen, die dem Informationssuchenden bei der gezielten Recherche von Nutzen sein sollen. Insgesamt umfasst die BDG-Datenbank weit mehr als 10.000 Einträge mit einem Erfas-

⁴²⁰ Vgl. Eisenberg/Gusovius (1985), Eisenberg/Gusovius (1988), Eisenberg/Wiese (1995) und Froesch et al. (2003).

sungszeitraum ab 1965. Punktuell angeschlossen sind weiterhin verschiedene Spezialbibliografien, etwa eine Bibliografie zu Konnektoren sowie eine Literatursammlung zu Präpositionen.

Eine detaillierte Dokumentation und Erläuterung von Tabellenstruktur und Verwaltungsmechanismen der BDG-Datenbank würde den Rahmen der vorliegenden Publikation übersteigen. Die Vorstellung der gewählten Vorgehensweise bei Modellierung und Implementierung erfolgte auch bereits an anderer Stelle.⁴²¹ Auf die gesammelten bibliografischen Informationen greift *GRAMMIS* nicht nur zur Rezeptionszeit zurück, etwa um einzelne in den Informationseinheiten enthaltene Literaturangaben aufzulösen. Bereits im Vorfeld, d.h. im Rahmen der *GRAMMIS*-eigenen Hyperlink-Datenbank,⁴²² konsultiert das System regelmäßig die BDG-Daten, um kodierte Hyperlinks zu grammatischer Fachliteratur auf ihre Gültigkeit hin zu überprüfen.

Dieser Zusammenhang gilt ebenfalls für die Integration der BDG-unabhängigen Siglen-Datenbank. In ihr werden kurze Literatursiglen, d.h. Kombinationen aus Buchstaben und Ziffern, zur Kennzeichnung von in *GRAMMIS*-Informationseinheiten verwendeten, nicht-grammatischen Literaturangaben verwaltet. Die Siglen lassen sich auf diese Weise zur Rezeptionszeit relativ unkompliziert auflösen. Als Speicherort dient die sehr einfach aufgebaute Tabelle *TB_SIGLEN*:

- **CO_SIGLE:** Eindeutiger Sigleneintrag.
- **CO_TEXT:** Zugehörige bibliografische Angaben als Freitext.

8.4.5 Hyperlinks in *GRAMMIS*

Die Leistungsfähigkeit aller hypertextuellen Anwendungen, und mithin auch von *GRAMMIS*, hängt in besonderem Maße von der Qualität der verfügbaren Hyperlinks ab. Wie in Kapitel 6 herausgestellt wurde, gestalten sich allerdings gerade in komplexeren Systemen die Link-Klassifizierung sowie die effiziente Verwaltung typisierter Verknüpfungen nicht unbedingt einfach. Dies gilt insbesondere für das WWW und seine ebenfalls bereits angesprochenen limitierten

⁴²¹ Siehe die entsprechende Dokumentation in Schneider (2000).

⁴²² Siehe hierzu den folgenden Abschnitt 8.4.5.

Hyperlink-Möglichkeiten. Folgende Bemerkung kennzeichnet die aus diesem Umstand resultierende eher pessimistische Grundeinstellung vieler Web-Entwickler:

Links are almost like thoughts, difficult to follow, hard to control. (Schmitt, 2001, S. 39)

Als Lösungsmöglichkeit für das Problem der Link-Verwaltung bietet sich die gezielte Modellierung von knotenübergreifenden, vielseitig abfragbaren Hyperlink-Datenbanken an. Eine solche Komponente ist folglich auch ein unverzichtbarer und zentraler Bestandteil der GRAMMIS-Hypertextbasis. In ihr werden sämtliche Hyperlinks typisiert und abgelegt, die für die Informationseinheiten der systematischen Grammatik relevant sind. Dazu zählen gleichermaßen hierarchische Links, d.h. Ordnungsbeziehungen zur Modellierung einer hierarchisch gegliederten Hypertextstruktur,⁴²³ wie auch nicht-hierarchische Verweise. Ziel dieser Lösung ist es, den Anwender vor dem Auftreten von „Dead Links“ zu bewahren und zur Rezeptionszeit nur solche Links anzubieten, deren Korrektheit automatisch überprüft wurde. Außerdem erlaubt eine separate und fachgerechte Ablage von Verknüpfungen den bequemen Zugriff auf sämtliche Link-Eigenschaften wie z.B. Link-Quelle, -Ziel oder -Typus. Damit bildet sie die Basis für Verknüpfungsübersichten, statistische Auswertungen oder eine benutzeradaptive Linkpräsentation in Hypertexteinheiten.

Gesammelt und maschinell analysiert werden sowohl intra- wie auch interhypertextuelle Verknüpfungen, also Verweise innerhalb von Informationseinheiten und zwischen verschiedenen Informationseinheiten der im lokalen Zugriff befindlichen Hypertextbasis.⁴²⁴ Extrahypertextuelle Verknüpfungen, also Verweise aus der Hypertextbasis heraus ins WWW, werden aufgrund des damit verbundenen technischen Aufwands nicht auf ihre Korrektheit hin überprüft.⁴²⁵ Das verwendete Datenmodell basiert durchgängig auf 1:1-Links. Andere Beziehungsverhältnisse wie 1:n-, n:1- und insbesondere n:m-Verknüp-

⁴²³ Laut Kuhlen (1991, S. 124) ist dies eine erfolversprechende Maßnahme, um den Zugriff auf Hypertextinhalte effektiver zu gestalten.

⁴²⁴ Zur Unterscheidung von Hyperlinks aufgrund der Zielposition vgl. Abschnitt 6.5.

⁴²⁵ Dies ist bei entsprechender Zielsetzung jedoch prinzipiell änderbar und hängt in erster Linie von der zur Verfügung stehenden Rechenleistung sowie der Bandbreite des Internet-Anschlusses ab.

fungen lassen sich, wie bereits in Abschnitt 6.4.4 beschrieben, im WWW nur schwer oder gar nicht visualisieren. Deshalb werden sie auch nicht als eigenständige Linktypen abgespeichert, sondern bei Bedarf flexibel aus den vorhandenen Daten der Hyperlink-Datenbank generiert.

Die hierarchischen Beziehungen zwischen den Detail- bzw. Kompaktknoten organisiert Tabelle *TB_HIERARCHIELINKS*.⁴²⁶ In ihr befinden sich strukturelle Festlegungen, die für die automatische Zusammenstellung von gegliederten Inhaltsverzeichnissen, „Fish-eye-Views“⁴²⁷ und anderen Navigationshilfen benötigt werden. Folgende Tabellenspalten übernehmen das Kodieren der Beziehungen:

- **CO_QUELLE:** Schlüssel (ID) eines Kompakt-/Detailknotens.
- **CO_ZIEL:** Schlüssel (ID) des hierarchisch übergeordneten Knotens; 0 wenn es keinen übergeordneten Knoten gibt.
- **CO_POSITION:** Horizontale Position/Reihenfolge für Knoten, die mehrere „Geschwisterknoten“ mit identischen übergeordneten Einheiten besitzen.
- **CO_QUELLENTITEL:** Titel/Überschrift des Kompakt- bzw. Detailknotens.
- **CO_ZIELTITEL:** Titel/Überschrift des übergeordneten Kompakt- bzw. Detailknotens.

Unter Zuhilfenahme dieser Daten lässt sich nun beispielsweise mit einfachen Mitteln zur Laufzeit eine kaskadierende Übersicht berechnen und visualisieren, die jede Informationseinheit – eindeutig identifizierbar anhand ihrer ID-Nummer – im Kontext der über- und untergeordneten Knoten anzeigt. Das folgende rekursiv aufgebaute Programmskript erledigt diese Aufgabe und bereitet das Ergebnis für eine Präsentation in einem WWW-Browser auf.⁴²⁸ Beachtenswert ist hier die enge Verzahnung der mächtigen SQL-Abfragesyntax

⁴²⁶ Vgl. auch die Darstellung der Tabellenstruktur in Abbildung 23.

⁴²⁷ Siehe hierzu auch Abschnitt 2.2.1.

⁴²⁸ Bei der Formulierung des Programmbeispiels wurde auf die für das eingesetzte DBMS *Oracle* populäre prozedurale Programmiersprache PL/SQL zurückgegriffen, die die direkte Einbettung von SQL-Statements erlaubt. Eine Abbildung mit dem visuellen Ergebnis des Skripts findet sich in Abschnitt 8.8.1.

(*select...*) mit der finalen Präsentation, was eine rasche und trotzdem zuverlässige Umsetzung des Vorhabens erlaubt:

```

procedure baum1 (id in number) is
  cursor c1 is
    select co_quelle, co_quellentitel
    from tb_hierarchielinks
    where co_ziel=0
    order by co_position;
  liste ltyp := ltyp ();

begin
  machliste(liste, id);
  http.ulistOpen;
  for h1 in c1 loop
    http.listitem(h1.co_quellentitel);
    if h1.co_quelle = liste(liste.count) then
      baum2(liste, id);
    end if;
  end loop;
  http.ulistclose;
end baum1;

procedure baum2 (liste in ltyp, id in number) is
  cursor c1 is
    select co_quelle, co_quellentitel
    from tb_hierarchielinks
    where co_ziel=liste(liste.count)
    order by co_position;
  neuliste ltyp := ltyp ();

begin
  neuliste := liste;
  neuliste.trim(1);
  http.ulistOpen;
  for h1 in c1 loop
    http.listitem(h1.co_quellentitel);
    if (neuliste.count>=1) and
      (h1.co_quelle=neuliste(neuliste.count)) then
      baum2(neuliste, id);
    end if;
  end loop;
  http.ulistclose;
end baumverzweig2;

```

```

procedure machliste(liste in out ltyp,
                   id in number) is
    ziel number;
begin
    liste.extend;
    liste(liste.count) := id;
    select co_ziel into ziel from tb_hierarchielinks
        where co_quelle = id;
    if ziel != 0 then
        machliste(liste,ziel);
    end if;
end machliste;

```

Die nicht-hierarchischen Links sämtlicher Einheiten der Hypertextbasis werden in Tabelle *TB_DOKLINKS* abgelegt. Neben den eindeutigen Adressen von Ausgangspunkt und Verweisziel speichert die Tabelle auch Angaben über den Typus der Verknüpfung sowie deren aktuellen Status:

- **CO_QUELLE:** Schlüssel (ID) des Ausgangsknotens.
- **CO_QUELLTYP:** Typ des Ausgangsknotens; *k* für Kompakt-, *d* für Detail- und *v* für Vertiefungseinheiten.
- **CO_ZIEL:** Schlüssel (ID) des Zielknotens.
- **CO_ZIELTYP:** Typ des Zielknotens; neben Kompakt-, Detail- und Vertiefungseinheiten (*k*, *d*, *v*) kann dies auch ein Wörterbucheintrag (*t* bei Verweisen in das terminologische Wörterbuch, *w* bei Verweisen in die lexikalischen Wortformensammlungen) oder ein Datensatz aus der Literaturdatenbank (*a* für Aufsätze in der BDG, *b* für Bücher in der BDG, *s* für Siglen) sein.
- **CO_STATUS:** Gültigkeit der Verknüpfung; eine positive Zahl bei Verfügbarkeit von Ausgangs- und Zielknoten, ansonsten 0.

Sämtliche Eintragungen in der Hyperlink-Datenbank werden fortlaufend aktualisiert. Sobald eine neue Informationseinheit zur Hypertextbasis hinzugefügt oder ein bestehender Knoten überarbeitet wird, überprüft ein Parser deren XML-Inhalte, filtert Hyperlink-Anker heraus und trägt diese in die Datenbank ein. Die Autoren können, wie in den folgenden Abschnitten gezeigt werden

soll, die Ergebnisse der automatisierten Hyperlink-Analyse jederzeit einsehen und eventuell falsch eingegebene Anker-Werte umgehend korrigieren.

8.5 Die Autorenkomponente

Die Konzeption einer angemessenen Arbeitsumgebung für die Autoren eines WIS berücksichtigt idealerweise mehrere gleichermaßen relevante Rahmenbedingungen und Zielsetzungen. An erster Stelle gilt es, eine erweiterungsfähige Plattform zur Erledigung aller anfallenden Verarbeitungsschritte und Prozesse im Dokumenten-Lebenszyklus⁴²⁹ zu schaffen. Dies beinhaltet die Unterstützung der Erstellung, Überarbeitung, Versionierung und Freigabe der hypermedialen Inhalte. Wünschenswert erscheint in diesem Zusammenhang eine konsistente Trennung der Behandlung unterschiedlicher Quellmaterialien. Narrative XML-Dokumente etwa erfordern andere Bearbeitungswerkzeuge und Analysemechanismen als lexikalische Datensammlungen.

Weiterhin kann das kooperative Arbeiten in kleineren oder größeren Autorenteamen vorgesehen werden. Dies bedeutet einerseits, dass Autoren bei Bedarf auf die Inhalte ihrer Kollegen zugreifen dürfen, andererseits aber auch, dass dieser Zugriff steuerbar und reglementierbar bleiben muss.⁴³⁰ Im Übrigen muss eine praktikable und verlässliche Lösung für das parallele Bearbeiten von Informationseinheiten gefunden werden, etwa durch das Einrichten einer im Falle laufender Transaktionen greifenden Zugriffssperre.

Schließlich erscheint es gerade bei räumlich verteilt operierenden Autorenteamen als sinnvoll, eine weitestgehend orts- und zeitunabhängige Arbeitsumgebung zu entwerfen. Die Bearbeitung von Inhalten darf dabei nicht von der werktäglichen Präsenz der Autoren an einem bestimmten Rechnersystem abhängig sein. In Anbetracht seiner mittlerweile enormen Verbreitung und Verfügbarkeit rund um die Uhr bietet sich das Internet als ideale Basis einer solchen Lösung an.

Bei Konzeption und Realisierung der *GRAMMIS*-Autorenkomponente wurden diese Überlegungen aufgegriffen und die zentrale Arbeitsumgebung folge-

⁴²⁹ Vgl. hierzu Abschnitt 3.2.

⁴³⁰ Auf Sicherheitsaspekte bei der Ausgestaltung der Zugangsmöglichkeiten geht Abschnitt 8.10 ein. Zur Speicher- und Zugriffssicherheit siehe auch die Abschnitte 7.2.1 und 7.3.2.

richtig weitestgehend Web-basiert, d.h. mit Hilfe dynamischer HTML-Seiten, gestaltet. Zur Ausführung der meisten Arbeitsschritte ist lediglich ein gängiger WWW-Browser erforderlich, ergänzt um lokale Spezialwerkzeuge zur Bearbeitung besonderer, nicht rein textueller Formate. Die folgenden Abschnitte beschreiben die implementierten Verwaltungsmechanismen für die unterschiedlichen inhaltlichen Einheiten.

8.5.1 Inhaltsverwaltung für die systematische Grammatik

Die Autorenkomponente für die systematische Grammatik, also für den Hauptbestandteil der *GRAMMIS*-Hypertextbasis, ermöglicht die Verwaltung der hypertextuellen Informationseinheiten auf Kompakt-, Detail- und Vertiefungsebene. Dazu gehört die Integration eines geeigneten Werkzeugs für die Bearbeitung von XML-Instanzen⁴³¹ wie auch die Programmierung einer Ablaufumgebung für die Anreicherung dieser Dokumente um Meta-Informationen⁴³². Darüber hinaus sollte für das Umgehen mit Bild-, Ton- oder Videomaterial eine zweckmäßige Lösung angeboten werden.

Als erster Schritt bei der Erstellung oder Modifikation eines XML-Dokuments empfiehlt sich die Verwendung eines speziellen XML-Editors, wie in Abbildung 24 dokumentiert. Da jede XML-Instanz grundsätzlich textbasiert ist, wäre auch die direkte Eingabe des Quelltexts in einem Browserfenster, unter Verwendung von HTML-Formularen, denkbar. Dies umso mehr, als das im Hintergrund laufende DBMS einen integrierten XML-Parser besitzt, mit dessen Hilfe sich die eingecheckten Inhalte automatisch bezüglich ihrer Gültigkeit überprüfen ließen. Trotzdem spricht einiges für den erstgenannten Ansatz. Externe XML-Editoren bieten eine Vielfalt nützlicher Funktionen, die sich insgesamt nur mit unverhältnismäßig viel Programmieraufwand als Weblösung implementieren lassen. Dazu zählen, neben der automatischen Validierung bereits während des Schreibens, Angebote zur automatischen Rechtschreibkontrolle sowie verschiedene Dokumentansichten. Interessant ist hierbei die Wahlmöglichkeit zwischen reinem Quelltext, der strukturierten Anzeige mit

⁴³¹ Vgl. Abschnitt 4.5.1.

⁴³² Zur Abgrenzung von Meta-Informationen über Hypertexteinheiten und Markup-Informationen siehe Abschnitt 5.1.

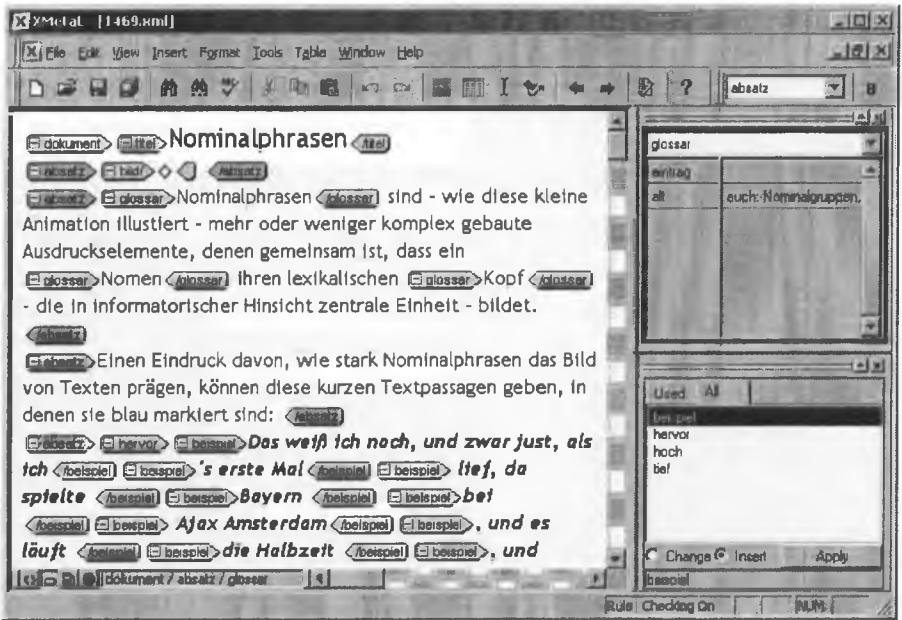


Abbildung 24: Erstellung eines XML-Dokuments

grafisch aufbereiteten Markup-Elementen oder die mittels XSL-Stylesheet⁴³³ formatierte Vorschau auf das spätere Erscheinungsbild im Web-Browser.

Ist eine Informationseinheit erstellt, kann sie in das Informations-Repository eingechekkt werden. Diesen und alle folgenden Arbeitsschritte führt der Autor direkt in seinem Web-Browser durch. Abbildung 25 zeigt die Eingabemaske, in die der Name der einzustellenden Datei eingetragen wird. Auf Knopfdruck lädt das System die Inhalte anschließend via *http*-Protokoll in die Datenbank. Weiterhin lässt sich durch Angabe der über- und nebengeordneten Knoten die Positionierung im Hypernetzwerk exakt festlegen. Für die spätere Recherche dürfen zu jeder Informationseinheit beliebig viele beschreibende Schlagworte aus der separat gepflegten Auswahlliste vergeben werden. Auch die Lese- und Schreibberechtigungen legt der Autor in diesem Formular fest und entscheidet auf diese Weise, ob die Informationseinheit für andere Benutzer als ihn selbst einsehbar bzw. manipulierbar sein soll.

⁴³³ Siehe hierzu Abschnitt 4.5.3.

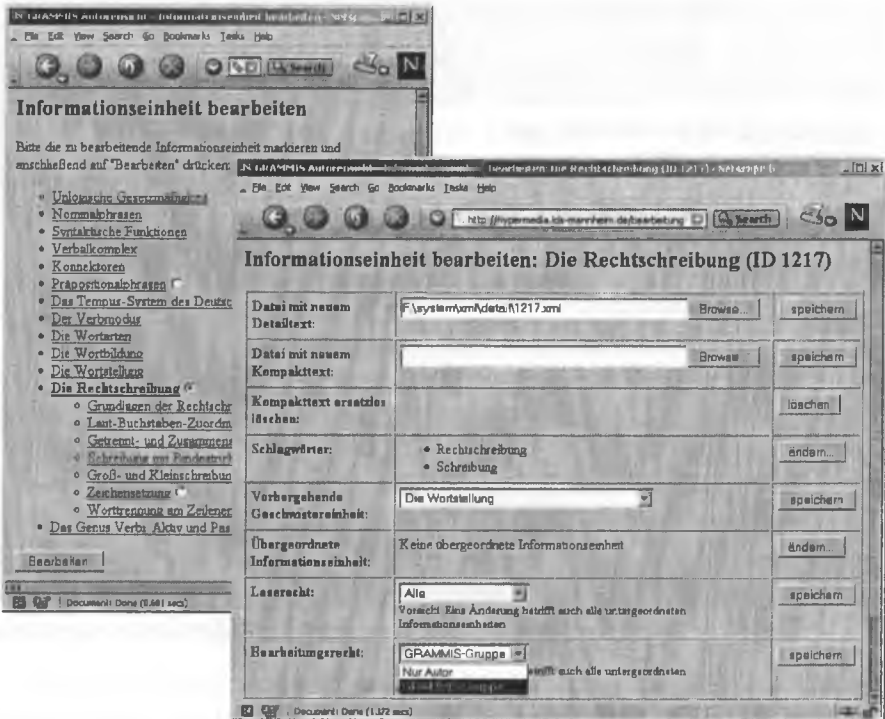


Abbildung 25: Bearbeiten einer Informationseinheit

Einmal eingeecheckt, analysiert der in die Datenbank integrierte XML-Parser die Hypertexteinheit automatisch hinsichtlich ihrer Wohlgeformtheit und Integrität, d.h. ihrer Konformität mit der *GrammisML*-Document Type Definition. Weiterhin wird eine Prozedur aufgerufen, die sämtliche eingebetteten Link-Anker herausfiltert und überprüft. Hierzu bildet das System unter Verwendung des *XML Document Object Models (DOM)* die Struktur des XML-Quelltexts auf einen Dokumentenbaum ab und setzt XPath-Ausdrücke zum Auffinden der Verweisanker und Zieladressen ein.⁴³⁴ Letztere werden auf ihre Erreichbarkeit hin überprüft und die Ergebnisse in die in Abschnitt 8.4.5 besprochene Hyperlink-Datenbank eingetragen. Abbildung 26 zeigt das Resultat dieser Analyse-Operationen, wie es für den Autor auf Wunsch aufbereitet wird.

⁴³⁴ Zu XML DOM und XPath vgl. Abschnitte 4.5, 4.5.3 sowie 7.2.3.

Verweise in Detail-/Kompakteinheiten von Autor

Einheit	Linktyp	Linkziel (ID)	Status
Adjektiv und Partizip (Detailtext ID 1289)	Terminologielink	144	OK
Adjektiv und Partizip (Detailtext ID 1289)	Terminologielink	140	OK
Adjektiv und Partizip (Detailtext ID 1289)	Detaillink	1288	OK
Adjektiv und Partizip (Detailtext ID 1289)	BDG-Aufsatzlink	t288	OK
Adjektiv und Partizip (Detailtext ID 1289)	BDG-Buchlink	t765	OK
Adjektiv und Partizip (Detailtext ID 1289)	Signelink	PROSA1	OK
Verb (Detailtext ID 1288)	Terminologielink	132	OK
Verb (Detailtext ID 1288)	Wörterbuchlink	317	OK
Verb (Detailtext ID 1288)	Terminologielink	136	OK
Zeichensetzung (Detailtext ID 1274)	Terminologielink	53	n/a
Zeichensetzung (Detailtext ID 1274)	Vertiefungslink	893	OK

Dokument | Done (0.08 Sek.)

Abbildung 26: Analyse der Hyperlinks

Ein bedenkenswerter Aspekt bei der Konzeption jeder ambitionierten Dokumenten-Verwaltung ist die Versionenkontrolle und Sicherung (Archivierung) der zu pflegenden Inhalte.⁴³⁵ GRAMMIS löst diese Problemstellung mit Hilfe speziell eingerichteter Backup-Funktionen und -Tabellen. Bei jeder Modifikation der Inhalte eines in der Datenbank gespeicherten Dokuments kopiert das System die alten Werte, ergänzt um den Zeitpunkt der Änderung und den Namen des Bearbeiters, in eine geschützte Backup-Tabelle. Gleiches gilt auch für die Löschung ganzer Informationseinheiten. Die Backup-Tabellen liegen nicht im Zugriffsbereich der Autoren und können im Notfall vom Datenbank-Administrator dazu genutzt werden, irrtümlicherweise geänderte oder gelöschte Daten manuell wiederherzustellen. Bei Bedarf könnten diese Archive auch bei der Implementierung einer Vergleichsfunktion zum Einsatz kommen, die etwa zu jeder vorgenommenen Modifikation exakt die geänderten Werte bzw. Dokument-Abschnitte aufdeckt.

⁴³⁵ Nicht zuletzt deshalb kommt hier ein DBMS zum Einsatz; vgl. Abschnitt 7.3.5.

Auch nicht-textuelle Inhalte – also Bilder, Audio- und Videomaterial – speichert *GRAMMIS* innerhalb der Datenbank mit Hilfe passender Datentypen ab. Für die Bearbeitung von Zusatzmaterial wie z.B. Java-Applets greifen die Autoren über eine sichere Netzwerk-Verbindung auf geschützte Verzeichnisse im Dateisystem des Entwicklungsservers zu und legen dort die für ihre Informationsknoten benötigten Applets ab.⁴³⁶ Der Web-Server ruft die jeweiligen Dateien dann zur Rezeptionszeit auf und stellt sie im Knotenkontext dar. Diese Lösung wurde primär aufgrund ihrer ressourcenschonenden Umsetzbarkeit und einfachen Handhabung dem Einchecken der binären Inhalte in die Datenbank vorgezogen.

8.5.2 Inhaltsverwaltung für das terminologische Wörterbuch

Im Gegensatz zu Informationseinheiten der systematischen Grammatik werden die Hyperknoten des terminologischen Wörterbuchs nicht zunächst als eigenständige Datei erstellt und erst in einem zweiten Arbeitsschritt in die Hypertextbasis eingepflegt.⁴³⁷ Vielmehr nutzt der Autor einen beliebigen Web-Browser, um Einträge online zu erstellen und unmittelbar in den Terminologie-Tabellen zu sichern. Der Grund für diese gewählte Vorgehensweise liegt in der Struktur und im Umfang der betroffenen Daten. Die zu verwaltenden terminologischen Definitionen und Erklärungen weisen bei weitem nicht die interne Komplexität von Kompakt-, Detail- oder Vertiefungsknoten auf. Weiterhin sollen sie auch deutlich kürzer und knapper formuliert werden, benötigen in Datenbank-Tabellen also beispielsweise keine LOB-Felder⁴³⁸, deren Inhalte sich nur sehr umständlich via Web-Formular eingeben und übermitteln lassen. Folglich genügt die in Abschnitt 8.4.2 vorgestellte Speicherlösung.

Für die Erstellung und Modifikation der terminologischen Knoten wurden spezielle Online-Bearbeitungsmasken in Formularform programmiert. Abbildung 27 zeigt ein solches Formular. Dabei wird deutlich, dass bei der Ausgestal-

⁴³⁶ In Zukunft könnte hier auch das innovative *WebDAV*-Protokoll zum Einsatz kommen; vgl. hierzu Abschnitt 7.3.1.

⁴³⁷ Eine entsprechende optionale Erweiterung ist allerdings sowohl für das terminologische Wörterbuch wie auch für die lexikalischen Wörterbücher geplant.

⁴³⁸ LOB = *Large Objects*; Datentyp zur Speicherung sehr großer Textmengen oder Binärdaten.

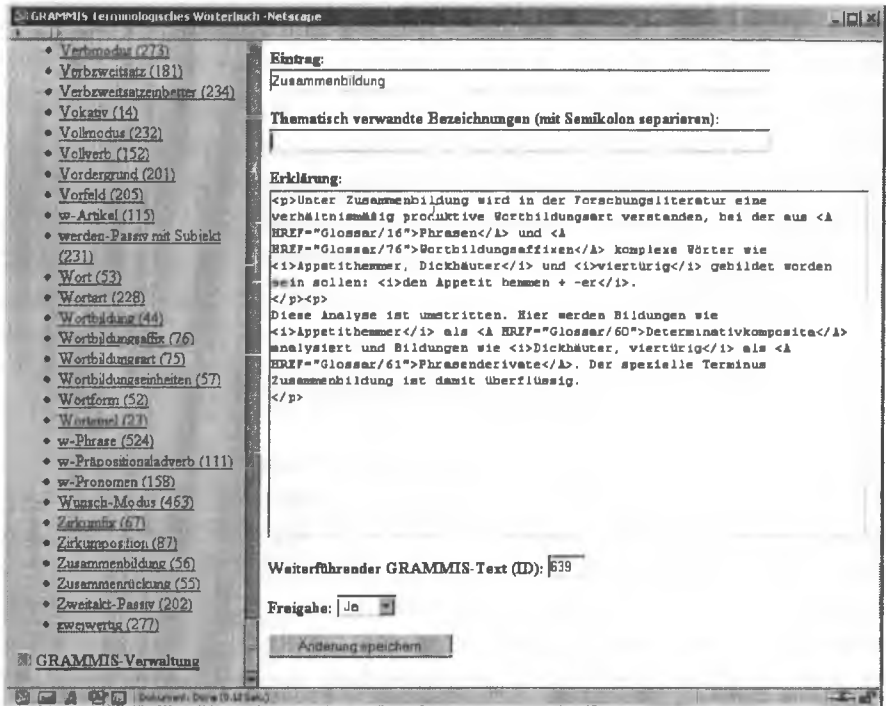


Abbildung 27: Bearbeitungsmaske im terminologischen Wörterbuch

tung des Erklärungstexts einfache aus HTML bekannte Markup-Elemente⁴³⁹ eingesetzt werden können. Für die Einbettung von Verweisen zu anderen Wörterbucheinträgen bedienen sich die Autoren einer besonderen Syntax:

```
<A HREF="Glossar/132">...</A>
```

verweist auf den Terminologie-Eintrag mit der Schlüsselnummer 132,

```
<A HREF="WB/367">...</A>
```

verweist auf einen Knoten im lexikalischen Wörterbuch mit der Schlüsselnummer 367. Zur Kodierung der Beziehung zu einer Informationseinheit der systematischen Grammatik wird deren ID-Nummer in einem eigenen Datenfeld eingetragen. Alle diese Hyperlinks überprüft das System beim Abspeichern auf ihre Gültigkeit.

⁴³⁹ Primär die Konstruktionen <I>...</I> für Kursivschrift, ... für Fettschrift sowie
 für Zeilenumbrüche.

8.5.3 Inhaltsverwaltung für die lexikalischen Wörterbücher

Das hinsichtlich der Bearbeitung und Speicherung für Terminologie-Knoten Gesagte gilt uneingeschränkt auch für Einträge in den lexikalischen Wörterbüchern. Für ihre lexikografischen Aufgaben bedienen sich die Autoren maßgeschneiderter Web-Formulare. Die dort eingegebenen Freitexte dürfen mit rudimentärem HTML-Markup sowie mit Hyperlinks zu anderen Knoten angereichert werden.

8.5.4 Inhaltsverwaltung für die bibliografische Datenbank

Wie in Abschnitt 8.4.4 ausgeführt, umfasst die bibliografische Datenbank sowohl die dem Gegenstandsbereich entsprechend recht komplex aufgebaute *Bibliografie zur deutschen Grammatik (BDG)*⁴⁴⁰, wie auch einen vergleichsweise einfach strukturierten Siglen-Pool für alle Autoren. Die anspruchsvolle Aufgabe der Erfassung und Pflege von BDG-Inhalten obliegt einer eigenverantwortlich tätigen Arbeitsgruppe und ist nicht Bestandteil der Autorentätigkeit. Die Verwaltung der Siglen-Datensammlung dagegen erfolgt durch die Mitglieder des *GRAMMIS*-Autorenteam. In beiden Fällen kommen, analog zum Verfahren bei den terminologischen und lexikalischen Wörterbüchern, speziell konstruierte Web-Formulare zum Einsatz.

8.6 Der *GRAMMIS*-Thesaurus

Um die gezielte Recherche in großen hypertextuellen Netzen zu vereinfachen, empfiehlt sich der Einsatz fachgebietsspezifischer Thesauri.⁴⁴¹ Mit deren Hilfe lassen sich nicht nur exakte Übereinstimmungen mit den eingegebenen Suchausdrücken, sondern auch synonym verwendete oder inhaltlich verwandte Bezeichnungen finden. Digital verwaltete Thesauri werden zumeist entweder in Form strukturierter Textlisten oder aber, sofern ein DBMS verfügbar ist, in relational organisierten Datenbanktabellen abgespeichert. Um die konsistente

⁴⁴⁰ In Buchform publiziert als Eisenberg/Gusovius (1985), Eisenberg/Gusovius (1988), Eisenberg/Wiese (1995) und Frosch et al. (2003).

⁴⁴¹ Eigenschaften und Nutzen von Thesauri diskutiert Abschnitt 5.8.

Pflege und den systemübergreifenden Austausch auf eine solide Basis zu stellen, sollte dabei ihre interne Organisation den einschlägigen ISO-Normen und Standards entsprechen.

Hinsichtlich Form und Pflege unterstützt *GRAMMIS* beide vorstehend genannten Vorgehensweisen. Der für das *WIS* erstellte linguistische Thesaurus kann auf Wunsch als Textdatei erstellt, bearbeitet und mittels eines speziellen Ladeprogramms in das Datenbanksystem eingestellt werden. Dort übernehmen dann interne Prozeduren die Aufgabe, die kodierten Informationen auf entsprechend strukturierte Thesaurus-Tabellen aufzuteilen.⁴⁴² Nachfolgend illustriert ein exemplarischer Ausschnitt aus dem *GRAMMIS*-Thesaurus, wie Beziehungen zwischen Ausdrücken in einer Textdatei festgehalten werden:

```

Rechtschreibung
  NT Zeichensetzung
    NT Doppelpunkt
    NT Gedankenstrich
    NT Komma
    NT Semikolon
Rechtschreibung
  SYN Schreibung
  SYN Orthografie
Zeichensetzung
  SYN Interpunktion
  RT Satzzeichen
Semikolon
  SYN Strichpunkt

```

Alternativ ist auch die Pflege der Thesaurus-Inhalte via Web-Frontend möglich, das direkt auf den Thesaurus-Tabellen in der Datenbank operiert. Diese eigens erstellte Bearbeitungsmaske ermöglicht die parallele Verwaltung mehrerer Thesauri, also sowohl das Arbeiten mit unterschiedlichen fachgebietspezifischen wie auch mit fremdsprachlichen Thesauri. Bei der Benutzung kann der Autor zwischen einer hierarchisch aufgebauten und einer alphabetischen Ansicht umschalten. Die hierarchische Ansicht zeigt die Top-Level-Ausdrücke eines Thesaurus als anklickbare Ausgangspunkte einer navigierbaren Baumstruktur. Die alphabetische Ansicht präsentiert jeden Eintrag separat und listet

⁴⁴² Da das für *GRAMMIS* ausgewählte DBMS *Oracle* bereits Tabellen und Verarbeitungsfunktionen für benutzerdefinierte Thesauri bereitstellt, mussten diese nicht eigens konzipiert werden.

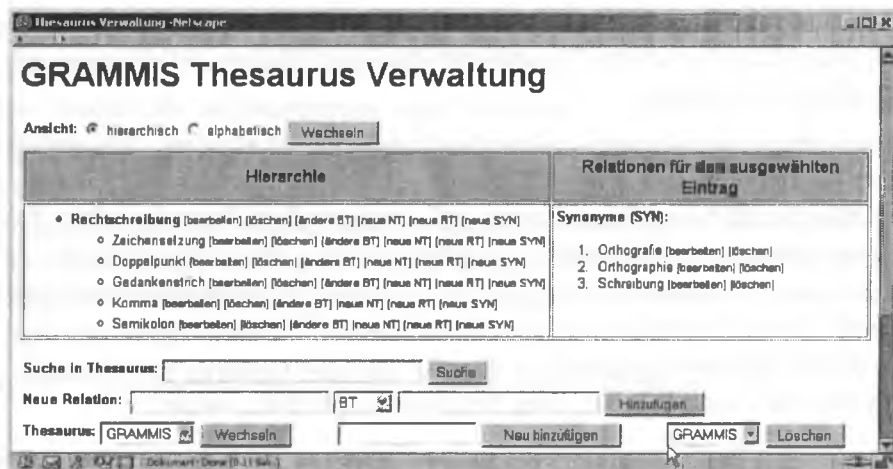


Abbildung 28: Web-Frontend zur Thesaurusverwaltung

sämtliche Beziehungen auf, die ihn mit anderen Einträgen verbinden. Das Web-Frontend, dargestellt in Abbildung 28, kann zusammenfassend zur Erledigung folgender Aufgaben eingesetzt werden:

- 1) Erstellung neuer Thesauri.
- 2) Löschen existierender Thesauri.
- 3) Erstellung von Thesauruseinträgen und Beziehungen zu anderen Einträgen im selben oder einem anderen Thesaurus.
- 4) Modifikation und Löschen bestehender Einträge und Beziehungen.
- 5) Rasches Wechseln zwischen korrespondierenden Einträgen in verschiedenen sprachlichen Thesauri.
- 6) Volltext-Recherche in den Thesauri-Inhalten unter Verwendung von Platzhalterzeichen („Wildcards“).
- 7) Suche nach unerwünschten Beziehungen und Inkonsistenzen wie z.B. unlogischen hierarchischen Beziehungen („Relation Cycles“).

Die derart in die Datenbank eingestellten Thesaurus-Inhalte lassen sich in der Folge für Indizierungs- und Rechercharbeiten innerhalb von *GRAMMIS* nutzen. Um bei unserem obigen Beispiel zu bleiben: Die Suche nach Informationseinheiten, welche das Suchwort „Rechtschreibung“ beinhalten sollen,

findet nun auf Wunsch auch solche Knoten, die statt dessen das Synonym „Orthografie“ oder aber einen untergeordneten Begriff wie „Zeichensetzung“ enthalten.

8.7 Das Autorenforum

Wie bereits in den einleitenden Betrachtungen über die Eigenschaften von Web-Informationssystemen und funktionelle Überschneidungen mit anderen Internet-Angeboten erwähnt,⁴⁴³ besteht auch im Kontext des Online-Publizierens ein grundsätzlicher Bedarf an leistungsfähigen Mechanismen zum computergestützten Meinungs- und Erfahrungsaustausch zwischen den beteiligten Personen. Insbesondere für verteilte, kollaborative Entwicklungsumgebungen sind Strategien der asynchronen, d.h. orts- und zeitunabhängigen, Kommunikation interessant.⁴⁴⁴ Besteht ein Bedarf nach Eingrenzung des zugriffsberechtigten Personenkreises, kann ergänzend ein passender Authentifizierungsmechanismus zum Einsatz kommen. Bekannt sind derartige Ansätze beispielsweise aus Newsgruppen oder Online-Diskussionsforen.⁴⁴⁵

Für *GRAMMIS* wurde eine entsprechende Funktionalität im Rahmen eines geschlossenen, d.h. nicht-öffentlichen Autorenforums umgesetzt, zu dem jeder Autor nach seiner Anmeldung via Benutzername/Passwort am *GRAMMIS*-System Zugang erhält. Im Rahmen dieses Forums können anstehende Fach- und Sachentscheidungen, etwa über die weitere inhaltliche Ausgestaltung der Informationskomponenten, diskutiert oder auch Probleme bei der praktischen Arbeit, also beispielsweise Fragen zum Umgang mit einzelnen für das WIS relevanten Software-Werkzeugen, angesprochen werden. Ein paralleles offenes Diskussionsforum für *GRAMMIS*-Nutzer existiert derzeit nicht; für das Lernsystem *ProGr@mm* wurde allerdings auf Basis des *GRAMMIS*-Autorenforums eine entsprechende Erweiterung implementiert.

Die funktionale Konzeption sowie das Design der Zugriffs-Oberfläche, welches in Abbildung 29 wiedergegeben wird, lehnen sich an Arbeits- und Er-

⁴⁴³ Siehe hierzu Abschnitt 2.1.2.

⁴⁴⁴ Vgl. Burdman (1999).

⁴⁴⁵ Zu Charakteristik der Usenet-Newsgruppen siehe z.B. Winter (1998, S. 277f.).



Abbildung 29: Postings im Autorenforum

scheinungsweise bekannter Online-Foren⁴⁴⁶ an. Diskussionsbeiträge werden zunächst in Online-Formulare eingetragen und anschließend in Form listenförmig angeordneter „Postings“ publiziert. Jeder der zugriffsberechtigten Teilnehmer darf, ebenfalls via Web-Formular, zu einem solchen Posting eine oder auch mehrere Antworten hinzufügen. Diese werden automatisch in chronologischer Abfolge an den initialen Text angehängt und bilden auf diese Weise einen zusammenhängenden Diskussionsstrang.

Realisiert wird die beschriebene Funktionalität mit Hilfe zweier relationaler Datenbanktabellen: In der Tabelle *TB_FORUM* liegen die um Metadaten wie Autorname, Mailadresse und Veröffentlichungsdatum angereicherten Ausgangspostings. Eine vermittle Fremdschlüssel (*foreign key*) verbundene Tabelle namens *TB_FORUMANTWORT* nimmt sämtliche nachfolgenden Antworten auf. Die Generierung der dynamischen Webseiten zur Eingabe und Präsentation der Beiträge übernehmen – wie auch ansonsten im *GRAMMIS*-System üblich – im Datenbanksystem gespeicherte PL/SQL-Prozeduren.

⁴⁴⁶ Vgl. z.B. die Diskussions-Foren von *3sat* unter <http://forum.3sat.de> oder das *Forum Interaktiv* des *Trierischen Volksfreunds* unter <http://www.intrinet.de/interaktiv/forum/>.

8.8 Die Online-Benutzeransicht

Die Zielsetzung bei der Konzeption einer Benutzeransicht besteht grundsätzlich darin, sämtliche für den Rezipienten interessanten Informationen aus der Hypertextbasis des WIS zusammenzustellen und in übersichtlicher, funktional angemessener Form zu präsentieren. Im Falle einer komplex aufgebauten Hypertextbasis, die – wie bei *GRAMMIS* – unterschiedliche Knoten-Kategorien sowie eine Fülle relevanter Meta-Informationen aufweist, ist dies nur selten in einem einzigen Arbeitsschritt möglich. Der mit der Zusammenstellung der Informationen, d.h. mit dem dynamischen Generieren einer Sicht auf den Knoten, verbundene Aufwand hängt dabei wesentlich von der Organisation und dem Quellformat der abzufragenden Daten ab. Dies gilt umso mehr, je umfangreicher das Spektrum der zu bedienenden Zielmedien ist. *GRAMMIS* profitiert hierbei von der konsequent verfolgten Strategie, sämtliche Informationseinheiten von Anfang an in einem anwendungsunabhängigen Format (XML) und mit Hilfe eines flexibel abfragbaren Verwaltungssystems (objekt-relationales DBMS) abzulegen.

Bei der Programmierung der Benutzeransicht konnte dadurch auf entsprechend leistungsstarke Technologien und Standards zurückgegriffen werden, um integrierte Sichten aus unterschiedlichen Einheiten der Hypertextbasis zusammenzustellen. Um das angestrebte breite Nutzerspektrum nicht aufgrund fehlender technischer Wissensvoraussetzungen unnötig einzuschränken⁴⁴⁷ und den initialen Einarbeitungsaufwand möglichst gering zu halten, verzichtet die Online-Benutzeransicht wo immer möglich auf elaborierte Interaktionstechniken und -modelle und beschränkt sich auf die Verwendung von funktionalen Elementen, die jedem einigermaßen erfahrenen Web-Anwender ausreichend vertraut sein sollten. Der Web-Browser als einziges für die Benutzung von *GRAMMIS* notwendiges „Frontend“ zeichnet sich nicht zuletzt aufgrund der einfachen Bedienung per Mausclick⁴⁴⁸ durch eine einfache Erlern- und Nutzbarkeit aus:

Das jüngste und aufgrund seiner Funktionsvielfalt und Bedienungsfreundlichkeit auch das populärste Online-Medium ist der WWW-Browser. [...] Entschei-

⁴⁴⁷ Zu möglichen Akzeptanzproblemen auf der Anwenderseite vgl. Abschnitt 2.1.3.

⁴⁴⁸ Dies entspricht dem Paradigma der direkten Manipulation; vgl. Shneiderman (1998) sowie Abschnitt 3.4 dieser Arbeit.

dend für seine Popularität ist aber vor allem seine Bedienungsfreundlichkeit. Denn seine Nutzung erfordert keine Kenntnisse von Programmierbefehlen oder ähnlichem. (Winter, 1998, S. 279)

Oder, wie es der Hypertext-Erfinder Ted Nelson mit einem in Behme/Mintert (2000) zitierten Ausspruch ausgedrückt hat:

Das World Wide Web ist wie Karaoke: Jeder kann es, ohne es geübt zu haben, und das ist das Großartige daran. (Behme/Mintert, 2000, S. 37)

Die folgenden Abschnitte behandeln Aufbau und Erscheinungsform der einzelnen *GRAMMIS*-Komponenten, d.h. der systematischen Grammatik, der terminologischen und lexikalischen Wörterbücher sowie der Literaturdatenbank. Trotz dieser hier getroffenen thematisch motivierten Aufteilung gilt es anzumerken, dass sämtliche Inhalte unter Verwendung typisierter Links vielfältig hypertextuell miteinander vernetzt sind. Informationen aus den Wörterbüchern erscheinen beispielsweise auf Anforderung vermittelt über öffnende Hyperlinks auch in Form kleinerer Unterfenster im Kontext der anderen Komponenten.⁴⁴⁹ Naheliegenderweise nimmt die Beschreibung der systematischen Grammatik als zentralem benutzeradaptiven Dreh- und Angelpunkt des WIS einen besonders breiten Raum ein. Dabei soll es jedoch nicht darum gehen, das konkrete Layout der Oberfläche zu dokumentieren und aus benutzerergonomischer Sicht zu begründen. Diese Aufgabe bleibt anderen, fachlich entsprechend ausgerichteten Arbeiten vorbehalten. Unser Hauptaugenmerk liegt vielmehr auf dem funktionalen Aufbau, also auf dem Zusammenspiel der Abfragen und der logischen Kombination der Ergebnisse, sowie auf der Ableitung der gewählten Lösungen aus den in den vorangegangenen Abschnitten diskutierten Grundlagen. Insbesondere soll evaluiert werden, ob den formulierten Ansprüchen an ein WIS⁴⁵⁰ auf Basis des gewählten Lösungsansatzes entsprochen werden kann. Trotzdem steht gleichberechtigt neben dem „Wie?“ und „Warum?“ jeweils ein „Was?“, um eine präzise Vorstellung davon zu vermitteln, welches Präsentationsergebnis im Einzelfall angestrebt wurde.

⁴⁴⁹ Diese Vorgehensweise berücksichtigt die in Abschnitt 6.2.2 diskutierten Realisierungsmöglichkeiten für typisierte Hyperlinks.

⁴⁵⁰ Siehe hierzu Abschnitt 2.1.

8.8.1 Erkunden der systematischen Grammatik

Die Benutzeransicht der systematischen Grammatik besteht aus einem dreigeteilten Bildschirm. Der obere Seitenbereich ist für die Navigation zwischen den GRAMMIS-Komponenten sowie für eine einfache Eingabemaske zur Inhaltsrecherche⁴⁵¹ reserviert. Im linken Bereich befindet sich ein stufenweise expandierbarer Hierarchybaum für die Navigation in der Hypertextbasis. Im rechten – und weitaus größten – Bildschirmbereich präsentiert das System die eigentlichen Knoteninhalte sowie zusätzliche Angaben wie z.B. die mit dem Knoten assoziierten Schlagworte und weitere Meta-Information gemäß der Vorgaben von „Dublin Core“. ⁴⁵²

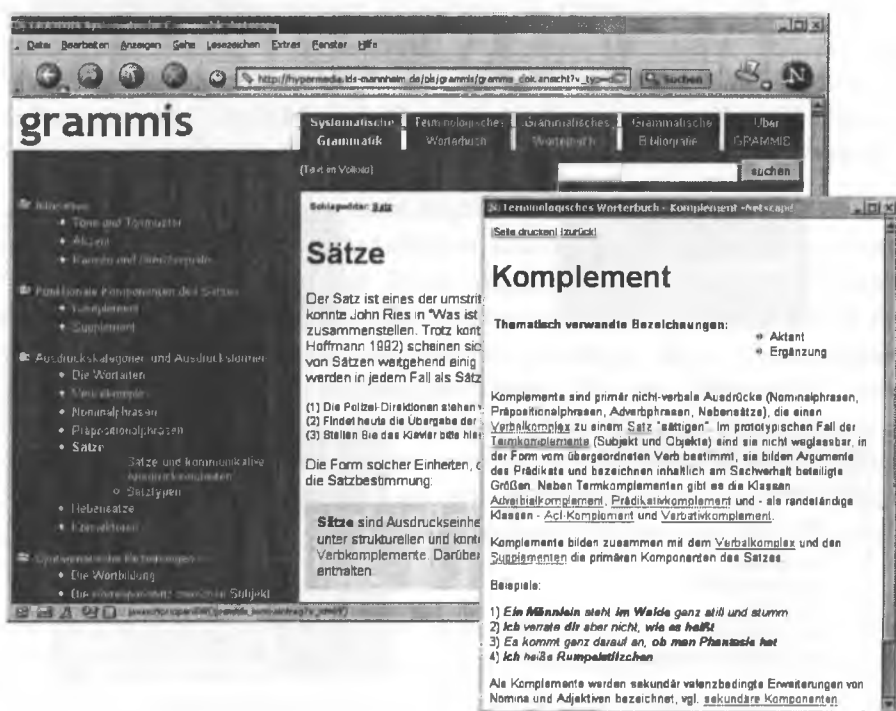


Abbildung 30: Benutzeransicht der systematischen Grammatik

⁴⁵¹ Abschnitt 8.8.6 beschreibt die fortgeschrittenen Suchmöglichkeiten.

⁴⁵² Siehe hierzu auch Abschnitte 5.4 und 8.8.2.

Abbildung 30 verdeutlicht den beschriebenen Seitenaufbau. Über dem Hauptfenster ist noch ein kleineres Unterfenster eingblendet, das der Benutzer nach Belieben aufrufen und wieder schließen kann. Dort erfolgt die Anzeige des Erklärungstexts aus dem terminologischen Wörterbuch für einen im Knoten befindlichen Fachausdruck. Im Haupttext werden ausgezeichnete Verweise zu Wörterbuch- oder Literatureinträgen visuell gekennzeichnet und unterschieden, so dass der Anwender schon vor dem Anklicken des öffnenden Hyperlinks erfährt, welchen Typs der dahinterliegende Zielknoten ist.⁴⁵³ Auch substituierende Hyperlinks zu Kompakt- oder Vertiefungsknoten werden grafisch kenntlich gemacht.

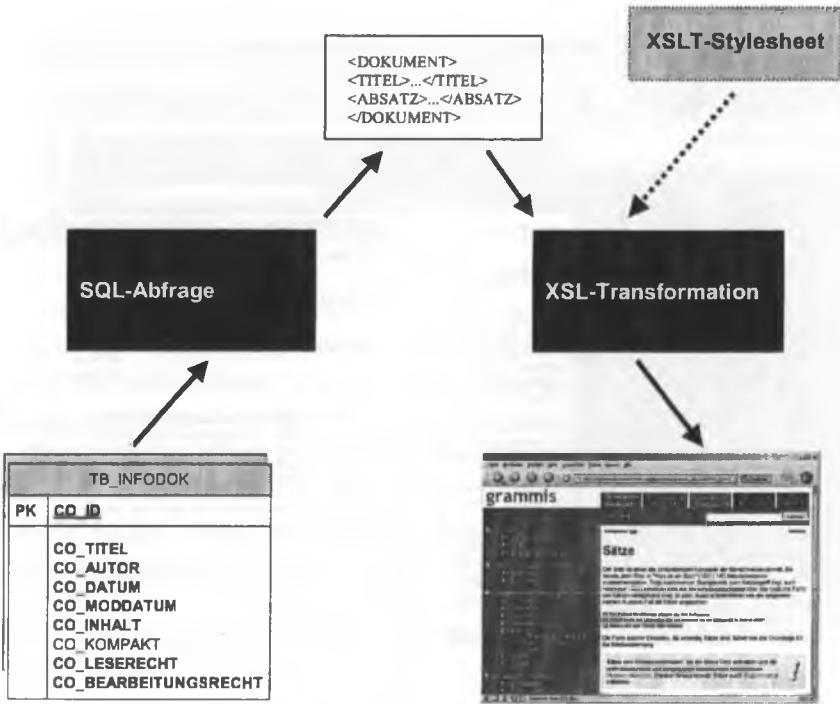


Abbildung 31: Abfrage und Aufbereitung der Hyperdokumente

Die zentrale Fragestellung beim Generieren dieser Benutzeransicht bezieht sich auf die Zusammenstellung und Aufbereitung der Knoteninhalte. Wie be-

⁴⁵³ Die visuelle Umsetzung der Link-Typisierung wird in Abschnitt 8.9.2 genauer erläutert.

reits bekannt, liegen diese in Form von XML-Dokumenten in verschiedenen Datenbanktabellen. Da bisher nur wenige Web-Browser dieses Format direkt anzeigen können, muss nach der Datenabfrage also eine Übersetzung in eine angemessenere Repräsentationsform erfolgen; nach Stand der Dinge ist dies HTML. Die Transformation findet mit Hilfe der *XML Stylesheet Language (XSL)* bzw. *XSL Transformations (XSLT)* statt.⁴⁵⁴ Auch hier sieht es so aus, als ob die meisten Client-Programme, mit Ausnahme des Microsoft Internet Explorers, dies in absehbarer Zeit nicht oder nur unzureichend unterstützen werden. Deshalb erledigt bereits der GRAMMIS-Server die Transformation „on the fly“ noch vor dem Ausliefern einer Informationseinheit.

Die einzelnen Arbeitsschritte beim Sammeln und Überführen der Informationen nach HTML dokumentiert Abbildung 31. Unter Einsatz der Datenbanksprache SQL wird auf Tabellen zugegriffen. Die gefundenen XML-Inhalte bereitet das System anschließend durch den Aufruf von XSLT-Transformationsvorgaben auf. Die XML-Inhalte werden dabei durch einen im Hintergrund laufenden Parser analysiert und hinsichtlich ihrer Wohlgeformtheit überprüft.

Insbesondere geht es bei der automatischen Aufbereitung darum, dem Ergebnis einen angemessenen Stil zu verleihen, d.h. das XML-Dokument in ansprechendes HTML umzuwandeln. Diese Aufgabe übernimmt das nachfolgend auszugsweise analysierte Stylesheet, wie bereits dessen Output-Parameter *method* = "html" deutlich macht. Aufgrund des Umfangs der zur Auszeichnung der Informationseinheiten eingesetzten Markup-Sprache *GrammisML* benötigt das Stylesheet ein entsprechend großes Inventar an Transformationsregeln, die nachfolgend nicht samt und sonders dokumentiert werden sollen. Unsere Betrachtungen beschränken sich aus Platzgründen auf diejenigen Festlegungen, die für die Aufbereitung der grundlegenden Knotenelemente notwendig sind.⁴⁵⁵

Die Wurzel-Regel des Stylesheets baut zunächst einen HTML-Körper um sämtliche Knoteninhalte. Der Inhalt des *titel*-Elements der XML-Quelle verwandelt sich in eine HTML-Überschrift, wobei ein separates CSS-Stylesheet die detaillierte Layout-Formatierung übernehmen darf. Die in *GrammisML*

⁴⁵⁴ XSL und XSLT wurden in Abschnitt 4.5.3 diskutiert.

⁴⁵⁵ In Abschnitt 8.8.2 folgt die Darstellung der Transformationsregeln zur Einbettung von Meta-Informationen in die automatisch generierten Webseiten. In Abschnitt 8.9.2 werden zusätzlich noch einige für die benutzeradaptive Präsentation erforderliche Regeln angesprochen.

definierten *absatz*-Elemente vom Typ *beispiel* werden in HTML-Paragrafenelemente überführt und – ebenfalls als Grundlage für ein CSS-Stylesheet – mittels des *class*-Attributs von sonstigen Absätzen unterschieden:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<xsl:stylesheet
  xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform"
  version="1.0">

  <xsl:output method="html" encoding="ISO-8859-1"/>

  <xsl:template match="/">
  <BODY bgcolor="white"><xsl:apply-templates/></BODY>
  </xsl:template>

  <xsl:template match="titel">
  <H1 class="ueber"><xsl:apply-templates/></H1>
  </xsl:template>

  <xsl:template match="absatz">
  <xsl:if test="@id != ''">
    <A><xsl:attribute name="name">
      <xsl:value-of select="@id"/>
    </xsl:attribute></A>
  </xsl:if>
  <xsl:choose>
    <xsl:when test="@typ[.='beispiel']">
      <P class="bsp">
        <xsl:apply-templates/>
      </P>
    </xsl:when>
    <xsl:otherwise>
      <P class="normal">
        <xsl:apply-templates/>
      </P>
    </xsl:otherwise>
  </xsl:choose>
  </xsl:template>

</xsl:stylesheet>
```

Die zur Charakterisierung einer Informationseinheit vergebenen Schlagworte können zur Rezeptionszeit als Hyperlinks dargestellt werden. Beim Verfolgen

einer solchen Verknüpfung erfolgt eine Recherche in der Hypertextbasis nach solchen Knoten, die mit den gleichen Schlagworten assoziiert sind.⁴⁵⁶ Dabei beschränkt sich diese automatische Suche nicht nur auf Inhalte der systematischen Grammatik. Auch andere Komponenten kommen in diesem Zusammenhang ins Spiel, beispielsweise die bibliografische Datenbank, aus der eine umfassende Auflistung der thematisch einschlägigen Fachliteratur kompiliert wird.

8.8.2 Einbeziehung der Meta-Daten

GRAMMIS-Informationseinheiten sollen nicht nur für die informationssuchenden Rezipienten in einer angemessenen Form aufbereitet werden. Um diese überhaupt erst auf das bestehende Informationsangebot aufmerksam zu machen, gilt es auch die im Internet existierenden Suchmaschinen anzusprechen. Suchmaschinen bzw. die von ihnen ausgeschickten „Robots“ durchforsten das Web regelmäßig und katalogisieren die gefundenen Seiten auf Grundlage des textuellen Inhalts sowie der mit ihnen verknüpften Meta-Informationen.⁴⁵⁷ Folglich erscheint es sinnvoll, die dynamisch generierten HTML-Seiten vermittels der in der Hypertextbasis vorliegenden qualifizierenden Zusatzinformationen in einer von Suchmaschinen auswertbaren Syntax auszuzeichnen.

Da sich auf diesem Gebiet bisher noch kein einheitlicher Standard durchsetzen konnte, unterstützt GRAMMIS mit *Dublin Core*⁴⁵⁸ den derzeit wohl gebräuchlichsten Mechanismus. Folgende Regeln integrieren die abgefragten Meta-Daten sowie andere Angaben in den Header der HTML-Dokumente:

```
<xsl:element name="META">
  <xsl:attribute name="NAME">DC.Title</xsl:attribute>
  <xsl:attribute name="CONTENT">
    <xsl:value-of select="//titel"/>
  </xsl:attribute>
</xsl:element>
```

⁴⁵⁶ Zur Charakterisierung von Informationseinheiten durch Schlagworte siehe auch Abschnitt 2.2.3.

⁴⁵⁷ Siehe hierzu Kapitel 5.

⁴⁵⁸ Zu Geschichte und Syntax von Dublin Core (DC) vgl. Abschnitt 5.4.

```
<xsl:element name="META">
  <xsl:attribute name="NAME">DC.Date.Modified
</xsl:attribute>
  <xsl:attribute name="CONTENT">
    <xsl:value-of select="//datum"/>
  </xsl:attribute>
</xsl:element>
```

```
<xsl:element name="META">
  <xsl:attribute name="NAME">
    DC.Subject.Keywords
  </xsl:attribute>
  <xsl:attribute name="CONTENT">
    <xsl:value-of select="//schlagwort"/>
  </xsl:attribute>
</xsl:element>
```

```
<xsl:element name="META">
  <xsl:attribute name="NAME">
    DC.Creator.CorporateName
  </xsl:attribute>
  <xsl:attribute name="CONTENT">
    Institut für Deutsche Sprache, Mannheim
  </xsl:attribute>
</xsl:element>
```

```
<xsl:element name="META">
  <xsl:attribute name="NAME">
    DC.Form
  </xsl:attribute>
  <xsl:attribute name="CONTENT">
    text/html
  </xsl:attribute>
</xsl:element>
```

```
<xsl:element name="META">
  <xsl:attribute name="NAME">
    DC.Relation.IsPartOf
  </xsl:attribute>
  <xsl:attribute name="CONTENT">
    (Scheme=URL) http://hypermedia.ids-mannheim.de
  </xsl:attribute>
</xsl:element>
```



```

<xsl:element name="META">
  <xsl:attribute name="NAME">
    DC.Language
  </xsl:attribute>
  <xsl:attribute name="CONTENT">
    GER
  </xsl:attribute>
</xsl:element>

```

Diese XSL-Regeln verwenden die per SQL abgefragten Informationen über den Knotentitel, das letzte Modifikationsdatum sowie die Schlagworte. Die Inhalte der entsprechenden XML-Elemente werden – zusätzlich zu ihrer visuellen Umsetzung im Knotentext – als Attributwerte der passenden Meta-Elementtypen eingetragen. Ergänzend kommen gemäß der Dublin Core-Spezifikation noch statische, d.h. für jeden Knoten identische Informationen über die für den Inhalt verantwortliche Institution, das technische Format, die Beziehung zu anderen Ressourcen sowie die verwendete Sprache hinzu. Zur Laufzeit erscheinen diese Angaben dann in folgender normgerechten Form:

```

<META NAME="DC.Title"
  CONTENT="Laut-Buchstaben-Zuordnungen">
<META NAME="DC.Date.Modified"
  CONTENT="21.11.2001 14:00:23">
<META NAME="DC.Subject.Keywords"
  CONTENT="Buchstabe Laut">
<META NAME="DC.Creator.CorporateName"
  CONTENT="Institut für Deutsche Sprache, Mannheim">
<META NAME="DC.Form" CONTENT="text/html">
<META NAME="DC.Relation.IsPartOf"
  CONTENT="(Scheme=URL) http://hypermedia.ids-
  mannheim.de">
<META NAME="DC.Language" CONTENT="GER">

```

8.8.3 Erkunden des terminologischen Wörterbuchs

Weitaus unkomplizierter als die Aufbereitung der XML-Knoten stellt sich die dynamische „on the fly“-Zusammenstellung und Präsentation der terminologischen Wörterbucheinträge dar, was übrigens in ähnlichem Maße für die übrigen *GRAMMIS*-Wörterbücher gilt. Die Strukturen dieser kurzgefassten,

weniger narrativen Inhalte werden nicht mit Hilfe textinterner Markup-Elemente festgelegt, sondern spiegeln sich unmittelbar im physikalischen Design der korrespondierenden Datenbanktabellen⁴⁵⁹ wieder. Innerhalb eines Knotensegments – sprich: innerhalb einer Tabellenspalte – ist keine weitere Untergliederung erforderlich. Hier genügen also einige durchdachte SQL-Statements,⁴⁶⁰ um aus den Einzelteilen einen dynamischen Knoten zu generieren. Textuelle Inhalte wie etwa der Erklärungstext im Terminologie-Wörterbuch erhalten schon von den Autoren rudimentäre Layout-Angaben in HTML-Format. Auch hier ist also kaum weiteres Handeln erforderlich.



Abbildung 32: Benutzersicht des terminologischen Wörterbuchs

Die Benutzersicht auf einen terminologischen Wörterbucheintrag illustriert Abbildung 32. Der Informationssuchende wechselt, analog zum hierarchi-

⁴⁵⁹ Abschnitt 8.4.3 erläutert dieses Datenbankdesign.

⁴⁶⁰ Integriert sind diese Statements in PL/SQL-Code, mit dessen Hilfe sich – analog zum Beispiel aus Abschnitt 8.4.5 – dynamische Webseiten erzeugen lassen.

schen Navigieren in der systematischen Grammatik, mit Hilfe von Auswahllisten zwischen den verschiedenen Einträgen (substituierende Hyperlinks). Ergänzend finden sich, wiederum wie schon aus der Hauptkomponente bekannt, farblich und via Popup-Einblendung typisierte Hyperlinks im Text (substituierende Hyperlinks zu anderen Wörterbucheinträgen, öffnende Hyperlinks zu anderen GRAMMIS-Komponenten). Ein Suchfeld in der Navigationsleiste erlaubt das Durchführen von Volltext-Recherchen.

8.8.4 Erkunden der lexikalischen Wörterbücher

Aus inhaltlichen Gründen unterscheidet GRAMMIS bei der Präsentation des lexikalischen Informationsangebots explizit zwischen grammatischen Wörterbüchern und einem Rechtschreib-Wörterbuch. Zwar ist die Organisation der zugrunde liegenden Inhalte in der Hypertextbasis in beiden Fällen identisch; trotzdem wurden die Möglichkeiten einer flexiblen Oberflächengestaltung genutzt, um den Rezipienten ausdrücklich auf die divergierenden Ansätze – Wortarten-abhängige Klassifizierung hier, Wortarten-übergreifende Kompilation dort – aufmerksam zu machen. An der funktionalen Ausgestaltung der Knotenpräsentation ändert dies jedoch nichts.

Einen Eindruck der intendierten Zugriffsweise vermittelt Abbildung 33. Neben einer Umschaltmöglichkeit zwischen den verfügbaren Wörterbüchern sowie einer Wörterbuch-übergreifenden Auflistung sämtlicher grammatischen Einträge finden sich in der Navigationsleiste die bereits bekannten Eintragslisten mit alphabetischer Anordnung.

8.8.5 Erkunden der bibliografischen Datenbank

Die interne Komplexität der bibliografischen Datenbank legt es nahe, sich bei der Gestaltung der Benutzeroberfläche nicht an den Leitlinien der Wörterbuch-Präsentation zu orientieren. Die große Zahl vorstellbarer Ansatzpunkte bei der Suche nach Informationen – Publikationstitel, Autor(en), Erscheinungsjahr, Schlagworte usw. – verlangt statt einer primär alphabetisch ausgerichteten Navigationsleiste nach einer mächtigeren und flexiblen Suchmaske. Nur auf diese



Abbildung 33: Benutzeransicht der lexikalischen Wörterbücher

Weise lassen sich in dem gewaltigen Fundus an Fachliteratur gezielt diejenigen Einträge auffinden, die den Vorgaben des Anwenders entsprechen.⁴⁶¹

Abbildung 34 zeigt eine bereits weitestgehend ausgefüllte Suchmaske, die Freitextfelder ebenso wie vorgelegte Auswahllisten vorsieht. Mindestens ein Suchkriterium muss vor dem Start der Recherche spezifiziert werden. Mit jeder zusätzlichen Einschränkung konkretisiert der Benutzer sein Anliegen und reduziert die Menge der zurückgelieferten Treffer. Die Formularmaske berücksichtigt sämtliche zu einer Publikation gespeicherten Angaben. Kennt der Suchende nicht die exakte Schreibung eines Suchausdrucks oder sollen Kriterien aus anderen Gründen unschärfer formuliert werden, so ist der Einsatz der üblichen Platzhalterzeichen⁴⁶² erlaubt.

⁴⁶¹ Die Tücken der Katalogrecherche in digitalisierten Bibliotheken beschreibt anschaulich Zimmer (2000, S. 89ff.).

⁴⁶² Also „?“ oder „_“ für ein beliebiges sowie „*“ oder „%“ für eine Reihe beliebiger Zeichen.

GRAMMIS Bibliografie - Netscape

Datei Bearbeiten Ansicht Gehen Lesezeichen Extras Fenster Hilfe

http://hypermedia.uni-marxheim.de/jpk/grammis/grammis_bib_suche

grammis

Grammatik | Linguistische Wörterbuch | Grammatisches Wörterbuch | Grammatische Bibliografie | Typen GRAMMIS

- Recherchierte Bibliografie zur deutschen Grammatik
- Persönliches Buchregal
- Über die Bibliografie zur deutschen Grammatik
- Personen- und Korrespondenzblätter
- Lehrpläne Bibliografie für Lehrkräfte
- Speziell Bibliografie zur Propädeutik

Recherche in der Bibliografie

Titel:
Bei Titeln die Sonderzeichen enthalten, bitte ggf. Wildcards benutzen

Autor/Herausgeber: Nachname [Namenliste anzeigen](#)
Vorname(n)

Jahr: von bis (Merktag, z.B. 1999)

Kontrollsprache:

Schlagwörter: und

Objektwort:

Sämtliche Felder sind optional, allerdings muss mindestens ein Suchkriterium (z.B. Titel oder Sprache) angegeben werden. Es sind beliebige Kombinationen erlaubt (z.B. Autor/Herausgeber, Jahr von, Kontrollsprache und Schlagwort)

Abbildung 34: Suchmaske für die bibliografische Datenbank

Nach dem Start der Literatur-Recherche werden im *GRAMMIS*-System eine Reihe vorformulierter und in der Datenbank hinterlegter SQL-Abfragen um die eingegebenen Formularparameter ergänzt und ausgeführt. Hinsichtlich der maximal erlaubten Trefferzahl gilt eine Obergrenze. Liefert die Recherche mehr als 500 Ergebnisse, so muss die Suchanfrage neu formuliert und dabei eingeschränkt werden. Die Präsentations-Routine unterteilt die zurückgelieferte Ergebnisliste in eine übersichtliche Aufstellung gefundener Aufsätze (in Sammelbänden, Zeitschriften oder anderen Periodika) und Bücher (Monografien, Sammelbände usw.). Die standardmäßig eingestellte alphabetischer Anordnung der Titel lässt sich bei Bedarf anpassen (nach Erscheinungsjahr, nach Autor usw.).

Zu jedem gefundenen Datensatz lassen sich nun Detailinformationen einblenden, wie in Abbildung 35 dokumentiert. Weiterhin können beliebige Publikationen in ein „persönliches Buchregal“, das dem Benutzer auch bei zukünftigen Besuchen zur Verfügung steht, eingestellt werden. Dieses persönliche Buchregal wurde mit Hilfe sogenannter Cookies implementiert. Die im Verlauf einer

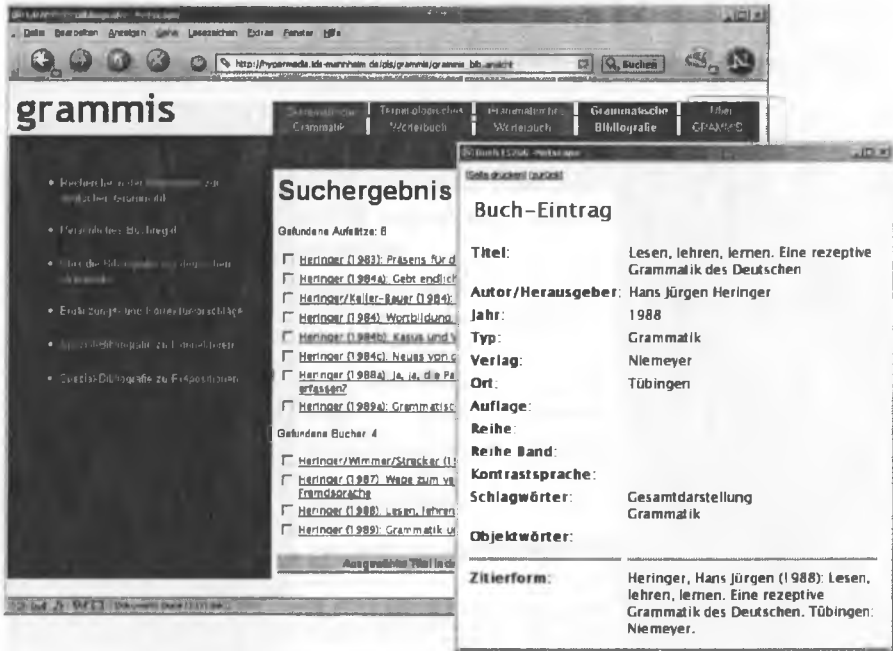


Abbildung 35: Ergebnisanzeige in der bibliografischen Datenbank

Recherche-„Session“ eingestellten Bücher bleiben auf diese Weise für eine variabel festlegbare Zeitspanne in einer Liste erhalten.

8.8.6 Gezielte Recherche in der Hypertextbasis

Sie besitzen etwas erst dann wirklich, wenn Sie wissen, wo es ist. Auch über Informationen verfügen Sie nur, wenn Sie sie finden können. (Stoll, 1996, S. 277)

Die in Form einer eigenständigen Suchmaske realisierte „Erweiterte Suche“ ermöglicht dem GRAMMIS-Anwender eine gezielte Recherche nach Informationseinheiten, die mehreren kombinierbaren Kriterien entsprechen. Damit beinhaltet sie die in die einzelnen GRAMMIS-Komponenten integrierte Volltext-Recherche, geht aber auch über diese hinaus: Wie bei der einfachen Volltextsuche stellen die textuellen Inhalte der Hypertextbasis den primären Recherchebereich dar. Als zusätzliche Suchbasis dienen die verfügbaren Meta-Informationen wie Titel, Schlagworte oder Modifikationsdatum. Letzteres

kann zum Auffinden von Knoten verwendet werden, deren Inhalte sich in letzter Zeit verändert haben.⁴⁶³

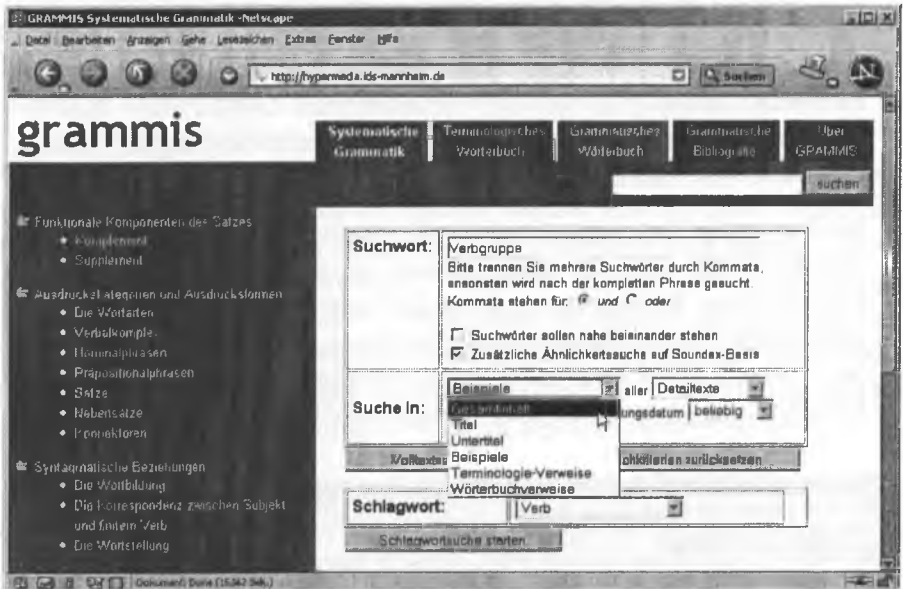


Abbildung 36: Suchmaske für die Recherche in der Hypertextbasis

Abbildung 36 stellt eine exemplarisch ausgefüllte Suchmaske vor. Neben der Angabe eines Suchausdrucks und der Resultatseingrenzung durch die erwähnten Zusatzkriterien bietet sie folgende Optionen:

- Besteht ein Suchausdruck aus mehreren, durch Kommata getrennten Wörtern, so kann zwischen einer *und-* bzw. *oder-*Verknüpfung unterschieden werden. Erstere liefert alle Knoten, die sämtliche angegebenen Wörter enthalten; die zweite Variante sucht nach Knoten, in denen mindestens eines der Suchwörter vorkommt.
- Weiterhin lässt sich spezifizieren, ob die Suchwörter beliebig über den Inhaltstext verteilt sein dürfen oder aber nahe beieinander – etwa im selben Absatz – stehen sollen.

⁴⁶³ Eine solche erweiterte Suche nutzt intensiv die Verknüpfungs-, Indizierungs- und Abfragemöglichkeiten des zugrunde liegenden DBMS; siehe hierzu auch Abschnitt 7.3.4.

- Bei Auswahl der Option „Ähnlichkeitssuche“ wird ein Soundex-Verfahren eingesetzt, um ähnlich klingende Varianten eines Suchworts zu finden. Dieses Verfahren ist dann nützlich, wenn der Suchende nicht die genaue Schreibung eines Worts kennt, etwa bei der Suche nach Eigennamen („Schmitt“ oder „Schmidt“?). Der Suchausdruck wird dabei in eine aus Zahlen und Buchstaben bestehende Soundex-Repräsentation übersetzt und diese Repräsentation dann zur Suche in einem im System abgelegten Soundex-Index aller Informationseinheiten verwendet.
- Die Recherche lässt sich auf einzelne Knotentypen beschränken. Da neben dem Knotentyp auch die interne Struktur der Informationseinheiten in der Hypertextbasis festgehalten ist, kann die Suche auf Wunsch darüber hinaus nur einzelne Knotensegmente berücksichtigen. Der Anwender gibt in diesem Fall an, ob die Suchwörter beispielsweise innerhalb des Titels, eines Beispiels oder eines Wörterbuch-Verweises stehen sollen.⁴⁶⁴

The screenshot shows a web browser window titled 'GRAMMIS Systematische Grammatik - Netscape'. The address bar contains 'http://hypermedia.ids-mannheim.de'. The main content area is titled 'grammis' and features a navigation menu with categories: Systematische Grammatik, Terminologisches Wörterbuch, Grammatikalisches Wörterbuch, Historische Bibliografie, and Über GRAMMIS. A search bar is visible. The search results are displayed under the heading 'Ergebnis der Detailtext-Suche' and are organized into a table with two columns: 'Fundatella' and 'Übergeordnete Texte'.

Fundatella	Übergeordnete Texte
Verborgruppenverb und Satzadverb (Trefferquote: 30%)	<ul style="list-style-type: none"> • Adverb • Die Wortarten
Supplement (Trefferquote: 30%)	<ul style="list-style-type: none"> • Syntaktische Funktionen
Adverb (Trefferquote: 22%)	<ul style="list-style-type: none"> • Die Wortarten
Adjunkt (Trefferquote: 22%)	<ul style="list-style-type: none"> • Junkt • Die Wortarten
Differenzierung zwischen lokalen und direkten Präpositionen (Trefferquote: 22%)	<ul style="list-style-type: none"> • Zur Semantik von Präpositionen und Präpositionalphrasen • Präpositionalphrasen

Abbildung 37: Ergebnisanzeige der Recherche in der Hypertextbasis

⁴⁶⁴ Dies wird ermöglicht durch die Verwendung entsprechender selbstdefinierter XML-Tags; vgl. hierzu z.B. auch Abschnitt 4.5.4.

Der im *GRAMMIS*-System hinterlegte Thesaurus wird automatisch in die Recherche einbezogen, ohne dass der Benutzer dies ausdrücklich angeben muss. Suchwörter werden also um Synonyme oder andere thematisch verwandte Begriffe ergänzt. Abbildung 37 zeigt die Ergebnisliste unserer Beispielsuche. Neben einem Verweis zu den gefundenen Informationseinheiten liefert diese eine Übersicht über die jeweils hierarchisch übergeordneten Einheiten, so dass der Anwender direkt Informationen über die Position der Fundstellen im Hypernetzwerk erhält. Die Ergebnisse der Recherche sind nach ihrer spezifischen Trefferquote absteigend angeordnet. Die Berechnung dieser Trefferquote beruht auf der Zahl der Vorkommen aller Suchwörter im Knotentext sowie dem Gesamtumfang des Dokuments. Enthält ein kürzerer Text ein bestimmtes Suchwort x -mal, so wird dieser Treffer höher bewertet als das x -malige Vorkommen innerhalb eines längeren Texts. Ein fest vorgegebener Algorithmus berücksichtigt auch die übrigen Suchkriterien (Soundex-Übereinstimmung bei Ähnlichkeitssuche sowie Abstand zwischen den Suchwörtern im Text).

8.9 Personalisierung in *GRAMMIS* und *ProGr@mm*

Das Informationsangebot von *GRAMMIS* soll im WWW frei zugänglich und nicht an eine vorherige Registrierung gebunden sein. Sämtliche Komponenten und Inhalte, von der systematischen Grammatik über die Wörterbücher bis hin zu den bibliografischen Datensammlungen, können folglich abgefragt werden, ohne dass sich der Benutzer dafür namentlich identifizieren muss. Eine Personalisierung des Angebots ist auf dieser Basis allerdings nicht möglich. Um Dienste in Anspruch zu nehmen, die über die einheitliche Anzeige von Hyperknoten hinausgehen, muss das System „wissen“, mit wem es gerade zu tun hat.⁴⁶⁵ Dies betrifft insbesondere die Aufbereitung und Präsentation von Inhalten in einer an persönliche Vorkenntnisse und Präferenzen angepassten Form.

Diese Voraussetzung bezieht sich natürlich nicht nur auf fachliche Informationssysteme. Auch Suchportale sowie Service- und Verkaufssysteme⁴⁶⁶ können erst dann ein maßgeschneidertes Angebot offerieren, wenn sich ihre Benutzer klar unterscheiden lassen. *GRAMMIS* selbst offeriert einige benutzerad-

⁴⁶⁵ Vgl. hierzu Abschnitt 2.2 über Benutzeradaptivität.

⁴⁶⁶ Zur Abgrenzung siehe Abschnitt 2.1.2.

aptive Angebote: Benutzer können z.B. festlegen, wie die Informationseinheiten inhaltlich aufbereitet und welche Segmente bzw. dynamischen Hyperlinks angezeigt oder unterdrückt werden sollen. Im Rahmen des Folgeprojekts *ProGr@mm* wurden weitere Personalisierungsangebote integriert: *ProGr@mm* unterstützt das Anlegen von Annotationen, von persönlichen „Guided Tours“, sowie die Abfrage von individuell generierten Navigationstipps.

8.9.1 Organisation der Benutzerdaten

Vor der ersten Nutzung von *GRAMMIS* und *ProGr@mm* muss sich der Anwender dem WIS zu erkennen geben.⁴⁶⁷ Beim ersten Zugriff trägt er einen frei wählbaren Benutzernamen sowie ein persönliches Passwort in ein Anmeldeformular ein. Diese Daten werden im WIS abgelegt und bei jedem späteren Besuch zur Identifizierung abgefragt. Sämtliche dem System bekannten Informationen über seine Benutzer verwaltet das zugrunde liegende relationale Datenbanksystem.⁴⁶⁸ Bevor nun eine Beschreibung der eigentlichen benutzeradaptiven Funktionen folgt, soll an dieser Stelle deshalb die bereits bekannte Tabellenstruktur⁴⁶⁹ um die für eine Personalisierung benötigten Tabellen ergänzt werden.

Abbildung 38 zeigt die von *GRAMMIS* und *ProGr@mm* verwendeten Tabellen. Eine zentrale Stellung nimmt hierbei *TB_NUTZER* ein, in die das System die den einzelnen Benutzer identifizierenden Daten einträgt:

- **CO_NAME:** Eindeutiger Name des Benutzers.
- **CO_PASSWORT:** Das geheime Anmelde-Passwort.
- **CO_EMAIL:** Optional eintragbare elektronische Mail-Adresse des Benutzers. Ist diese dem System bekannt, kann es beispielsweise Benutzern, die ihr Passwort vergessen haben, dieses per E-Mail erneut zuschicken.

⁴⁶⁷ Dies gilt im Falle von *GRAMMIS* allerdings nur für die Autoren. Benutzeradaptive Informationen über *GRAMMIS*-Leser werden in Form von Cookies auf dem Anwender-Rechner abgelegt.

⁴⁶⁸ Die Charakterisierung von Benutzern in einem WIS ist Thema von Abschnitt 2.2.4.

⁴⁶⁹ Vgl. hierzu Abschnitt 8.4.1.

- **CO_PROFIL:** Individuelle Angaben zur gewünschten Informationsaufbereitung, vgl. Abschnitt 8.9.2.
- **CO_RECHTE:** Festlegung der Zugriffsrechte, vgl. Abschnitt 8.10.
- **CO_DATUM:** Datum der ersten Anmeldung.

In Tabelle *TB_PFAD* speichert das System die Adressen der vom Benutzer besuchten Informationseinheiten ab, um diese Historie später bei der Generierung von Navigationstipps zu verwenden; vgl. Abschnitt 8.9.4:

- **CO_NUTZER:** Name des Benutzers.
- **CO_KOMPONENTE:** Typ des besuchten Knotens (*k* für Kompakteinheiten, *d* für Detailsinheiten, *v* für Vertiefungseinheiten).
- **CO_ID:** Schlüsselnummer des besuchten Knotens.
- **CO_DATUM:** Datum des Besuchs.

Tabelle *TB_TOUR* nimmt die persönlich zusammengestellten Touren der Benutzer auf; vgl. ebenfalls Abschnitt 8.9.3:

- **CO_NUTZER:** Name des Benutzers.
- **CO_ID:** Schlüsselnummer des Tour-Knotens.
- **CO_TYP:** Typ des Tour-Knotens (*k* für Kompakteinheiten, *d* für Detailsinheiten, *v* für Vertiefungseinheiten).
- **CO_POSITION:** Position des Knotens in der Tour.

Persönliche Anmerkungen und Notizen zu einer Informationseinheit nimmt Tabelle *TB_ANMERKUNG* auf; vgl. Abschnitt 8.9.3:

- **CO_ID:** Schlüsselnummer des Knotens.
- **CO_NUTZER:** Name des Benutzers.
- **CO_INHALT:** Inhaltstext der Anmerkung.

Tabelle *TB_TIPP* schließlich dient als temporärer Speicherort der dynamisch generierten Navigationstipps; vgl. Abschnitt 8.9.4:

- **CO_ID:** Schlüsselnummer für eine Kollektion von Navigationstipps.

- **CO_TEXT_ID**: Schlüsselnummer eines in die Kollektion aufgenommenen Knotens.
- **CO_TEXT_TYP**: Typ des Knotens.
- **CO_WERTUNG**: Errechneter Zahlenwert, der die Attraktivität des Knotens für den Benutzer repräsentiert.

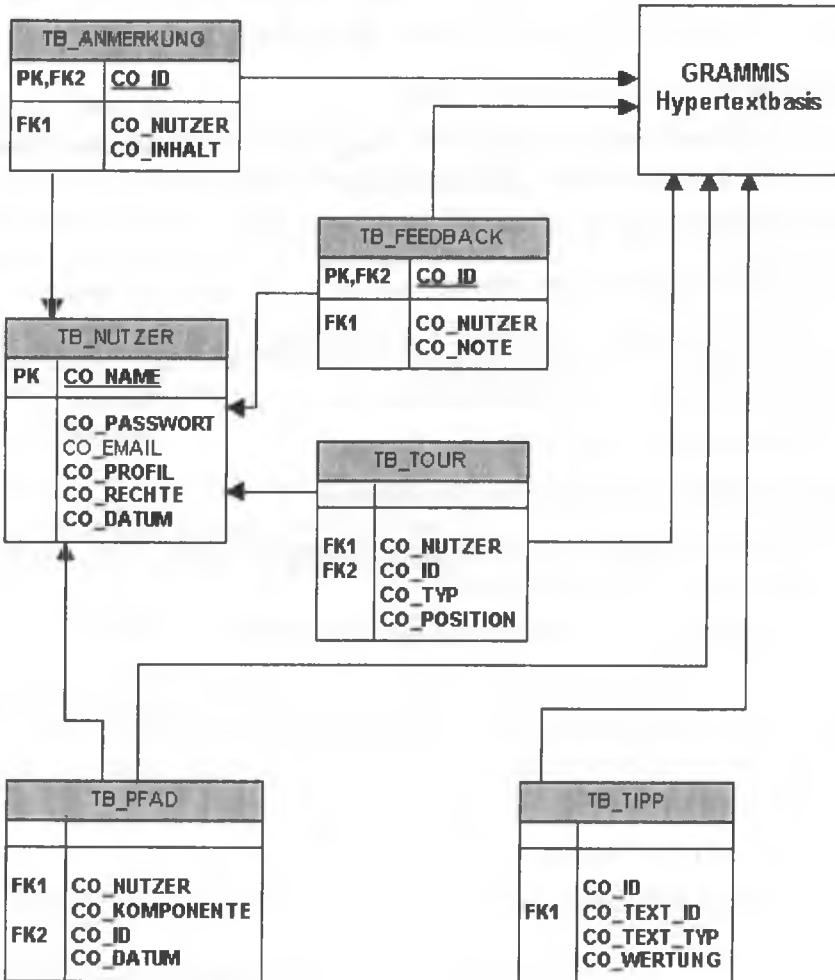


Abbildung 38: Tabellenstruktur der Benutzerdaten

8.9.2 Nutzerprofile und benutzeradaptive Anzeige

Um Informationseinheiten zur Rezeptionszeit angepasst an individuelle Vorgaben der Benutzer darstellen zu können, benötigt das WIS exakte Angaben über die gewünschte Präsentationsform. *GRAMMIS* unterstützt die interaktive, benutzeradaptive Inhaltsaufbereitung in zweierlei Hinsicht. Zum einen ermöglicht es dem Benutzer eine Vorauswahl der anzuzeigenden dynamischen Hyperlinks innerhalb eines Knotens. Diese Option ist sinnvoll, um die Übersichtlichkeit und Lesbarkeit von Hyperknoten zu beeinflussen.⁴⁷⁰ Wünscht der Rezipient etwa keine bibliografischen Verweise zu weiterführender Fachliteratur, so wird er entsprechende Links im besten Fall ignorieren, sich von ihnen im ungünstigeren Fall sogar abgelenkt fühlen. Da sämtliche Hyperlinks in der *GRAMMIS*-Hypertextbasis klassifiziert sind, bietet sich folglich eine gezielte Unterdrückung bestimmter Verweistypen unter Berücksichtigung der Nutzerinteressen an. In diesen Fällen erscheint zwar der ansonsten als Ankermarkierung dienende Text, eine farbliche oder sonstige Auszeichnung als Hyperlink jedoch unterbleibt.

Neben der variablen Ein- und Ausblendung von Hyperlinks *GRAMMIS*, wie wir es schon mehrfach für ein benutzeradaptives WIS gefordert haben, auch die optionale Anzeige bzw. Unterdrückung einzelner Knotensegmente in Abhängigkeit von Anwenderprofil vor. Realisiert wurde dies exemplarisch für gemäß *GrammisML* ausgezeichnete Absätze vom Typ „nichtlinguist“. Derartige Absätze enthalten Informationen auf einem speziell für Nicht-Fachleute konzipierten Schwierigkeitslevel. Gibt sich nun der Nutzer als ausgemachter Kenner der Materie zu erkennen, dann sollten ihm diese Grundlagen erspart bleiben. Es liegt also nahe, entsprechend ausgezeichnete Absätze bei der individualisierten Informationspräsentation wegfallen zu lassen.

Doch wie genau erfährt das WIS, welchen Richtlinien es bei der visuellen Aufbereitung von Informationsknoten folgen soll? Abbildung 39 dokumentiert den gewählten Lösungsweg. Der bei mit Hilfe von Browser-Cookies identifizierte Anwender spezifiziert unter Verwendung eines Online-Dialogformulars, welche Hyperlinks und Knotensegmente dynamisch angezeigt bzw. unterdrückt werden sollen. Die gemachten Angaben speichert das System wiederum als

⁴⁷⁰ Zur Begründung siehe Abschnitt 6.1 sowie die sich daran anschließende Klassifizierung von Hyperlinks, insbesondere die Abschnitte über dynamische Verweise.

Anzeigeeoptionen		
Hier können Sie Anzeigeeoptionen für die systematische Grammatik ändern.		
Inhaltsaufbereitung für Fachleute	<input type="radio"/> ja	<input checked="" type="radio"/> nein
Bibliografische Links anzeigen	<input checked="" type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
Terminologie-Links anzeigen	<input checked="" type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
Wörterbuch-Links (Grammatik/Orthografie) anzeigen	<input checked="" type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
Änderungen speichern		

Abbildung 39: Anzeigeeoptionen in GRAMMIS

Cookies und konsultiert diese in der Folge vor der Präsentation jedes Hyperknotens der systematischen Grammatik. Folgende Einstellungen sind dabei vorgesehen:

- **Inhaltsaufbereitung für Fachleute:** Wird diese Option gewählt, so unterdrückt das WIS bei der benutzeradaptiven Aufbereitung sämtliche Absätze des Typs „nichtlinguist“. Um die Vorgabe abrufbar zu machen, trägt eine Verarbeitungsprozedur den Buchstaben *l* (für „Linguist“) zusätzlich zu evtl. bereits vorhandenen Buchstaben in den passenden Cookie-String ein.
- **Bibliografische Links anzeigen:** Die Auswahl dieser Option erlaubt das Anzeigen von Literatur-Hyperlinks; hierzu wird der Buchstabe *b* zum Nutzerprofil hinzugefügt.
- **Terminologie-Links anzeigen:** Möchte der Anwender auch Verweise zu terminologischen Wörterbucheinträgen sehen, so aktiviert er diese Option. In diesem Fall wird der Buchstabe *t* in das Nutzerprofil eingetragen.
- **Wörterbuch-Links (Grammatik/Orthografie) anzeigen:** Hier lässt sich festlegen, ob Verweise zu den lexikalischen Wörterbüchern angezeigt werden. Falls dies gewünscht ist, trägt das System den Buchstaben *w* in das Nutzerprofil ein.

Als Ausgangswert initialisiert *GRAMMIS* das Nutzerprofil mit der Buchstabenkombination *btw*. Ändert der Anwender diese Vorgabe nicht, so werden ihm folgerichtig beim Aufruf einer Informationseinheit sämtliche vom Autor vorgesehenen Hyperlinks sowie Absätze jeder Art präsentiert.

Die dynamische Aufbereitung der Informationseinheiten übernimmt dasselbe XSL-Stylesheet, das auch für den standardisierten Zugriff zum Einsatz kommt.

Es nutzt profilabhängige Elementtypen, die aus den Cookies extrahiert und in die XML-Instanz integriert wurden, zur Entscheidung darüber, ob und wie ein Absatz oder ein Hyperlink tatsächlich zur Rezeptionszeit erscheint. Dies soll nachfolgend wiederum exemplarisch für die Verweise zur bibliografischen Datenbank illustriert werden. Die XSL-Regeln überprüfen, ob ein Element namens *Bibanzeige* in der dynamisch generierten XML-Instanz vorhanden ist. Ist dies der Fall, so formatiert das Stylesheet alle auftretenden Literatur-Elemente, in Abhängigkeit von ihrem Attribut *typ*, als HTML-Links:

```

<xsl:template match="literatur">
<xsl:choose>
  <xsl:when test="//Bibanzeige = '0'">
    <xsl:apply-templates/>
  </xsl:when>
  <xsl:otherwise>
    <xsl:choose>
      <xsl:when test="@typ[.='aufsatz']">
        <A title="Verweis zu BDG-Aufsatz" class="auf">
          <xsl:attribute name="href">
            grammis_bib.aufsatz?v_id=
              <xsl:value-of select="@v_id"/>
          </xsl:attribute>
          <xsl:apply-templates/></A>
        </xsl:when>
        <xsl:when test="@typ[.='buch']">
          <A title="Verweis zu BDG-Buch" class="buch">
            <xsl:attribute name="href">
              grammis_bib.buch?v_id=
                <xsl:value-of select="@v_id"/>
            </xsl:attribute>
            <xsl:apply-templates/></A>
          </xsl:when>
        </xsl:choose>
      </xsl:otherwise>
    </xsl:choose>
  </xsl:template>

```

Sämtliche Hyperlink-Anker in Informationseinheiten markiert das Stylesheet bei der Anzeige mit Hilfe unterschiedlicher, das Verweisziel symbolisierender Farben. In Anlehnung an die Farbgestaltung der einzelnen GRAMMIS-Komponenten erscheinen Literaturverweise in grüner Farbe, terminologische Verweise in violetter und lexikalische Wörterbuchlinks in olivfarbener Form.

Verweise zu Einheiten der systematischen Grammatik werden durchgehend blau markiert, Vertiefungslinks erhalten zusätzlich noch ein grafisches Symbol. Beim Überfahren eines Hyperlinks mit dem Mauszeiger blendet das WIS weiterhin einen kurzen Erklärungstext über die Art des Verweises ein.⁴⁷¹

8.9.3 Annotationen, Guided Tours und Feedback

Interaktive Angebote sind zentrale Bestandteile eines benutzeradaptiven Systems. Neben der oben beschriebenen personalisierten Anzeige von Informationseinheiten zählen hierzu etwa, wie in Abschnitt 2.2 bereits angesprochen, das Anbieten von Notizblock-Funktionen, die Integration geführter Touren oder auch Möglichkeiten zur individuellen Rückmeldung.



Abbildung 40: Bearbeitung von Annotationen

Der obere Teil des Anzeigebildschirms in *ProGr@mm* enthält neben den grundlegenden Navigationshilfsmitteln auch anklickbare Schaltflächen zum Aufruf-

⁴⁷¹ Dies entspricht den Anforderungen an typisierte Links aus Abschnitt 6.2.2.

fen entsprechender benutzerabhängiger Funktionen. Hierzu zählt zunächst die Eingabe von Annotationen für einzelne Hyperknoten. Klickt der Anwender auf einen als grafische Ikone dargestellten Notizzettel, so öffnet sich, wie in Abbildung 40 dargestellt, ein kleines Editierfenster. Dort lassen sich kurze textuelle Anmerkungen eingeben, die ausschließlich für den jeweiligen Anwender einsehbar und auch nur durch diesen wieder manipulierbar sind. Gespeichert werden diese Anmerkungen – gemeinsam mit charakterisierenden Meta-Angaben wie z.B. Benutzername und Eingabedatum – in einer Datenbanktabelle namens *TB_ANMERKUNG*, die relational mit den in *TB_NUTZER* abgelegten Nutzerprofilen⁴⁷² verbunden ist.

Weiterhin erhält der angemeldete Benutzer die Möglichkeit, eigene Touren („Guided Tours“)⁴⁷³ durch das Hypernetzwerk zu erstellen und abzuspeichern. Solche Touren greifen einerseits die Funktionalität einfacher Lesezeichen auf, wie sie von traditionellen Print-Produkten her bekannt sind. Andererseits übertreffen sie diese, da sie flexibler erstell- und abfragbar sind. Sie kombinieren Verweise zu mehreren Hyperknoten und können, vermittels sequentiellen Anordnung der einzelnen „Haltestellen“, zur individuellen Zusammenstellung thematisch abgeschlossener Exkursionen genutzt werden.⁴⁷⁴

Das Hinzufügen einer Informationseinheit in die persönliche Tourenliste eines Anwenders geschieht wiederum durch Anklicken des entsprechenden Symbols in der Navigationsliste. Abbildung 41 illustriert die Anzeige einer individuell zusammengestellten Tour durch *ProGr@mm*. Nachdem ein Knoten in die Liste aufgenommen wurde, lässt er sich jederzeit nach vorne oder hinten verschieben oder auch wieder selektiv aus der Kollektion entfernen. Sämtliche hierfür notwendigen Informationen speichert eine maßgeschneiderte Datenbanktabelle (*TB_TOUR*). Optional können Tourenvorschläge auch allgemein freigegeben, d.h. für andere Nutzer einsehbar und benutzbar gemacht werden.

Kein Informations- oder Lernsystem, das auf die Bedürfnisse und Wünsche seiner Benutzer eingehen soll, kann auf die Möglichkeit verzichten, gezielte Rückmeldungen zur Qualität seines Angebots einzuholen. Das WWW als prinzipiell multidirektionales Medium unterstützt nicht nur den Kommuni-

⁴⁷² Vgl. Abschnitt 8.9.1.

⁴⁷³ Zur Begründung des Eigenwerts individueller Touren, gelegentlich auch als „geführte Unterweisungen“ bezeichnet, vgl. z.B. Kühlen (1991, S. 150ff.) oder Schneider (1997).

⁴⁷⁴ Siehe auch die Beschreibung der Web-basierten „Guided Tours“ in Abschnitt 2.2.



Abbildung 41: Eine benutzerdefinierte Tour

kationsweg vom Autor zum Leser, sondern erlaubt es – bei entsprechender Ausgestaltung der Web-Schnittstelle – auch dem Rezipienten, seine Meinung an den Verfasser einer Informationseinheit weiterzuleiten. In *ProGr@mm* kann per Mausklick ein Unterfenster zur Abgabe von Feedback geöffnet werden.

Die Analyse von Rückmeldungen ist eine Grundvoraussetzung für die fundierte, kontinuierliche Orientierung an den Wünschen der Informationssuchenden. Systematische Bewertungen durch die Rezipienten dienen den Autoren folglich als willkommene Rückmeldung hinsichtlich der Verständlichkeit und inhaltlichen Angemessenheit ihrer Hyperdokumente. Zu diesem Zweck bieten *GRAMMIS* und *ProGr@mm* mehrere sich thematisch ergänzende Online-Fragebögen. Abgefragt werden Hintergrundinformationen zu den Erwartungen der Nutzer und inwieweit diese durch das Informationsangebot reflektiert wurden. Auch individuelle Vorkenntnisse und Erweiterungsvorschläge können spezifiziert werden, damit sich *GRAMMIS* und *ProGr@mm* in Zukunft

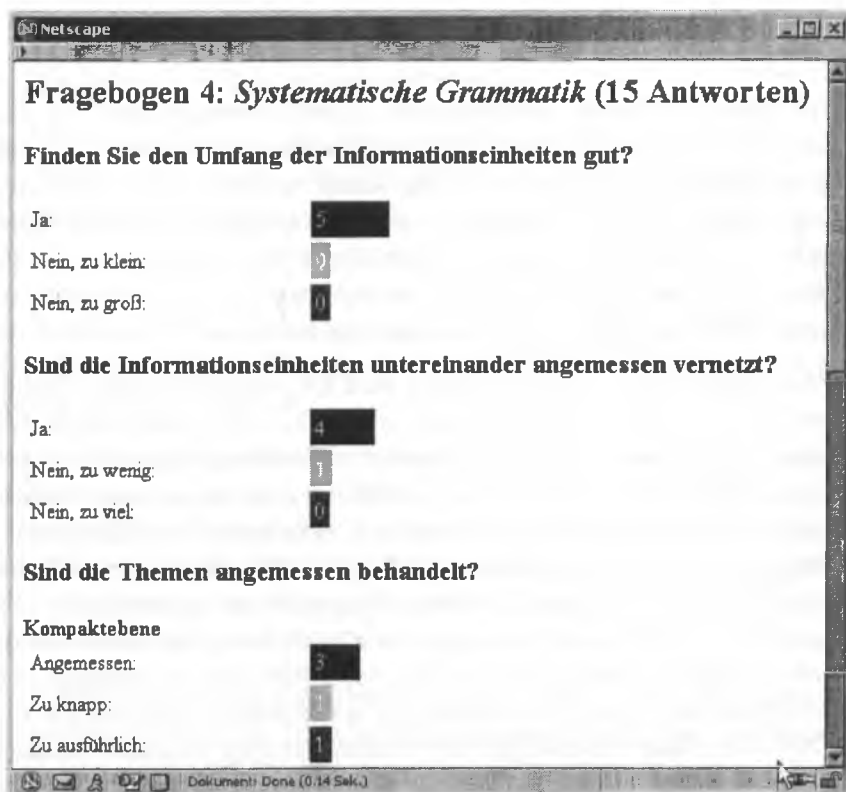


Abbildung 42: Auswertung von Fragebögen

noch besser an die Präferenzen ihrer Zielgruppen anpassen können. Fragen zu inhaltsunabhängigen Gestaltungskriterien, etwa zum Navigationsdesign, zur Vernetzung der Hyperknoten oder zur Angemessenheit des Knotenumfangs, sollen den fortlaufenden Prozess der Hypertextualisierung mit verlässlichen Daten unterfüttern. Abbildung 42 dokumentiert, wie sich die Auswertung der Fragebögen für die Autoren darstellt. Die eingegebenen Antworten werden in Datenbank-Tabellen gespeichert und lassen sich mit Hilfe der mächtigen Abfragesprache SQL abfragen, als Balkendiagramme aufbereiten oder auch in spezielle Analyseprogramme exportieren.⁴⁷⁵

⁴⁷⁵ Eine entsprechende Evaluierung der Rückmeldungen soll die Weiterentwicklung des Systems auf eine empirisch fundierte Basis stellen; vgl. Schwinn (2003b). Zur empirischen Evaluierung personalisierter Informationssysteme siehe z.B. Langley/Fehling (1998).

8.9.4 Pfadanalysen, inhaltliche Auswertungen und Navigationstipps

Die Informationssuche in weitgespannten Hypernetzwerken kann ohne adäquate Navigations- und Recherchehilfsmittel schnell zur berühmten und mit Recht gefürchteten Suche nach der Stecknadel im Heuhaufen ausarten.⁴⁷⁶ Über die meisten aktiven Navigationshilfen in *GRAMMIS* bzw. *ProGr@mm* wurde bereits an anderer Stelle geschrieben. Ergänzend sollen noch diejenigen Funktionen vorgestellt werden, welche auf der quantitativen Auswertung von Benutzerpfaden, persönlichen Bewertungen und Inhaltsanalysen beruhen.

Die Analyse individueller Benutzerpfade wird seit einiger Zeit in der medienwissenschaftlichen Rezeptionsforschung eingesetzt, um die Kompetenz eines Informationssuchenden im Umgang mit dem verwendeten Medium festzustellen. Dabei sollen solche Analysen herausfinden, welche von den Anbietern vorgesehenen Präsentationsmechanismen auf Anwenderseite aufgrund mangelnder Voraussetzungen unzureichend oder gar nicht genutzt werden. Bucher (2001) differenziert in diesem Zusammenhang zwischen „sprachlichem Wissen“, „Strukturwissen“, „Verwendungswissen“ und „Funktionswissen“ als den für eine erfolgreiche Kommunikation mit einem Web-Angebot erforderlichen Wissensbeständen. Rezeptionsanalysen, die neben einer Zugriffshistorie auch weitere Daten – beispielsweise die Verweildauer bei einer Informationseinheit, die zum Auffinden einer Einheit erforderlichen Einzelschritte oder die Typen der verwendeten Navigationshilfen – auswerten, erlauben Rückschlüsse auf die Adäquatheit eines Angebots für einzelne Nutzer:

Der die Online-Rezeption begleitende Handlungsstrang signalisiert die vorhandene Nutzungskompetenz eines Rezipienten und lässt sich deshalb methodisch nutzen, um unmittelbare Rückschlüsse auf die Rezeption zu ziehen. (Bucher, 2001, S. 143)

ProGr@mm dagegen speichert die Navigationswege seiner Anwender primär nicht zur Analyse deren Nutzungskompetenz oder der Angemessenheit der angebotenen Benutzeroberfläche,⁴⁷⁷ sondern um eine empirische Grundlage für zwei Funktionalitäten zu schaffen, die den Informationssuchenden zur Rezeptionszeit bei seiner Recherche unterstützen sollen:

⁴⁷⁶ Vgl. Abschnitt 3.4.

⁴⁷⁷ Obwohl dies für eine diesbezügliche Auswertung durchaus nützlich sein könnte. Eine entsprechende Untersuchung ist allerdings nicht Bestandteil der vorliegenden Arbeit.

- 1) Präsentation einer Zugriffshistorie als Orientierungshilfe
- 2) Berechnung von Navigationsempfehlungen

Die Wege eines angemeldeten Benutzers durch die Hypertextbasis speichert *ProGr@mm*, wie in Abschnitt 8.9.1 dokumentiert, in einer separaten Verlaufstabelle namens *TB_PFAD* ab. Diese Zugriffshistorie kann sich der Anwender zur Rezeptionszeit von jedem Punkt im Hypernetzwerk aus im Browserfenster als geordnete Liste anzeigen lassen. Auf diese Weise vereinfacht sich das rasche Wiederauffinden von einmal angesteuerten Hyperknoten, auch wenn die Erinnerung an den vielleicht schon einige Wochen zurückliegenden letzten Besuch bereits verblasst ist.

Doch die Zugriffshistorie bzw. die Benutzerpfade dienen auch als Informationsgrundlage bei der maschinellen Zusammenstellung und Präsentation von Navigationstipps. Neben einer inhaltlichen Auswertung von Knoteninhalten und Meta-Informationen berücksichtigt die individuelle Auswertungsprozedur von *ProGr@mm* bei der Darstellung situativ attraktiver Navigationsziele auch, ob und wie oft ein Anwender eine Informationseinheit schon aufgesucht hat.

Navigationstipps sollen den Informationssuchenden zu für ihn interessanten Navigationszielen leiten. Sie werden automatisch durch das System berechnet⁴⁷⁸ und zur Zugriffszeit als dynamische Hyperlinks angezeigt. Die Tipps lassen sich von jedem Knoten aus durch Anklicken des hierfür vorgesehenen Symbols in der Navigationsleiste abrufen. Das System generiert zunächst eine Liste der mit der aktuell besuchten Einheit thematisch verwandten Hyperknoten, ordnet diese unter Zuhilfenahme benutzerspezifischer Daten,⁴⁷⁹ und präsentiert schließlich eine Aufstellung der als vielversprechend klassifizierten Informationseinheiten. Diese Liste kann ähnlich wie die benutzerdefinierten Touren genutzt werden, um direkt in *ProGr@mm* zu navigieren. Die Berechnung der Navigationstipps verläuft in mehreren Stufen:

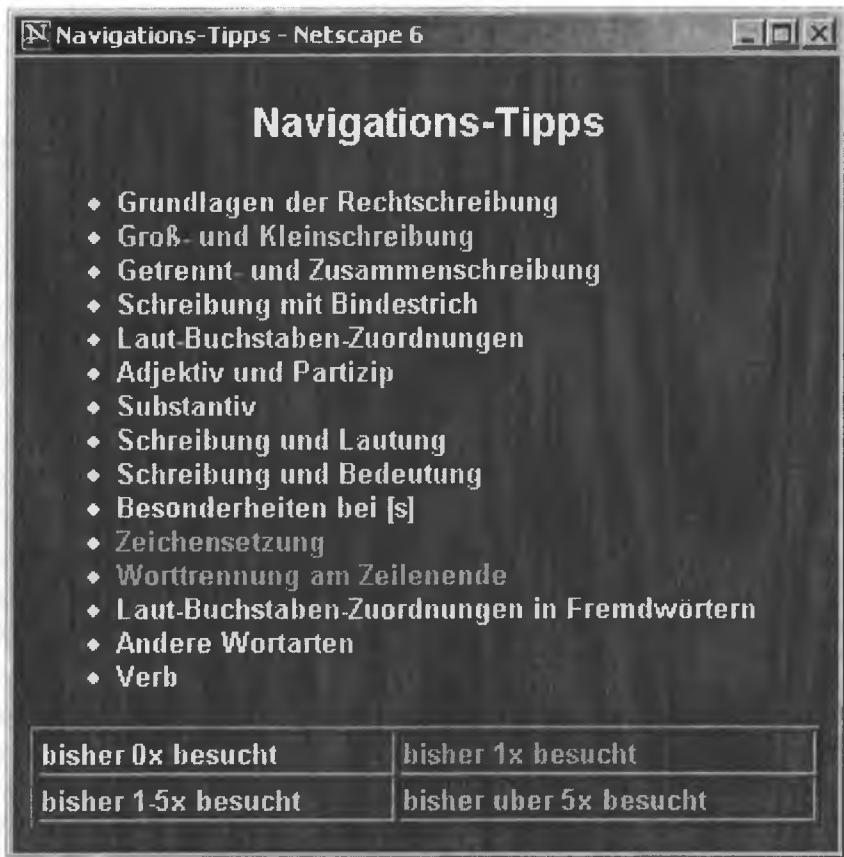
⁴⁷⁸ Wie Hausdorf et al. (1996) für die Informationssuche in Wissensbanken gezeigt haben, ist Interessantheit heuristisch operationalisierbar. Nach diesem Ansatz spielen so genannte Interessantheitsfacetten eine Rolle, wobei z.B. zwischen „Validität“, „Neuheit“ und „Nützlichkeit“ unterschieden wird.

⁴⁷⁹ Durch diese Kombination objektiver und individueller Qualifikationskriterien, d.h. inhaltlicher Bezug plus persönliche Präferenzen, soll die in Abschnitt 2.2.5 geforderte Nachvollziehbarkeit von Systemfunktionen gewährleistet werden.

- 1) Das System sucht nach Informationseinheiten mit gleichen oder ähnlichen klassifizierenden Schlagworten wie die Ausgangseinheit – d.h. wie der aktuelle Standort im Hypernetzwerk. Je größer die Übereinstimmung, desto höher wird der Ähnlichkeitswert⁴⁸⁰ angesetzt. Die Ergebnisse dieser Suche legt die Auswertungsprozedur in Tabelle *TB_TIPP* ab.
- 2) Anschließend wird nach Informationseinheiten gefahndet, die einen ähnlich lautenden Titel besitzen.
- 3) Auch die Inhaltstexte aller Knoten werden daraufhin überprüft, wie häufig sie die Schlagworte der aktuellen Einheit oder Bestandteile des Titels enthalten. Dabei findet das System auch flektierte Formen.
- 4) Ist der aktuelle Knoten, zu dem die Navigationstipps berechnet werden sollen, als Kompakt- oder Detailsinheit in die Hierarchie der systematischen Grammatik eingebunden, so werden die über- und untergeordneten Knoten nach einer im System hinterlegten Formel – je näher liegend, desto besser; je weiter entfernt, desto unwichtiger – gewichtet und in die Tippliste aufgenommen.
- 5) Um auch Vertiefungseinheiten zu berücksichtigen, die nicht in einer hierarchischen Beziehung stehen können, sucht das System in der Hyperlink-Datenbank nach allen Einheiten, die Verweise auf den aktuellen Knoten beinhalten.
- 6) Auch der aktuelle Knoten wird auf ausgehende, interhypertextuelle Verweise überprüft bzw. die Hyperlink-Datenbank entsprechend abgefragt.

Die Topliste der gefundenen Informationseinheiten zeigt *ProGr@mm* in einem separaten Unterfenster an. Abbildung 43 gibt die Erscheinungsweise dieser Navigationstipps wieder. Um den Benutzer auf Knoten aufmerksam zu machen, die er schon häufiger besucht hat, berücksichtigt die Tipp-Liste auch Informationen aus der Historientabelle. Durch eine farblich abgestufte Markierung wird zwischen bisher unentdeckten, sporadisch angesteuerten und bereits mehrfach abgerufenen Informationseinheiten unterschieden.

⁴⁸⁰ Zur Bestimmung von Ähnlichkeiten zwischen einzelnen Hyperknoten vgl. auch Griffiths et al. (1997).

Abbildung 43: Navigationstipps in *ProGr@mm*

8.10 Zugangsverwaltung

Die in der Hypertextbasis gespeicherten Informationseinheiten, ebenso wie die individuellen Benutzerdaten sowie die Programm-Module zur Generierung dynamischer Sichten, befinden sich physikalisch innerhalb einem gemeinsamen geschützten Bereich, der sogenannten Datenbank-Instanz.⁴⁸¹ Damit unterliegen sie hinsichtlich des Zugriffs auf Datei- und Betriebssystemebene den strikten Zugriffsbeschränkungen des zugrunde liegenden Datenbank-Ma-

⁴⁸¹ Zur Einführung in Terminologie und Praxis relationaler Datenbanken am Beispiel des gewählten Systems *Oracle* siehe z.B. Stürmer (2000).

nagementsystems. Mit den Implikationen datenbankgestützter Lösungen für das hypermediale Publizieren beschäftigt sich bereits Abschnitt 7.3, der Sicherheitsaspekt rückt in Abschnitt 7.3.2 in den Vordergrund. Deshalb sollen nachfolgend nicht mehr grundlegende Vor- und Nachteile diskutiert, sondern die für *GRAMMIS* konzipierte Zugangsverwaltung vorgestellt werden. Da das Informationssystem vorrangig als Web-Angebot positioniert und auch die alltägliche Autorenarbeit größtenteils Web-basiert ist, interessiert hierbei in erster Linie der Zugriff via WWW.

Aus Sicherheitsgründen werden Lese- und Schreibzugriffe auf die Inhalte der Hypertextbasis streng reglementiert und eingeschränkt. Als einziger Zugangsweg sind speziell programmierte Web-Formulare vorgesehen, die auf Mausclick verschiedene in der Datenbank liegende Programme aufrufen. Der Aufruf der Formulare ist, wie nachfolgend noch dargestellt wird, passwortgeschützt. Die internen Programme fragen Knoteninhalte oder -eigenschaften ab und transformieren sie falls notwendig in eine Web-konforme Erscheinungsform. Auf dem umgekehrten Weg nehmen Web-Formulare Eingaben der Autoren entgegen und tragen neue Inhalte in die Hypertextbasis ein. Auch das Einrichten neuer Benutzer, Autoren wie Leser, funktioniert entsprechend.

Um sicherzustellen, dass ausschließlich berechtigte Personen die für die Autoren eingerichteten Formulare einsehen und aktivieren können, wurde die Ausführung der Programme zur Generierung dynamischer Web-Formulare an die weiter oben bereits eingeführte Nutzertabelle *TB_NUTZER* gekoppelt. Nur wenn sich der Web-Besucher unter einem Namen angemeldet hat, für den die benötigten Autorenrechte in der Tabelle eingetragen sind, gibt der Web-Server überhaupt den Zugriff auf die Autoren-Formulare frei.

Als Speicherort für Zugriffsrechte dient die Spalte *CO_RECHTE*. Ähnlich wie beim Leserprofil erwartet das System dort eine Buchstabenkombination, aus der sich die einzelnen Zugriffsrollen folgendermaßen entschlüsseln lassen:

- Soll der Benutzer lesenden Zugriff auf sämtliche *GRAMMIS*-Inhalte erhalten, so enthält die Kombination den Buchstaben *l*.
- Den schreibende Autoren-Zugriff auf *GRAMMIS*-Inhalte ermöglicht der zusätzliche Buchstabe *g*.
- Sollen dem Benutzer Autoren-Rechte für die bibliografische Datenbank erteilt werden, so geschieht das durch Eintragen des Buchstabens *b*.

- Mit dem Buchstaben *a* werden dem Benutzer Administratorenrechte erteilt. Damit darf er neue Autoren und Leser in die Nutztabelle eintragen, deren Profile bearbeiten und sie auch wieder löschen.

Das vorgestellte Konzept stellt sicher, dass gezielt Einzelrechte für genau spezifizierbare und abgrenzbare Aufgabenbereiche verteilt werden können. Die Einbeziehung der Datenbank-Tabelle erschließt die Sicherheitsfunktionalitäten des für die Verwaltung der Hypertextbasis eingesetzten DBMS auch für die Absicherung des Web-Zugriffs.⁴⁸² Weiterhin erlaubt der flexibel erweiterbare Rollen-Mechanismus im Bedarfsfall das Hinzufügen neuer, für zukünftige Anwendungen notwendig werdender Zugriffsebenen.

8.11 Medienübergreifendes Publizieren

Obwohl *GRAMMIS* natürlich in erster Linie als Online-Informationssystem für das WWW zu verstehen ist, sollte doch der Bereich des Exports in andere Formate, und mithin für andere Ausgabemedien, nicht unbeachtet bleiben. Von Beginn des Projekts an war das optionale Publizieren der erstellten Informationseinheiten in anderer Form als im WWW ein wichtiges Thema. Die Idee vom „Medienübergreifenden Publizieren“⁴⁸³ vermittels eines zentralen „Informations-Repository“ konnte schließlich mit Hilfe der im Rahmen der Projektarbeit entwickelten Lösungsansätze mit Erfolg umgesetzt werden und erlaubt es, gezielt medientypische Varianten sämtlicher einmal verfasster Hyperknoten zu generieren.

Die zentralen *GRAMMIS*-Informationseinheiten lagern bekanntlich im Originalformat als inhaltlich strukturierte XML-Dokumente in der Hypertextbasis. Es liegt folglich nahe, die Konversion dieser Einheiten in andere Zielformate mit Hilfe der bereits für die Web-Ausgabe eingesetzten XSL-Stylesheets zu realisieren. Die prinzipielle Vorgehensweise ist dabei ähnlich, lediglich die Zielsyntax im jeweiligen Stylesheet muss angepasst sowie das Transformationsergebnis gesichtet und im Einzelfall punktuell überarbeitet werden.

⁴⁸² Zur prinzipiellen Sicherheit von Datenbanksystemen vor unberechtigtem Zugriff siehe auch Abschnitt 7.3.2.

⁴⁸³ Eingeführt wurden beide Begriffe in Abschnitt 2.1.3.

Für diejenigen Inhalte, die als Wörterbucheinträge oder bibliografische Informationen ohne weitere interne Strukturierung in Datenbank-Tabellen abgelegt sind, ist eine XSL-Transformation nicht notwendig. Da es sich in diesen Fällen um reinen ASCII-Text handelt, evtl. angereichert um einfache Layout-Anweisungen in HTML, genügt hier der Rückgriff auf standardisierte Datenbank-Funktionalitäten: Mit Hilfe der Datenbankabfragesprache SQL lassen sich die in separaten Tabellenspalten gespeicherten Inhalte abfragen und geordnet in beliebig formatierbare Textdateien schreiben.⁴⁸⁴

Das Spektrum der insgesamt von den *GRAMMIS*-Exportfunktionen abgedeckten Zielformate umfasst HTML für die Produktion von Offline-Versionen des WIS auf CD-ROM sowie \LaTeX für die Erstellung anspruchsvoller Print-Ausgaben.⁴⁸⁵ Weiterhin werden sämtliche Inhalte regelmäßig in das PDF-Format konvertiert. Letzteres lässt sich gleichermaßen für die CD-ROM-Produktion wie auch für Papierausdrucke nutzen.⁴⁸⁶ Nach kleineren Modifikationen funktionieren PDF-Dokumente im Übrigen problemlos als Basis für die Distribution elektronischer Bücher (*E-Books*).⁴⁸⁷

Der automatisierte Export der XML-Inhalte aus der Hypertextbasis in eine zusammenhängende HTML-Version bereitet wenig zusätzliche Mühe. Ein direkt in die Datenbank integrierter XSLT-Prozessor lässt sich dazu einsetzen, Kompakt-, Detail- und Vertiefungseinheiten abzurufen und diese nacheinander mit Hilfe eines XSL-Stylesheets nach HTML zu übersetzen. Die dabei verwendeten Transformationsanweisungen weichen nur in wenigen Punkten, etwa bei der Formulierung von Hyperlink-Regeln,⁴⁸⁸ von der für den Online-Zugriff zuständigen Variante ab. Die HTML-Dokumente werden, gemeinsam mit den im Dateisystem liegenden multimedialen Inhalten, regelmäßig auf CD gebrannt. In Umgebungen und Situationen ohne Internet-Zugang dienen sie als

⁴⁸⁴ Die bibliografischen Angaben etwa können bei Bedarf in das verbreitete BibTeX-Format konvertiert werden. Andere Zielformate sind in Vorbereitung.

⁴⁸⁵ Den umgekehrten Weg von \LaTeX zur Webpublikation beschreiben z.B. Goossens/Rahtz (2000).

⁴⁸⁶ Zur Problematik der Distribution von Hypertexten im PDF-Format siehe Nielsen (2001a).

⁴⁸⁷ Zu den Eigenschaften des Formats PDF siehe auch Abschnitt 4.3. Als Informationsforum für die Entwickler von E-Book-Lösungen empfiehlt sich die Website der *Open eBook Initiative* unter <http://www.openebook.org>.

⁴⁸⁸ Hyperlinks der Offline-Version sollen schließlich nicht zur *GRAMMIS*-Website verweisen, sondern zu anderen Offline-Einheiten.

brauchbarer Ersatz für das „große“ Online-Informationssystem, natürlich ohne dabei die benutzeradaptiven Angebote überzeugend imitieren oder komplexe Recherchen ermöglichen zu können.

Etwas aufwändiger gestaltet sich die Zusammenstellung der Transformationsregeln für eine Konversion der XML-Inhalte nach \LaTeX . Hierbei sind nicht nur die Format-spezifischen Auszeichnungskonventionen zu beachten. Da die \LaTeX -Dateien auch als Input für die anschließende Generierung der PDF-Version verwendbar sein sollen, müssen ihnen einige Zusatzinformationen für die Folgestufe übergeben werden. Exemplarisch wird dies an nachfolgendem Beispiel deutlich:

```
<xsl:template match="titel">
  \section*{<xsl:apply-templates/>}
</xsl:template>

<xsl:template match="absatz[@typ='beispiel']">
  <xsl:if test="@id">
    \hypertarget{<xsl:value-of select="@id"/>}
    {}
  </xsl:if>
  \begin{quote}
    \small{<xsl:apply-templates/>}
  \end{quote}
</xsl:template>

<xsl:template match="verweis[@typ='grammis']">
  \hyperlink{<xsl:value-of select="@adr"/>}
  {<xsl:apply-templates/>}
</xsl:template>
```

Diese drei gezeigten Beispielregeln übernehmen die Transformation von Titlelementen, Beispiel-Absätzen und Verweisen von *GrammisML* nach \LaTeX . XML-Elemente vom Typ „titel“ werden als `\section{}` ausgezeichnet. Elemente vom Typ „absatz“, deren Attribut „typ“ mit dem Wert *beispiel* belegt ist, erscheinen im Zielformat als Zitat-Abschnitte.⁴⁸⁹ Zur späteren Realisierung von Hyperlinks, die zwar nicht für die Druckausgabe, wohl aber für die auf dieser Basis erstellte PDF-Version wünschenswert sein kann, kommt

⁴⁸⁹ Dieser kleine Kunstgriff wurde bemüht, da \LaTeX Zitate standardmäßig einrückt, und eine solche Darstellung der Online-Präsentation von Beispiel-Absätzen entspricht.

das unter \LaTeX verbreitete *hyperref*-Paket⁴⁹⁰ zum Einsatz. Die beiden Makros `\hyperlink` und `\hypertarget` markieren Ausgangs- und Zielpunkte von Verweisen, die sich in den endgültigen PDF-Dokumenten per Mausclick nutzen lassen.

Neben der Distribution als Offline-Varianten der *GRAMMIS*-Informationseinheiten dienen die PDF-Dateien auch als Zusatzangebot im WIS. Zwar sollte das Drucken und anschließende Offline-Lesen eines Hyperdokuments nicht dessen bevorzugte Rezeptionsform sein. Dennoch sind natürlich Situationen vorstellbar, in denen die Printform dem elektronischen Medium überlegen ist, beispielsweise wenn der Inhalt einer einzelnen Informationseinheit im Unterricht an mehrere Lernende verteilt werden soll und der Online-Zugriff mangels technischer Ausstattung nicht möglich ist. Weiterhin scheint erfahrungsgemäß auch folgende Behauptung nicht ganz unbegründet:

You can assume that readers will print anything longer than half a page and read it offline. (Horton/Lynch, 1999a, S. 100)

Um letztlich auch in solchen Situationen eine angemessene Lösung anbieten zu können, unterstützt das WIS den lokalen Ausdruck von Inhalten. Da sich PDF-Dokumente wesentlich besser für Papierausdrucke eignen als die um vielerlei Navigationselemente angereicherten *GRAMMIS*-Hyperknoten, werden erstere als separat aufrufbare Alternativansichten in die Online-Benutzeroberfläche integriert. Klickt ein Anwender auf das Druckersymbol in der Navigationsleiste der systematischen Grammatik, so öffnet sich ein neues Unterfenster, in dem die PDF-Version des aktuell besuchten Hyperknotens erscheint.

⁴⁹⁰ Vgl. Gosling et al. (2002).

9. Erkenntnisse und Schlussbemerkungen

Die einführende Charakterisierung des Informationsmediums WWW sowie die daran anknüpfenden Fragen hinsichtlich einer optimalen Konzeption von Web-Informationssystemen in Abschnitt 1 haben den Rahmen der vorliegenden Publikation explizit umrissen. Es ging darum, erfolgversprechende Strategien für eine effiziente Inhaltsverwaltung und benutzeradaptive Wissensvermittlung auszuarbeiten und diese in praxi auf ihre Umsetzbarkeit hin zu überprüfen. Exemplarisch geschah dies anhand des Web-Informationssystems *GRAMMIS* bzw. des darauf basierenden Lernsystems *ProGr@mm*. Deren konzeptuelle Modellierung orientierte sich ebenso wie die anschließende Realisierung an den dargelegten Überlegungen und Richtlinien.

In Bezug auf die konzeptuelle Modellierung von Informationsangeboten verdeutlicht die Arbeit die Vorteile eines „Generic Markup“, d.h. der logischen Auszeichnung hypertextueller Mikrostrukturen unter Zuhilfenahme einer adäquat an spezifische Projektbedürfnisse anpassbaren Markup-Sprache. Die eigens entwickelte XML-Anwendung *GrammisML* kann in diesem Zusammenhang als repräsentativ für derartige, modularisierbare Auszeichnungshilfsmittel angesehen werden. Daneben besteht unzweifelhaft ein zunehmender Bedarf an standardisierten Syntaxbeschreibungen für klar umrissene Aufgabengebiete. *DocBook* für den Dokumentationsbereich oder *MathML* für mathematische Anwendungen sind diesbezüglich nur einige prominente Beispiele. In Anbetracht der Weiterverarbeitungs- und Auswertungsdefizite layoutorientierter Formatierungen stehen dabei primär strukturelle Gesichtspunkte im Vordergrund. Auf eine gleichermaßen funktionale wie ästhetisch ansprechende Online-Wiedergabe muss dennoch nicht verzichtet werden, da mit den für XML nutzbaren Stylesheet-Varianten CSS und XSL ein mächtiges Instrumentarium zur konsistenten Oberflächenmodellierung zur Verfügung steht. Auch das medienübergreifende Publizieren – Stichwort „Transformationen“ – profitiert von einer solchen Herangehensweise.

Als sinnvolle Ergänzung zur logischen Inhaltsauszeichnung soll eine Nachbildung charakteristischer Makrostrukturen, d.h. der die WIS-Hypertextbasis konstituierenden interhypertextuellen Beziehungen, propagiert werden. Ein verbindlicher Königsweg lässt sich hierbei angesichts der Vielfalt projektabhängiger Rahmenbedingungen nur schwerlich aufzeigen. Allerdings erscheint der Rückgriff auf etablierte Werkzeuge wie etwa Datenbank-Management-

systeme als zweckmäßig. Im Vergleich zu den bislang noch weit verbreiteten dateibasierten Ansätzen weisen DBMS-Lösungen eine weitaus höhere Funktionalität, Flexibilität und Robustheit auf. Ein angemessen konzipiertes Informations-Repository kann, wie nachgewiesen wurde, als Basis für vielfältigste Inhaltsaufbereitungen und -präsentationen genutzt werden. Auch nicht-textuelle Komponenten lassen sich mit Hilfe multimedial ausgerichteter Datenbanken systematisch in die Hypertextbasis integrieren und recherchierbar machen. Dies gilt natürlich in besonderem Maße für lexikalische Inhalte wie z.B. Wörterbücher oder terminologische Glossare.

Bei der Präsentation von Web-Inhalten, insbesondere für thematisch komplexe Sachgebiete und vom Anspruchsgrad her variable Informationseinheiten, spielt zunehmend die Anpassung an anwenderspezifische Interessen und Vorgaben eine Rolle. Die Informationssuche im Cyberspace vernetzter Wissensangebote wird umso effizienter, je genauer ein WIS um die Bedürfnisse seiner Benutzer weiß. Die exemplarische Modellierung von *GRAMMIS* und *Pro-Gr@mm* zeigte auf, wie wertvoll der kombinierte Einsatz von individuellen Profilen und inhaltsbezogenen Meta-Angaben sein kann. Ausgehend von einer angemessenen Charakterisierung sowohl der Angebots- wie auch der Anwenderseite, bieten benutzeradaptive Systeme einen klaren funktionalen Mehrwert gegenüber nicht-dynamischen Lösungen.

Zu guter Letzt soll ein kurzer problemorientierter Ausblick nicht fehlen. Was bleibt noch zu tun? Wünschenswert erscheint beispielsweise eine ausführliche empirische Überprüfung, wie adaptive Web-Informationssysteme von ihren Benutzern angenommen werden. Die für *GRAMMIS* entwickelten Online-Fragebögen dürften diesbezüglich eine wegweisende Grundlage für zukünftige Auswertungen darstellen. Empirisch fundierte Anwenderstudien könnten darüber hinaus auch dazu verwendet werden, Aussagen über die prinzipielle Eignung von Benutzeradaptivität für andere Typen von Web-Angeboten zu erhalten. In Anlehnung an die im Rahmen der vorliegenden Arbeit erfolgte Differenzierung von Angebotstypen wären eine Konkretisierung der Anwendungsbereiche ebenso wie eine Untersuchung über die Auswirkungen von Benutzereigenschaften und Benutzungssituationen auf die Modellierung erstrebenswert. Dabei gilt allerdings, dass verlässliche und aussagekräftige Evaluierungen nicht unbedingt kurzfristig zu erwarten sind:

It will take a decade until sufficient experience, experimentation and hypothesis testing clarify design issues. (Shneiderman, 1997, S. 6)

10. Literatur

- Agosti, Mariastella/Smeaton, Alan F. (Hg.) (1997): *Information Retrieval and Hypertext*. Boston/London/Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. Second Printing.
- Aitchison, Jean/Gilchrist, Alan/Bawden, David (2000): *Thesaurus construction and use: a practical manual*. Chicago, IL.: Fitzroy Dearborn.
- Allan, James (1996): *Automatic Hypertext Link Typing*. In: *Proceedings of Hypertext '96, the Seventh ACM Conference on Hypertext*, Washington, DC. March 16-20 1996, S. 42-52.
- Andrews, Keith/Kappe, Frank/Maurer, Hermann (1994): *Hyper-G and Harmony: Towards the next generation of networked information technology*. Technical Report, IICM, Universität Graz.
- Arens, Stephan/Kuhlen, Rainer (1995): *Ein graphischer Browser für das Konstanzer Hypertextsystem*. In: *Proceedings Hypertext – Information Retrieval – Multimedia (HIM 95), Schriften zur Informationswissenschaft – Synergieeffekte elektronischer Informationssysteme*, S. 175-189.
- Assfalg, Rolf (1996): *Integration eines offenen Hypertext-Systems in den Internet-Mehrwertdienst World Wide Web. Ein Ansatz unter Verwendung eines objektorientierten Datenbanksystems*. Konstanz: Hartung-Gorre Verlag.
- Austin, Derek/Dale, Peter (Hg.) (1981): *The Unesco-sponsored Guidelines for the Establishment and Development of Monolingual Thesauri*. Paris: Unesco, General Information Programme and UNISIST.
- Ayesh, Aladdin (2000): *Essential Dynamic HTML Fast*. London/Berlin: Springer Verlag.
- Baeza-Yates, Ricardo/Ribeiro-Neto, Berthier (1999): *Modern Information Retrieval*. Reading, MA.: Addison-Wesley.
- Barth, Christof (2001): *Medien im Transformationsprozess. Baustein zu einer Theorie des Medienwandels am Beispiel einer integrativen Analyse von Produktion, Angebot und Rezeption von Onlinemedien*. Diss. Universität Trier, FB II. <http://ub-dok.uni-trier.de/diss/diss21/20010823/20010823.htm>.
- Baumann, Heide/Schwender, Clemens (Hg.) (2000): *Kursbuch Neue Medien 2000*. Stuttgart/München: Deutsche Verlags-Anstalt.
- Beck, Klaus/Vowe, Gerhard (Hg.) (1997): *Computernetze – ein Medium öffentlicher Kommunikation?* Berlin: Wissenschaftsverlag Spiess.
- Behme, Henning/Mintert, Stefan (2000): *XML in der Praxis. Professionelles Web-Publishing mit der Extensible Markup Language*. Bonn: Addison-Wesley Longman.
- Belkin, Nicholas J. (1993): *Interaction with Texts: Information Retrieval as Information-Seeking Behavior*. In: *Information Retrieval '93*, S. 55-66.
- Berners-Lee, Tim (1998): *Style Guide for Online Hypertext*. <http://www.w3.org/Provider/Style>.
- Berners-Lee, Tim/Hendler, James/Lassila, Ora (2001): *The Semantic Web. A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities*. In: *Scientific American* May 2001. <http://www.scientificamerican.com/2001/0501issue/0501bernens-lee.html>.
- Biere, Bernd Ulrich/Hoberg, Rudolf (Hg.) (1995): *Bewertungskriterien in der Sprachberatung. (Studien zur deutschen Sprache 2)*. Tübingen: Gunter Narr Verlag.

- Biezunski, Michel/Newcomb, Steven R. (2001): XML Topic Maps: Finding Aids for the Web. In: IEEE Multimedia 8 (2), S. 104-108.
- Biskup, Joachim (1995): Grundlagen von Informationssystemen. Braunschweig: Vieweg-Lehrbuch Informatik.
- Blum, Joachim/Bucher, Hans-Jürgen (Hg.) (1998): Die Zeitung: Ein Multimediu. Textdesign – ein Gestaltungskonzept für Text, Bild und Grafik. Konstanz: UVK Medien, Edition sage & schreibe; Bd. 1.
- Bollmann, Stefan (1998a): Einführung in den Cyberspace. In: Bollmann (1998b). S. 163-166.
- Bollmann, Stefan (Hg.) (1998b): Kursbuch Neue Medien. Trends in Wirtschaft und Politik, Wissenschaft und Kultur. Reinbek: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Bolz, Norbert (1993): Am Ende der Gutenberg Galaxis: Die neuen Kommunikationsverhältnisse. München: Wilhelm Fink Verlag.
- Breindl, Eva (1998): Konzeption und Konversion: Zur simultanen Produktion von Printtext und Hypertext am Beispiel Grammatik. In: Storrer/Harriehausen (1998). S. 75-98.
- Breindl, Eva (1999): Grammatik im WWW. In: ORBIS: Online Reihe Beiträge zu Sprache und Internet. <http://www.ids-mannheim.de/grammis/orbis/tswww/tsframe1.html>.
- Breindl, Eva/Schneider, Roman/Strecker, Bruno (2000): GRAMMIS – Ein Projekt stellt sich vor. In: Sprachreport. Informationen und Meinungen zur deutschen Sprache 1, S. 19-24.
- Brin, Sergey/Page, Lawrence (1998): The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine. In: Ashman, Helen/Thistlewaite, Paul (Hg.): Proceedings of the Seventh International World Wide Web Conference, Amsterdam, 1998. Brisbane: Elsevier. S. 107-117. <http://dbpubs.stanford.edu:8090/pub/1998-8>.
- Brooks, Helen M./Daniels, Penny J./Belkin, Nicholas J. (1986): Research on information interaction and intelligent information provision mechanisms. In: Journal of Information Science 12, 1986, S. 37-44.
- Bucher, Hans-Jürgen (1998): Vom Textdesign zum Hypertext. Gedruckte und elektronische Zeitungen als nicht-lineare Medien. In: Holly/Biere (1998). S. 63-102.
- Bucher, Hans-Jürgen (1999a): Die Zeitung als Hypertext. Verstehensprobleme und Gestaltungsprinzipien für Online-Zeitungen. In: Lobin (1999b). S. 9-32.
- Bucher, Hans-Jürgen (1999b): Nachbarwissenschaft der Medienwissenschaft: Linguistik. In: Leonhard, Joachim-Felix/Ludwig, Hans-Werner/Schwarze, Dietrich/Straßner, Erich (Hg.): Medienwissenschaft: Ein Handbuch zur Entwicklung der Medien und Kommunikationsformen. (Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft 15). Berlin/New York: de Gruyter. S. 287-309.
- Bucher, Hans-Jürgen (2000): Journalismus als kommunikatives Handeln. Grundlagen einer handlungstheoretischen Journalismustheorie. In: Löffelholz, Martin (Hg.): Theorien des Journalismus. Ein diskursives Handbuch. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag. S. 245-274.
- Bucher, Hans-Jürgen (2001): Wie interaktiv sind die neuen Medien? In: Bucher/Püschel (2001). S. 139-171.
- Bucher, Hans-Jürgen/Barth, Christof (1998): Rezeptionsmuster der Online-Kommunikation: Was Nutzer mit WWW-Angeboten machen. In: Media Perspektiven 10, S. 517-523.
- Bucher, Hans-Jürgen/Püschel, Ulrich (Hg.) (2001): Die Zeitung zwischen Print und Digitalisierung. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2000): Studie Jugendschutz und Filtertechnologien im Internet. BMWi-Dokumentation Nr. 472.

- Burdman, Jessica R. (1999): Collaborative Web Development: Strategies and Best Practices for Web Teams. Reading, MA.: Addison-Wesley.
- Burnard, Lou (2000): Text Encoding for Interchange: a new Consortium. In: Ariadne Magazine 24. <http://www.ariadne.ac.uk/issue24/tei/>.
- Bush, Vannevar (1945): As we may think. In: Atlantic Monthly 176 (1), S. 101-108.
- Cagle, Kurt/Corning, Michael/Diamon, Jason/Duynstee, Teun/Gudmundsson, Oli/Jirat, Jirka/Mason, Mike/Pinnock, Jon/Spencer, Paul/Tang, Jeff/Tchistopolskii, Paul/Tennison, Jeni/Watt, Andrew (Hg.) (2001): Professional XSL. Birmingham: Wrox Press.
- Campbell, Brad/Goodman, Joseph M. (1988): HAM: A general purpose hypertext abstract machine. In: Communications of the ACM 31 (7), S. 856-861.
- Cathro, Warwick (1997): Metadata: An Overview. <http://www.nla.gov.au/nla/staffpaper/cathro3.html>.
- Chang, Ben/Scardina, Mark/Kiritzov, Stefan (2001): Oracle9i XML Handbook. Berkeley, CA.: Osborne/McGraw-Hill.
- Chen, Peter P.S./Knöll, Heinz-Dieter (1991): Der Entity-Relationship-Ansatz zum logischen Systementwurf. Datenbank- und Programmwurf. Mannheim/Wien/Zürich: BI-Wissenschaftsverlag.
- Cleary, Chip/Bareiss, Ray (1996): Practical Methods for Automatically Generating Typed Links. In: Proceedings of Hypertext '96, the Seventh ACM Conference on Hypertext, Washington, DC. March 16-20 1996, S. 31-41.
- Conklin, Jeff (1987): Hypertext: An Introduction and Survey. In: Computer Magazine September 1987, S. 17-41.
- Conner-Sax, Kiersten/Krol, Ed (1999): The Whole Internet: The Next Generation. Sebastopol, CA.: O'Reilly & Associates.
- Coy, Wolfgang (2000): Media Control. Wer kontrolliert das Internet? In: Krämer (2000b). S. 133-151.
- Date, Chris J. (2000): An Introduction To Database Systems. Reading, MA.: Addison-Wesley.
- Degenhardt, Werner (1997): Screendesign im World Wide Web. In: Ludes/Werner (1997). S. 203-217.
- Dempsey, Lorcan/Weibel, Stuart L. (1996): The Warwick Metadata Workshop: A framework for the deployment of resource description. In: Magazine of Digital Library Research (D-Lib) July/August 1996. <http://www.dlib.org/dlib/july96/07weibel.html>.
- DeRose, Steven J. (1989): Expanding the Notion of Links. In: ACM Hypertext '89, S. 249-258.
- DeRose, Steven J./Durand, David G. (1994): Making Hypermedia Work – A User's Guide To HyTime. Norwell, MA.: Kluwer.
- Dietinger, Thomas/Maurer, Hermann (1998): GENTLE: General Network Training and Learning Environment. In: Proceedings of ED-MEDIA/ED-TELECOM 98: 10th World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia & WorldConference on Educational Telecommunications, Freiburg, Germany, June 20-25, 1998, S. 274-280.
- Dixon, Paul/Mahesh, Kavi/Kud, Jacquelynn (2000): Oracle at Trec8: A Lexical Approach. In: Voorhees, Ellen M./Harman, Donna K. (Hg.): Proceedings of The Eighth Text REtrieval Conference (TREC-8) held in Gaithersburg, Maryland, November 17-19, 1999. Washington, DC.: US Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology. S. 207-216.

- Dobal, Raoul/Werner, Andreas (1997): Das World Wide Web aus funktionalistischer Sicht. In: Ludes/Werner (1997), S. 105-122.
- Doyle, Lauren B. (1961): Semantic road maps for literature searchers. In: *Journal of the ACM* 4, S. 553-578.
- Doyle, Lauren B. (1962): Indexing and abstracting by association. In: *American Documentation* 4, S. 378-390.
- Duckett, Jon/Ozu, Nik/Williams, Kevin/Mohr, Stephen/Cagle, Kurt/Griffin, Oliver/Norton, Francis/Stokes-Rees, Ian/Tennison, Jeni (Hg.) (2001): *Professional XML Schemas*. Birmingham: Wrox Press.
- Eherer, Stefan (1995): Eine Software-Umgebung für die kooperative Erstellung von Hypertexten. (Sprache und Information 29). Tübingen: Niemeyer.
- Eisenberg, Peter/Gusovius, Alexander H. (1985): *Bibliographie zur deutschen Grammatik. 1965 - 1983*. Tübingen: Gunter Narr Verlag.
- Eisenberg, Peter/Gusovius, Alexander H. (1988): *Bibliographie zur deutschen Grammatik. 1965 - 1986*. Tübingen: Gunter Narr Verlag.
- Eisenberg, Peter/Wiese, Bernd (1995): *Bibliographie zur deutschen Grammatik. 1984 - 1994*. Tübingen: Stauffenburg.
- Emmer, Martin (2001): *Elektronische Agora? Digitale Spaltung? Der Einfluss des Internet-Zugangs auf politische Aktivitäten der Bürger. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung*. <http://www-ifmk.tu-ilmeneau.de/pwm/forschung/politische-netznutzung.pdf>.
- Engelbart, Douglas C. (1990): Knowledge-domain interoperability and an open hyperdocument system. In: *Proceedings of the ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work*, Los Angeles, CA., S. 143-156.
- EUROBrokers (1992): *Thesaurus guide: Analytical directory of selected vocabularies for information retrieval*. Luxembourg: Office for Official Publications of the EC.
- Faulstich, Werner (Hg.) (1998): *Grundwissen Medien*. (UTB für Wissenschaft). München: Wilhelm Fink Verlag.
- Fickert, Thomas (Hg.) (1992): *Multimediales Lernen*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts Verlag.
- Fischer, Peter (2000): Face to face – Aufstieg und Ende einer Websoap. In: Baumann/Schwender (2000), S. 68-81.
- Foskett, Douglas J. (1997): Thesaurus. In: Sparck Jones/Willett (1997), S. 111-134.
- Fritz, Gerd/Hundsnurscher, Franz (Hg.) (1994): *Handbuch der Dialoganalyse*. Tübingen: Niemeyer.
- Frosch, Helmut/Schneider, Roman/Strecker, Bruno/Eisenberg, Peter (2003): *Bibliographie zur deutschen Grammatik. 1994 - 2002*. Tübingen: Gunter Narr Verlag.
- Gerdes, Heike (1997): *Lernen mit Text und Hypertext*. Lengerich: Pabst.
- Geroimenko, Vladimir/Chen, Chaomei (Hg.) (2003): *Visualizing the Semantic Web*. London/Berlin: Springer.
- Gibson, William (1984): *Neuromancer*. New York: Ace Books.
- Giddens, Anthony (1996): *Konsequenzen der Moderne*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp Verlag.
- Gillies, James/Cailliau, Robert (2000): *How the Web was Born. The Story of the World Wide Web*. London/New York: Oxford University Press.
- Gloor, Peter (1990): *Hypermedia-Anwendungsentwicklung*. Stuttgart: D.G. Teubner.

- Gloor, Peter (1997): Elements of Hypermedia Design. Techniques for Navigation & Visualization in Cyberspace. Boston/Basel/Berlin: Birkhäuser.
- Godwin-Jones, Bob (2000): Emerging Technologies: Web Browser Trends and Technologies. In: Language Learning & Technology May 2000 4 (1), S. 6-11.
- Goldfarb, Charles F. (1990): The SGML Handbook. Oxford: University Press.
- Goossens, Michael/Rahtz, Sebastian (2000): Mit \LaTeX ins Web. Elektronisches Publizieren mit \TeX , HTML und XML. München: Addison-Wesley.
- Gosling, Patrick/Walmsley, Paul/Fairbairns, Robin (2002): Producing HTML and PDF files with LaTeX. <http://www-h.eng.cam.ac.uk/help/tpl/textprocessing/makingWWWdocs.html>.
- Grauer, Manfred/Merten, Udo (1997): Multimedia. Entwurf, Entwicklung und Einsatz in betrieblichen Informationssystemen. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.
- Gray, Susan H./Shasha, Dennis (1989): To link or not to link? Empirical guidance for the design of nonlinear text systems. In: Behavior Research Methods, Instruments, & Computers 21 (2), S. 326-333.
- Griffiths, Alan/Luckhurst, H. Claire/Willett, Peter (1997): Using Interdocument Similarity Information in Document Retrieval Systems. In: Sparck Jones/Willett (1997). S. 365-374.
- Grønbaeck, Kaj/Trigg, Randall (1994): Design Issues for a Dexter-Based Hypermedia System. In: Communications of the ACM 37 (2), S. 41-49.
- Grønbaeck, Kaj/Triggs, Randall H. (1996): Toward a Dexter-based model for open hypermedia: Unifying embedded references and link objects. In: Proceedings of Hypertext '96, the Seventh ACM Conference on Hypertext, Washington, DC. March 16-20 1996, S. 149-160.
- Haak, Johannes (1995): Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia. In: Issing (1995). S. 151-164.
- Halasz, Frank (1988): Reflections on Notecards: seven issues for the next generation of hypermedia systems. In: Communications of the ACM July 1988 31 (7), S. 836-852.
- Halasz, Frank/Schwartz, M. (1990): The Dexter Hypertext Reference Model. In: Proceedings of the Hypertext Standardization Workshop 1990, Gaithersburg, MD., S. 95-133.
- Halasz, Frank/Schwartz, M. (1994): The Dexter Hypertext Reference Model. In: Communications of the ACM February 1994 37 (2), S. 30-39.
- Hammwöhner, Rainer (1990): Ein Hypertext-Modell für das Information Retrieval. Diss. Universität Konstanz, Sozialwissenschaftliche Fakultät.
- Hammwöhner, Rainer (1997): Offene Hypertext-Systeme: Das Konstanzer Hypertextsystem (KHS) im wissenschaftlichen Kontext. Konstanz: UVK.
- Hammwöhner, Rainer/Kuhlen, Rainer (1994): Semantic control of open hypertext systems by typed objects. In: Journal of Information Science 20 (3), S. 193-202.
- Hannemann, Jörg/Thüring, Manfred (1993): Schreiben als Designproblem: Kognitive Grundlagen einer Hypertext-Autoren Umgebung. In: Kognitionswissenschaft 3, S. 139-160.
- Harden, Theo/Marsh, Cliona (Hg.) (1993): Wieviel Grammatik braucht der Mensch? München: iudicium verlag.
- Harold, Elliotte R./Means, W. Scott (2001): XML in a Nutshell. Köln: O'Reilly & Associates.
- Hausdorf, Carsten/Müller, Michael/Stoyan, Herbert (1996): Eine Theorie der Interessantheit für die Entdeckung von Wissen in Datenbanken. In: Krause, Jürgen/Herfurth, Matthias/Marx, Jutta (Hg.): Herausforderungen an die Informationswirtschaft. Informationsverdichtung, Informationsbewertung und Datenvisualisierung. Konstanz: UVK. S. 167-178. Schriften zur Informationswissenschaft, Bd. 27.

- Haverland, Gert (2000): Daily Me – Personalisierte Web-News. In: Baumann/Schwender (2000). S. 37-43.
- Helbig, Gerhard (1992): Grammatiken und ihre Benutzer. In: Agel, Vilmos/Hessky, Regina (Hg.): Offene Fragen – offene Antworten in der Sprachgermanistik. Tübingen: Niemeyer. S. 135-151.
- Helbig, Gerhard (1993): Wieviel Grammatik braucht der Mensch? In: Harden/Marsh (1993). S. 19-29.
- Heller, Klaus (1996): Rechtschreibung 2000. Die aktuelle Reform. Wörterliste der geänderten Schreibungen. Stuttgart: Klett.
- Heringer, Hans Jürgen (1984): Textverständlichkeit. Leitsätze und Leitfragen. In: Zeitschrift für Literaturwissenschaft und Linguistik 55, S. 57-70.
- Heringer, Hans Jürgen (2001): Lesen lehren lernen: Eine rezeptive Grammatik des Deutschen. Tübingen: Niemeyer.
- Heuer, Andreas (1997): Objektorientierte Datenbanken : Konzepte, Modelle, Standards und Systeme. Bonn: Addison-Wesley.
- Hoffmann, Ludger (1992): Textoptimierung am Beispiel Grammatik: Ein Blick aus der Werkstatt. In: Antos, Gerd/Augst, Gerhard (Hg.): Textoptimierung. Das Verständlichermachen von Texten als linguistisches, psychologisches und praktisches Problem. Frankfurt a.M./Bern/New York/Paris: Verlag Peter Lang. S. 52-69.
- Holly, Werner/Biere, Bernd Ulrich (Hg.) (1998): Medien im Wandel. Opladen/Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Homer, Alex (1999): XML in IE5 Programmer's Reference. Birmingham: Wrox Press.
- Horn, Robert E. (1989): Mapping Hypertext: The Analysis, Organization, and Display of Knowledge for the Next Generation of On-Line Text and Graphics. Lexington, MA.: Lexington Institute.
- Horton, Sarah/Lynch, Patrick J. (1999a): Editorial Style. In: Horton/Lynch (1999b). S. 99-104.
- Horton, Sarah/Lynch, Patrick J. (1999b): Web Style Guide. Basic Design Principles for Creating Web Sites. Yale: University Press.
- Ingwersen, Peter (1992): Information Retrieval Interaction. London: Taylor Graham.
- Internationaler Arbeitskreis für Orthographie (1996): Deutsche Rechtschreibung. Regeln und Wörterverzeichnis. Text der amtlichen Regelung. Tübingen: Gunter Narr Verlag.
- Issing, Ludwig J. (Hg.) (1995): Information und Lernen mit Multimedia. Weinheim: Beltz, Psychologie-Verl.-Union.
- Jakobs, Eva-Maria (1998): Mediale Wechsel und Sprache. Entwicklungsstadien elektronischer Schreibwerkzeuge und ihr Einfluß auf Kommunikationsformen. In: Holly/Biere (1998). S. 187-209.
- Kay, Michael (2001): XSLT Programmer's Reference. Birmingham: Wrox Press.
- Kelly, Brian (1998): RDF Tools. Presentation for UKOLN Seminar, Bath, Friday 8th May 1998. <http://www.ukoln.ac.uk/web-focus/events/seminars/what-is-rdf-may1998/tools/iap-html/>.
- Kleinsteuber, Hans J./Hagen, Martin (1998): Interaktivität – Verheißungen der Kommunikationstheorie und das Netz. In: Neverla, Irene (Hg.): Das Netz-Medium. Opladen/Wiesbaden: Westdeutscher Verlag. S. 63-88.
- Knuth, Donald E. (2002): Der Perfektionist. Interview mit Harald Bögeholz und Andreas Stiller. In: c't Magazin für Computertechnik 5/2002, S. 190-193. <http://www.heise.de/ct/02/05/190/>.

- Kommers, Pit A. M./Ferreira, Alcindo F./Kwak, Alex W. (1998): Document Management for Hypermedia Design. Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag.
- Kotok, Alan/Webber, David R. R. (2001): ebXML. The New Global Standard for Doing Business on the Internet. Indianapolis, IN: New Riders.
- Kowalski, Gerald (1997): Information Retrieval Systems: Theory and Implementation. Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers.
- Krämer, Sybille (1997): Vom Mythos „Künstliche Intelligenz“ zum Mythos „Künstliche Kommunikation“ oder: Ist eine nicht-anthropomorphe Beschreibung von Internet-Interaktionen möglich? In: Münker/Roesler (1997). S. 83-107.
- Krämer, Sybille (2000a): Das Medium als Spur und als Apparat. In: Krämer (2000b). S. 73-94.
- Krämer, Sybille (Hg.) (2000b): Medien, Computer, Realität: Wirklichkeitsvorstellungen und neue Medien. Frankfurt a.M.: Suhrkamp Verlag.
- Ksiezzyk, Rafal (1999): Trying not to get lost with a Topic Map. In: XML Europe '99, Conference Proceedings, 26-30 April 1999, Palacio de Exposiciones y Congresos, Granada, Spain, S. 665-669.
- Kubicek, Herbert/Schmid, Ulrich/Wagner, Heiderose (1997): Bürgerinformation durch neue Medien? Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Kuhlen, Rainer (1991): Hypertext. Ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank. (Edition SEL-Stiftung). Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag.
- Kuhlen, Rainer (1995): Informationsmarkt. Chancen und Risiken der Kommerzialisierung von Wissen. (Schriften zur Informationswissenschaft 15). Konstanz: UVK.
- Kuhlen, Rainer (1999): Die Konsequenzen von Informationsassistenten. Frankfurt a.M.: Suhrkamp Verlag.
- Landow, George P. (1992): Hypertext: The convergence of contemporary critical theory and technology. Baltimore, MD.: The Johns Hopkins University Press.
- Lang, Norbert (1998): Multimedia. In: Faulstich (1998). S. 297-313.
- Langley, Pat/Fehling, Michael (1998): The experimental study of adaptive user interfaces. Technical Report 98-3. Institute for the Study of Learning and Expertise, Palo Alto, CA.
- Lankau, Ralf (2001): Webdesign und -publishing. Grundlagen und Designtechniken. München: Hanser Elektronik.
- Lee, Maria/Baillie, Stewart/Dell'Oro, Jon (1999): TML: A Thesaural Markup Language. In: Proceedings Fourth Australasian Document Computing Symposium, 3rd December 1999, Coff's Harbour, NSW, Australia, S. 15-22.
- Lennon, Jennifer (1997): Hypermedia System and Applications: World Wide Web and beyond. Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag.
- Lie, Hakon Wium/Bos, Bert/Cailliau, Robert (1999): Cascading Style Sheets, Second Edition: Designing for the Web. Reading, MA.: Addison-Wesley.
- Lindhorst, Arno (2001): Cascading Style Sheets. Das Einsteigerseminar. Kaarst: BHV Verlag.
- Lobin, Henning (1999a): Intelligente Dokumente. Linguistische Repräsentation komplexer Inhalte für die hypermediale Wissensvermittlung. In: Lobin (1999b). S. 155-177.
- Lobin, Henning (Hg.) (1999b): Text im digitalen Medium. Aspekte von Textdesign, Texttechnologie und Hypertext Engineering. Opladen/Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Ludes, Peter/Werner, Andreas (Hg.) (1997): Multimedia-Kommunikation: Theorie, Trends und Praxis. Opladen: Westdeutscher Verlag.

- Lusti, Markus (1997): Dateien und Datenbanken. Eine anwendungsorientierte Einführung. Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag.
- Mann, William C./Thompson, Sandra A. (1989): Rhetorical structure theory: Description and construction of text structures. In: Kempen, Gerald (Hg.): Natural language generation. New results in artificial intelligence, psychology and linguistics. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers. S. 85-95.
- Maresch, Rudolf/Rötzer, Florian (Hg.) (2001): Cyberhypes. Möglichkeiten und Grenzen des Internet. Frankfurt a.M.: Suhrkamp Verlag.
- Marmann, Michael/Schlageter, Gunter (1992): Towards a better support for hypermedia structuring: The HYDESIGN Model. In: Proceedings of the Fourth ACM European Conference on Hypertext (ECHT) '92, Milano, S. 232-241.
- Marshall, Catherine C./Halasz, Frank G./Rogers, Russell A./Janssen, William C. (1991): Aquanet: A hypertext tool to hold your knowledge in place. In: Proceedings ACM Hypertext 1991 Conference, S. 261-275.
- Martin, James (1990): Hyperdocuments & how to create them. Englewood Cliffs, NJ.: Prentice-Hall.
- Maurer, Hermann (1996): Hyperwave. The Next Generation Web Solution. Edinburgh: Addison-Wesley Longman.
- Mawson, C. O. Sylvester (Hg.) (1922): Roget's international thesaurus of English words and phrases. New York: Thomas Y. Crowell Company.
- McAleese, Ray (1989): Navigating and Browsing in Hypertext. In: McAleese, Ray (Hg.): Hypertext: Theorie into practice. Norwood, NJ.: Ablex Publishing Corporation. S. 6-44.
- McLuhan, Marshall (1962): The Gutenberg Galaxy. The Making of Typographic Man. Toronto: University Press.
- McLuhan, Marshall (1964): Understanding Media: The Extensions of Man. New York: McGraw-Hill.
- Megliola, Teodoro (2001): Einsatz von webbasierter Standardsoftware für Content Management in E-Commerce Projekten. Institut für Informationssysteme der ETH Zürich. <http://www.obis.ethz.ch>.
- Meseric, Gerald (1999): Alles Java. Oracle8i: ORDBMS für das Internet. In: iX Magazin für professionelle Informationstechnik 6, S. 61-63.
- Meyer, Eric (2000): Cascading Style Sheets. The Definitive Guide. Sebastopol, CA.: O'Reilly & Associates.
- Milde, Jan-Torsten (1999): Effizientes Document Engineering sprachlicher Daten. In: Lobin (1999b). S. 197-220.
- Möhr, Wiebke/Schmidt, Ingrid (Hg.) (1999): SGML und XML. Anwendungen und Perspektiven. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.
- Muench, Steve (2000): Building Oracle XML Applications. Sebastopol, CA.: O'Reilly & Associates.
- Münker, Stefan/Roesler, Alexander (Hg.) (1997): Mythos Internet. Frankfurt a.M.: Suhrkamp Verlag.
- Musch, Jochen (1997): Die Geschichte des Netzes: ein historischer Abriß. In: Batinic, Bernad (Hg.): Internet für Psychologen. Göttingen: Hogrefe Verlag für Psychologie. S. 27-48.
- Myka, Andreas/Sarre, Frank/Güntzer, Ulrich/Salzberger, Thomas (1992): HyperMan – Eine grafisch-orientierte Benutzerschnittstelle für Hypertext-Datenbanken. In: Cordes, Ralf/

- Streitz, Norbert (Hg.): *Hypertext und Hypermedia 1992: Konzepte und Anwendungen auf dem Weg in die Praxis*. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag. S. 148-161.
- Nelson, Ted H. (1980): *Replacing the Printed Word: A Complete Literary System*. In: *Proceedings of IFIP Congress, October 1980, North-Holland*, S. 1013-1023.
- Nelson, Theodor Holm (1993): *Literary Machines 93.1*. Watertown, MA.: Eastgate Systems.
- Newcomb, Steven R./Kipp, Neill A./Newcomb, Victoria T. (1991): *HyTime: The Hypermedia/Time-based Document Structuring Language*. In: *Communications of the ACM 34 (11)*, S. 67-83.
- Nielsen, Jakob (1996): *Multimedia, Hypertext und Internet. Grundlagen und Praxis des elektronischen Publizierens*. Braunschweig/Wiesbaden: Friedrich Vieweg Verlag.
- Nielsen, Jakob (1997a): *The Difference Between Web Design and GUI Design*. Jakob Nielsen's Alertbox for May 1, 1997. <http://www.useit.com/alertbox/9705a.html>.
- Nielsen, Jakob (1997b): *Effective Use of Style Sheets*. Jakob Nielsen's Alertbox for July 1, 1997. <http://www.useit.com/alertbox/9707a.html>.
- Nielsen, Jakob (1997c): *Top Ten Mistakes of Web Management*. Jakob Nielsen's Alertbox for June 15, 1997. <http://www.useit.com/alertbox/9706b.html>.
- Nielsen, Jakob (1998): *Personalization is Over-Rated*. Jakob Nielsen's Alertbox for October 4, 1998. <http://www.useit.com/alertbox/981004.html>.
- Nielsen, Jakob (2000a): *Erfolg des Einfachen – Jakob Nielsen's Web-Design*. München: Markt & Technik.
- Nielsen, Jakob (2000b): *WAP Field Study Findings*. Jakob Nielsen's Alertbox for December 10, 2000. <http://www.useit.com/alertbox/20001210.html>.
- Nielsen, Jakob (2001a): *Avoid PDF for On-Screen Reading*. Jakob Nielsen's Alertbox for June 10, 2001. <http://www.useit.com/alertbox/20010610.html>.
- Nielsen, Jakob (2001b): *Deferred Hypertext: The Virtues of Delayed Gratification*. Jakob Nielsen's Alertbox for September 30, 2001. <http://www.useit.com/alertbox/20010930.html>.
- Ortner, Erich (1999): *Repository Systems. Teil I: Mehrstufigkeit und Entwicklungsumgebung*. In: *Informatik Spektrum 22 (4)*, S. 235-251.
- Paice, Chris D. (1991): *A Thesaural Model of Information Retrieval*. In: *Information Processing and Management 27 (5)*, S. 433-447.
- Parsaye, Kamran/Chignell, Mark/Khoshafian, Setrag/Wong, Harry (1989): *Intelligent Databases. Object-oriented, deductive, hypermedia technologies*. New York: Wiley.
- Parunak, H. Van Dyke (1991): *Ordering the Information Graph*. In: Berk, Emily/Devlin, Joseph (Hg.): *Hypertext/Hypermedia Handbook*. New York: McGraw-Hill Publishing Company. S. 299-325.
- Pellatier, Michel/Latteier, Amos (2002): *Das ZOPE-Buch. Webanwendungen mit dem Open Source Application Server entwickeln*. München: Markt & Technik.
- Pepper, Steve (1999): *Navigating haystacks and discovering needles: Introducing the new topic map standard*. In: *Markup Languages: Theory & Practice 1 (4)*, S. 47-74.
- Pfaffenberger, Bryan (1997): *The Elements of Hypertext Style*. London: Academic Press.
- Pias, Claus/Vogl, Joseph/Engell, Lorenz/Fahle, Oliver/Neitzel, Britta (Hg.) (2000): *Kursbuch Medienkultur. Die maßgeblichen Theorien von Brecht bis Baudrillard*. Stuttgart: DVA.
- Porombka, Stephan (2001): *Hypertext. Zur Kritik eines digitalen Mythos*. München: Wilhelm Fink Verlag.

- Puscher, Frank (2001): Das Usability-Prinzip. Wege zur benutzerfreundlichen Website. Heidelberg: dpunkt.
- Rabener, Iris/Rau, Ingo (2000): Glotzen und surfen. In: Baumann/Schwender (2000). S. 56-67.
- Rada, Roy (1991): Hypertext: From Text to Expertext. London: McGraw-Hill.
- Rafaeli, Sheizaf (1988): Interactivity: From New Media to Communication. In: Hawkins, Robert P./Wiemann, John M./Pingree, Suzanne (Hg.): *Advancing Communication Science: Merging Mass and Interpersonal Processes*. Newbury Park, CA.: Sage Publications. S. 110-134.
- Raggett, Dave (2001): Getting started with VoiceXML 2.0. <http://www.w3.org/Voice/Guide>.
- Rath, Hans Holger/Pepper, Steve (2000): Topic maps at work. In: Goldfarb, Charles F./Prescod, Paul (Hg.): *XML Handbook*. Englewood Cliffs, NJ.: Prentice Hall. S. 618-635.
- Rechenberg, Peter/Pomberger, Gustav (Hg.) (1999): *Informatik-Handbuch*. München/Wien: Carl Hanser Verlag.
- Resnick, Paul (1997): Filtering Information on the Internet. In: *Scientific American March 1997*, S. 106-108.
- Rice, Stanley (1970): Editorial Text Structures, Memorandum to Standards Planning and Requirements Committee, American National Standards Institute, March 17, 1970.
- Ridgway, Lee (1998): Berliner sehen Lets Students Explore Two Neighborhoods. In: *is&t: News About Information Services And Technology throughout MIT 14 (1)*. <http://web.mit.edu/is/isnews/v14/n01/140101.html>.
- Riehm, Ulrich/Wingert, Bernd (1995): *Multimedia. Mythen, Chancen und Herausforderungen*. Mannheim: Bollmann.
- Rittberger, Marc (1995): Auswahl von Online-Datenbanken – Eine Rechercheschnittstelle für das Online-Retrieval integriert in das Konstanzer Hypertext System. Konstanz: Diss. Sozialwissenschaftliche Fakultät der Universität Konstanz.
- Rittberger, Marc/Hammwöhner, Rainer/Abfal, Rolf/Kuhlen, Rainer (1994): FA Homogenous Interaction Platform for Navigation and Search in and from Open Hypertext Systems. In: *RIAO 94 Conference Proceedings, Rockefeller University, New York, N.Y., 11.-13.10.1994*, S. 649-663.
- Rösner, Dietmar/Stede, Manfred (1993): Zur Struktur von Texten. Eine Einführung in die Rhetorical Structure Theory. In: *Künstliche Intelligenz (KI) 2*, S. 14-21.
- Rössler, Patrick (1997): Standardisierte Inhaltsanalysen im World Wide Web. Überlegungen zur Anwendung der Methode am Beispiel einer Studie zu Online-Shopping-Angeboten. In: *Beck/Vowe (1997)*. S. 245-267.
- Rötzer, Florian (1998): Interaktion – das Ende herkömmlicher Massenmedien. In: *Bollmann (1998b)*. S. 59-82.
- Rötzer, Florian (1999): *Megamaschine Wissen. Vision: Überleben im Netz*. Frankfurt a.M./New York: Campus-Verlag.
- Rothfuss, Gunther/Ried, Christian (Hg.) (2001): *Content Management mit XML*. Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag.
- Rusch-Feja, Diann (1997): Dublin Core Metadata: Auf dem Weg zur Entwicklung eines Internet-Standards. In: *Bibliotheksdienst 31 (4)*, S. 622-639.
- Sandbothe, Mike (1997): Interaktivität – Hypertextualität – Transversalität. Eine medienphilosophische Analyse des Internet. In: *Münker/Roesler (1997)*. S. 56-82.

- Schierl, Thomas (1997): Das Internet auf dem Weg zum Massenmedium? Möglichkeiten und Gefahren. In: Beck/Vowe (1997). S. 63-83.
- Schiffer, Stephen R. (1972): *Meaning*. Oxford: Clarendon Press.
- Schmitt, Gerhard (2001): Creative Collaboration. In: Engeli, Maia (Hg.): *Bits and Spaces, Architecture and Computing for Physical, Digital, Hybrid Realms*. Basel/Berlin/Boston: Birkhäuser Publishers for Architecture. S. 33-39.
- Schneider, Roman (1997): Navigationsangebote und Datenbankintegration in einem hypermedialen Informationssystem zur deutschen Verbvalenz. Mag. Universität Trier, FBII.
- Schneider, Roman (1998): Zur Lexikon-Grammatik-Schnittstelle in einem hypermedialen Informationssystem. In: Storrer/Harriehausen (1998). S. 57-74.
- Schneider, Roman (2000): Planning for new media – The Bibliography of German Grammar goes online. In: ORBIS: Online Reihe Beiträge zu Sprache und Internet. <http://www.ids-mannheim.de/grammis/orbis/bdg/bdg.html>.
- Schnupp, Peter (1992): *Hypertext*. München: Oldenbourg.
- Schulmeister, Rolf (1997): *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie – Didaktik – Design*. München: Oldenbourg.
- Schwill, Andreas (Hg.) (1999): *Informatik und Schule. Fachspezifische und fachübergreifende didaktische Konzepte*. Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag. Tagungsband der 8. GI-Fachtagung Informatik und Schule (INFOS99) in Potsdam, 22.-25. September 1999.
- Schwinn, Horst (2003a): ProGr@mm – Die propädeutische Grammatik des IDS. In: Sprachreport. Informationen und Meinungen zur deutschen Sprache 1, S. 18-22.
- Schwinn, Horst (2003b): ProGr@mm in der Praxis. In: Sprachreport. Informationen und Meinungen zur deutschen Sprache 2, S. 15-19.
- Shapiro, Amy M. (1998): Promoting Active Learning: The Role of System Structure in Learning from Hypertext. In: *Human-Computer Interaction* 13 (1), S. 1-35.
- Shneiderman, Ben (1997): Designing information-abundant web sites: issues and recommendations. In: *International Journal of Human-Computer Studies* 47 (1), S. 5-30.
- Shneiderman, Ben (1998): *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Reading, MA.: Addison-Wesley.
- Simon, Lothar/Erdmann, Jochen (1994): SIROG – A responsive hypertext manual. In: *Proceedings of the ACM European Conference on Hypermedia Technology (ECHT) 1994 in Edinburgh*, S. 108-116.
- Smeaton, Alan F. (1997): An Overview of Information Retrieval. In: Agosti/Smeaton (1997). S. 3-25.
- Soergel, Dagobert (1974): *Indexing Languages and Thesauri: Construction and Maintenance*. Los Angeles, CA.: Melville Publishing.
- Sparck Jones, Karen/Willett, Peter (Hg.) (1997): *Readings in Information Retrieval*. San Francisco, CA.: Morgan Kaufmann Publishers.
- Sperber, Dan/Wilson, Deirdre (1986): *Relevance: Communication and Cognition*. Oxford: Basil Blackwell.
- Sperberg-McQueen, C. Michael (1994): *Textual Criticism and the Text Encoding Initiative. MLA '94, San Diego*. <http://www.tei-c.org/Vault/XX/mla94.html>.
- Srinivasdan, Padmini (1992): Thesaurus Construction. In: Frakes, William B./Baeza-Yates, Ricardo S. (Hg.): *Information Retrieval: Data Structure and Algorithms*. Englewood Cliffs, NJ.: Prentice Hall. S. 161-218.

- Stoll, Clifford (1996): *Die Wüste Internet. Der lange Weg zur Datenautobahn.* Frankfurt a.M.: S. Fischer Verlag.
- Stonebraker, Michael/Moore, Dorothy (1999): *Objektrelationale Datenbanken. Die nächste große Welle.* München: Carl Hanser Wissenschaft.
- Storrer, Angelika (1995): *Die Grammatik mit der Maus. Konzeption eines multimedialen Informationssystems zur deutschen Grammatik.* In: Hitzenberger, Ludwig (Hg.): *Angewandte Computerlinguistik.* Hildesheim/Zürich/New York: Georg Olms Verlag. S. 291-303.
- Storrer, Angelika (1997a): *Grammatikographie mit Neuen Medien: Erfahrungen beim Aufbau eines grammatischen Informationssystems.* In: *Zeitschrift für Literaturwissenschaft und Linguistik* 106, S. 44-75.
- Storrer, Angelika (1997b): *Vom Text zum Hypertext – Die Produktion von Hypertexten auf der Basis traditioneller wissenschaftlicher Texte.* In: Knorr, Dagmar/Jakobs, Eva-Maria (Hg.): *Textproduktion in elektronischen Umgebungen.* Frankfurt a.M./Bern/New York/Paris: Verlag Peter Lang. S. 121-139.
- Storrer, Angelika (1998a): *Hypermedia-Wörterbücher: Perspektiven für eine neue Generation elektronischer Wörterbücher.* In: *Wörterbücher in der Diskussion III. Vorträge aus dem Heidelberger Lexikographischen Kolloquium. (Lexikographica Series Maior 84).* Tübingen: Niemeyer. S. 107-135.
- Storrer, Angelika (1998b): *Vom Grammatikbuch zur Hypertext-Grammatik.* In: Heyer, Gerhard/Wolff, Christian (Hg.): *Linguistik und Neue Medien.* Wiesbaden: Deutscher Universitäts Verlag. S. 33-50.
- Storrer, Angelika (1999a): *Kohärenz in Text und Hypertext.* In: Lobin (1999b). S. 33-65.
- Storrer, Angelika (1999b): *Was ist eigentlich eine Homepage? Neue Formen der Wissensorganisation im World Wide Web.* In: *Sprachreport. Informationen und Meinungen zur deutschen Sprache* 1, S. 2-9.
- Storrer, Angelika (2000): *Was ist hyper am Hypertext?* In: Kallmeyer, Werner (Hg.): *Sprache und neue Medien.* Berlin: de Gruyter. S. 222-249. Institut für Deutsche Sprache, Jahrbuch 1999.
- Storrer, Angelika (2001a): *Neue Medien – neue Stilfragen. Das World Wide Web unter stilistischer Perspektive.* In: Jakobs, Eva-Maria/Rothkegel, Anneli (Hg.): *Perspektiven auf Stil.* Tübingen: Niemeyer. S. 101-124.
- Storrer, Angelika (2001b): *Schreiben, um besucht zu werden: Textgestaltung fürs World Wide Web.* In: Bucher/Püschel (2001). S. 173-205.
- Storrer, Angelika/Harriehausen, Bettina (Hg.) (1998): *Hypermedia für Lexikon und Grammatik. (Studien zur deutschen Sprache 12).* Tübingen: Gunter Narr Verlag.
- Strecker, Bruno (1998a): *Grammatik aus funktionaler Sicht im DaF-Unterricht.* In: DAAD (Hg.): *Dokumentation der Tagungsbeiträge, Germanistentreffen Deutschland-Spanien-Portugal, Leipzig 1998.* Bonn: Deutscher Akademischer Auslandsdienst. S. 299-306. Redaktion: Werner Roggausch.
- Strecker, Bruno (1998b): *Hypertext: Chance oder Herausforderung für die Grammatikschreibung?* In: Storrer/Harriehausen (1998). S. 21-28.
- Stürmer, Günther (2000): *Oracle8i. Der objekt-relationale Datenbank Server.* Weissach: Dbms Publishing.
- Strong, Suzanne M. (1974): *An algorithm for generating structural surrogates of English texts.* In: *Journal of the American Society of Information Science* 1, S. 10-24.

- Sturm, Robert/Zirbik, Jürgen (Hg.) (2001): Lexikon elektronische Medien. Radio – Fernsehen – Internet. Konstanz: UVK Medien.
- Thüring, Manfred/Hannemann, Jörg/Haake, Jörg M. (1995): Hypermedia and Cognition: Designing for Comprehension. In: Communications of the ACM August 1995, S. 57-66.
- Trigg, Randall H. (1983): A Network-based Approach to Text Handling for the Online Scientific Community. Diss. University of Maryland.
- Veen, Jeffrey (2001): Webdesign – Konzept, Gestalt, Vision. München: Markt & Technik.
- Vora, Pawan. R./Helander, Martin G./Shalin, Valerie L. (1994): Evaluating the Influence of Interface Styles and Multiple Access Paths in Hypertext. In: Proceedings of ACM CHI-94 Conference, Boston, MA., S. 323-332.
- Vulner, Jo (2000): Info-Wahn. Eine Abrechnung mit dem Multimediajahrzehnt. Wien/New York: Springer Verlag.
- Wagner, Franc (1998): Sind Printmedien im Internet Online-Medien? In: Pfammatter, René (Hg.): Multi-Media-Mania: Reflexionen zu Aspekten neuer Medien. Konstanz: UVK Medien. S. 191-211.
- Wagner, Jörg (1999): Mißlingende Mensch-Computer-Interaktion. Studien zu Sprache und Sprach-Design von Interfaces. Diss. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. <http://www2.germanistik.uni-halle.de/wagner/diss/index.htm>.
- Walsh, Norman/Muellner, Leonard (1999): DocBook. The Definitive Guide. Sebastopol, CA.: O'Reilly & Associates.
- Ward, Joyce (1999): Indexing and Classification at Northern Light. Presentation to CENDI Conference September 29, 1999. http://www.dtic.mil/cendi/pres_arc.html.
- Weber, Heinz Josef (1993): Generating topic-based Links in a Hypertext-System for News. In: Opitz, Otto/Lausen, Berthold/Klar, Rüdiger (Hg.): Information and Classification – Concepts, Methods and Applications. Heidelberg/Berlin/New York: Springer Verlag. S. 366-373.
- Weber, Heinz Josef/Elis, Anya (1998): Dependenzgrammatik. Ein interaktives Arbeitsbuch: Zur Konversion eines Lehrbuchs in ein Hypertext-System. In: Storrer/Harriehausen (1998). S. 95-108.
- Wehner, Josef (1997): Das Ende der Massenkultur? Vision und Wirklichkeit der neuen Medien. Frankfurt a.M.: Campus Verlag.
- Weibel, Stuart L. (2000): The Dublin Core Metadata Initiative. In: Magazine of Digital Library Research (D-Lib) 6 (12).
- Werner, Andreas (1997): Zeitungen im WWW – Titelzahlen, Aktivitäten und Strategien. In: Ludes/Werner (1997). S. 191-201.
- Weydt, Harald (1993): Was soll der Lerner von der Grammatik wissen? In: Harden/Marsh (1993). S. 119-137.
- Whitehead, E. James/Wiggins, Meredith (1998): World Wide Web distributed authoring and versioning (WEBDAV): IETF Standard for Collaborative Authoring on the Web. In: IEEE Internet Computing 2 (5), S. 34-40.
- Wiechers, Silke (1996): Der Sprachberatungsdienst der Gesellschaft für deutsche Sprache (Wiesbaden): Darstellung der schriftlichen Sprachberatung 1985 - 1994. Mag. Universität Tübingen, Lehrstuhl für Deutsche Sprachwissenschaft.
- Wilkinson, Ross/Fuller, Michael (1997): Integration of Information Retrieval and Hypertext via Structure. In: Agosti/Smeaton (1997). S. 257-271.

- Winkler, Hartmut (1997): *Docuverse: Zur Medientheorie der Computer*. München: Boer.
- Winter, Carsten (1998): *Internet/Online-Medien*. In: Faulstich (1998). S. 274-295.
- Wurster, Christian (2000): *Die Kunst der Mensch-Maschine-Schnittstelle*. In: Baumann/Schwender (2000). S. 336-348.
- Zehnder, Carl A. (2001): *Informationssysteme und Datenbanken*. Stuttgart: Teubner.
- Zifonun, Gisela (1985): *Grammatische Verständigungsprobleme und wie deutsche Grammatiken damit umgehen (können) – dargestellt an einem Beispiel*. In: *Deutsche Sprache. Zeitschrift für Theorie, Praxis, Dokumentation* 13, S. 193-206.
- Zifonun, Gisela/Hoffmann, Ludger/Strecker, Bruno/Ballweg, Joachim/Brauße, Ursula/Breindl, Eva/Engel, Ulrich/Frosch, Helmut/Hoberg, Ursula/Vorderwülbecke, Klaus (1997): *Grammatik der deutschen Sprache*. Berlin: de Gruyter. *Schriften des Instituts für Deutsche Sprache*, Bd. 7.
- Zimmer, Dieter E. (2000): *Die Bibliothek der Zukunft. Text und Schrift in den Zeiten des Internet*. Hamburg: Hoffmann und Campe.

Register

- Ähnlichkeit, 75, 207, 312, 313, 326
- Agenten, 26, 45, 58, 140, 153, 167
- Annotationen, 33, 203, 233, 314, 321
- Archivierung, 15, 60, 124, 125, 289
- ASKTool, 168, 179
- Assoziation, 42, 63, 116, 145, 146
- Autorensystem, 81, 232
- Baumstruktur, 102, 293
- Benutzeradaptivität, 12, 15, 32, 36, 37, 44–54, 59, 61, 164, 178, 189, 227, 228, 241, 242, 250, 281, 298, 314, 317, 318, 320, 331, 333, 334
- Benutzerfreundlichkeit, 122, 160
- Benutzerpfade, 324, 325
- Browserkrieg, 99
- Browsing, 71–73, 162, 163
- CD-ROM, 58, 186, 247, 248, 330
- Chat, 24, 35, 38, 171
- Client-Server-Ansatz, 247
- Content-Management, 98, 152, 183, 196, 200, 218, 219, 221
- Datenbank-Managementsystem, 11, 178, 194, 204, 205, 208, 219, 328, 334
- Datenbankabfragen, 178, 181, 260, 330
- Dead Links, 155, 199, 221, 264, 281
- Dexter-Modell, 61, 66, 69, 70, 223
- DHTML, 98, 99
- Dialog, 31, 36, 39–41, 43, 44, 49, 53, 86, 168, 179, 317
- Digitalisierung, 47, 77, 200, 231
- Direkte Manipulation, 68, 160, 297
- Distribution, 25, 56, 60, 200, 202, 203, 330, 332
- DocBook, 120, 250, 333
- Document Object Model, 102, 113, 288
- Document Type Definition, 79, 90, 100, 102–105, 120, 140, 187, 219, 250, 251, 262, 266, 267, 288
- Dokumenten-Lebenszyklus, 60, 200, 203, 245, 285
- Dublin Core, 133–135, 137, 138, 140–142, 153, 154, 299, 303, 305
- E-Books, 134, 248, 330
- E-Commerce, 23, 93, 203
- E-Mail, 14, 23, 24, 48, 57, 171, 199, 206, 314
- E-Texte, 62, 63, 65, 66, 73, 203, 235
- Einarbeitungsaufwand, 18, 26, 30, 68, 166, 297
- Elektronische Assistenten, 35
- Elektronischer Tutor, 27, 233
- Etiketten, 131–133, 141, 164
- Expertensysteme, 30, 116
- Farben, 97, 109, 250, 255, 262, 319
- Fax, 56
- Feedback, 43, 322
- Fernsehen, 14, 38, 55, 87, 173
- Filterung, 34, 36, 45, 48, 113, 126, 147, 154, 164, 167
- Fisheye-View, 42, 233, 282
- Fußnoten, 62, 78, 94, 100
- Gültigkeit, 80, 212, 247, 274, 280, 286, 291
- Generic Markup, 11, 77, 84, 92, 111, 123, 148, 251, 333
- Glossar, 62, 180, 233, 234, 256, 266, 334
- Gopher, 14, 162, 171
- GRAMMIS
- Evaluierung, 232, 234, 237
 - GrammisML, 119, 123, 250, 251, 253, 262, 264, 266, 267, 288, 301, 317, 331, 333
 - Nutzerpräferenzen, 50, 223, 237, 240, 244, 323
 - Prototypen, 232–234, 237, 242, 269
 - Systemarchitektur, 241, 243, 247
- Guided Tours, 35, 314, 321
- HTML, 11, 13, 15, 57, 63, 65, 84, 85, 89–100, 109, 111, 114, 115, 117, 118, 128–130, 132, 137, 153, 158, 159, 165–167, 170, 178, 181, 183, 193,

- 216, 222, 225, 233, 248, 257, 265, 275, 286, 291, 292, 301, 303, 306, 319, 330
- Hyperlinks
 - öffnende, 177, 243, 298, 300, 307
 - 1:1, 171, 281
 - 1:n, 171, 281
 - bidirektionale, 169
 - dynamische, 181, 182, 314, 317, 325
 - einbettende, 176
 - extrahypertextuelle, 175, 281
 - interhypertextuelle, 175, 233, 270, 281, 326, 333
 - intrahypertextuelle, 174, 281
 - n:1, 172, 281
 - n:m, 172, 282
 - nicht-typisierte, 162
 - statische, 180
 - substituierende, 176, 243, 300, 307
 - typisierte, 164, 235, 265, 268, 280, 298
 - unidirektionale, 169
- Hypermedia, 56, 126, 179, 232
- Hypertext
 - Forschung, 10, 43, 57, 66, 68, 116, 125, 161, 172, 176
 - Konversion, 55, 64, 148, 228, 232, 234, 235
 - Modell, 14, 61, 69, 180, 183, 199, 201
 - Netzwerk, 71–73, 75, 140, 144, 156, 162, 163, 199
 - Strukturen, 157, 187, 188, 281
- Hypertext Abstract Machine, 69, 183
- Hypertextbasis, 46, 54, 69, 116, 149, 156, 167, 175, 179, 181, 183, 184, 186, 187, 189, 194, 211, 212, 216, 219, 222, 234, 249, 250, 264, 265, 268, 269, 271, 281, 284, 286, 290, 297, 299, 303, 307, 310, 312, 317, 325, 327–330
- Hypertextsystem, 42, 57, 66, 67, 69, 70, 75, 126, 146, 147, 152, 157, 161, 168, 169, 179, 199, 200, 208, 218, 225, 226, 230, 240, 264, 269
- Hypertextualisierung, 68, 235, 323
- HyTime, 144, 172, 180
- Indizierung, 150, 152, 190, 207, 219, 294, 311
- Informationeller Mehrwert, 61, 68, 80, 157
- Informations-Repository, 12, 29, 30, 183, 195, 197, 205, 208, 216–219, 221, 224, 287, 329, 334
- Informationsaufbereitung, 37, 48, 52, 71, 228, 241, 315
- Informationspräsentation, 12, 48, 126, 241, 317
- Inhaltsebene, 180, 222
- Inhaltsverzeichnis, 62, 187, 244, 269, 282
- Integrität, 103, 184, 186, 204, 208, 211, 212, 215, 288
- Interaktion, 14, 27, 31, 35, 37, 39–41, 44, 94, 178, 193, 233, 297
- Internet-Statistiken, 12, 99, 127
- ISBN-Kodierung, 136
- Java, 35, 49, 110, 153, 178, 192, 207, 211, 247, 257, 290
- JavaScript, 99
- Kognitions-Psychologie, 33, 156
- Kognitive Überlastung, 37, 50
- Kohärenz, 75, 80, 147, 148, 235
- Kommunikationsforum, 10, 56
- Kommunikationsmedium, 9, 14, 61, 238
- Kooperatives Arbeiten, 199, 231, 285
- LaTeX, 65, 80, 248, 330, 331
- Lesbarkeit, 14, 266, 317
- Lesezeichen, 203, 321
- Lexikon, 144, 165, 239
- Linearität, 10, 25, 62, 66, 68, 172, 234, 235
- Linkdatenbank, 159, 223, 264, 281, 282, 284
- Lost in Hyperspace, 73
- Makrostruktur, 187, 188, 211–213, 215, 269, 333
- Massenmedien, 14, 25, 38
- Medienübergreifendes Publizieren, 12, 30, 85, 86, 201, 248, 329, 333
- Mehrbenutzer-Zugriff, 209, 247
- Memex, 155, 230
- Mensch-Maschine-Kommunikation, 45

- Metapher, 26, 33, 40, 57, 62, 176, 179, 203, 233
- Mikrostruktur, 187, 211, 212, 251, 333
- Modularisierung, 67, 118, 235
- Multimedialität, 14, 55, 231
- Nachschlagewerk, 12, 19, 29, 171, 242
- Navigationshilfe, 68, 73, 196, 221, 282, 324
- Navigationsprobleme, 155, 221
- Newsgruppen, 24, 171, 295
- Nutzergruppen, 18, 30, 31, 48, 206, 230
- Nutzungskompetenz, 48, 324
- Online-Diskussionsforen, 21, 24, 28, 39, 295, 296
- Online-Publizieren, 61, 99, 208, 295
- Ontologien, 140, 144, 151
- Open Source, 99, 117
- Oracle, 86, 153, 178, 197, 200, 202, 204–207, 215–217, 247, 282, 293, 327
- Parser, 80, 100, 103, 108, 113, 187, 207, 212, 247, 266, 284, 286, 288, 301
- PDA, 56
- Personalisierung, 12, 32, 38, 53, 241, 313, 314
- Pfadanalyse, 324
- PICS, 130, 132, 133, 137, 140, 141
- PL/SQL, 207, 247, 282, 296, 306
- Portable Document Format (PDF), 81–83, 90, 112, 117, 170, 183, 201, 216, 248, 330–332
- Präsentationsebene, 35, 71, 180, 245
- Printmedien, 63, 77, 78, 86, 207
- Private Homepage, 39, 55, 136
- ProGamm, 16, 227, 231, 295, 314, 320, 322, 324–326, 333, 334
- Radio, 38, 56, 87
- RDBMS, 172, 204, 247, 270, 279
- Redaktions-Systeme, 29, 183
- Resource Description Framework, 133, 140–142, 144, 146
- Rezeption, 17, 23, 43, 63, 257, 324
- Rezeptionsforschung, 56, 324
- Rhetorical Structure Theory, 76, 167
- Rich Text Format (RTF), 201
- Robots, 26, 167, 303
- Schlagworte, 43, 47, 54, 128, 129, 135, 154, 190, 201, 224, 246, 261, 271, 272, 279, 287, 299, 302, 305, 307, 310, 326
- Schnittstelle, 34, 36, 39, 44, 70, 71, 102, 117, 196, 198, 200, 204, 205, 220, 232, 245, 259, 260, 322
- Selektion, 34, 36, 67, 147
- SGML, 11, 78, 79, 81, 83, 84, 89–92, 100–103, 109, 113, 117, 138, 144, 153, 172, 187, 279
- Shockwave Flash, 35, 247
- SMS, 57
- Soundex, 207, 312, 313
- Sprachkompetenz, 24, 238
- Sprachsynthese, 85, 248
- SQL, 178, 201, 204, 206, 213, 217, 219, 245, 282, 301, 306, 309, 323, 330
- Stylesheets
- CSS, 97, 98, 111, 112, 117, 301, 333
- XSL, 112–114, 117, 118, 207, 266, 301, 319, 330, 333
- Suchmaschinen, 19, 26, 27, 58, 65, 96, 128–130, 132, 134, 140, 167, 226, 303
- Synonyme, 149, 151, 295, 313
- Taxonomien, 144, 151, 161
- Telefon, 14, 56, 238
- TeX, 13, 65, 80, 81, 117
- Textstrukturen, 76, 81, 93
- Thesauri, 148–152, 207, 292–294, 313
- Topic Maps, 143–146, 161, 213
- Transformationen, 49, 88, 111, 112, 115, 118, 190, 201, 207, 217, 218, 223, 248, 251, 301, 330, 331, 333
- Unicode, 101
- Unified Messaging, 23, 56
- Uniform Resource Identifier, 62, 136, 153
- Uniform Resource Locator, 49, 153, 155, 173, 179, 265
- Validierung, 80, 93, 188, 207, 211, 212, 214, 286
- Vererbung, 48, 141, 182, 205

- Vermittlungskanal, 18, 220
- Visual Markup, 11, 77
- VoiceXML, 86, 248
- Volltext-Recherche, 44, 65, 88, 165, 190, 192, 206, 216, 253, 294, 307, 310
- Wahrnehmungsprothese, 68
- WAIS, 14
- WAP, 14, 57, 112, 248
- Web-Informationssystem, 13, 17–20, 22, 27, 29, 30, 32, 46, 58, 88, 112, 126, 169, 188, 189, 197, 198, 208, 219, 223, 227, 295, 334
- Web-Server, 26, 178, 185, 247, 248, 290, 328
- WebDAV, 206, 220, 290
- Website, 19–21, 30, 35, 49, 65, 74, 98, 126, 131, 132, 141, 144, 147, 165, 175, 184, 222
- Weltwissen, 36, 42, 199
- Wissensbasis, 30, 31, 199, 207
- Wissensstruktur, 10, 45, 67, 144, 167
- Wohlgeformtheit, 103, 274, 288, 301
- Workflow, 31, 93, 124, 127, 194, 196, 201, 202, 210, 212, 245
- World Wide Web Consortium, 57, 85, 89, 156, 169
- Wortformen, 261, 263, 265, 275, 278
- WYSIWYG, 80, 87
- Xanadu, 126, 157
- XHTML, 117–119, 257
- XLink, 169, 181, 225, 226
- XML
 - Attribute, 104, 109, 110, 114, 116, 117, 124, 142, 148, 191, 251, 252, 265, 267
 - Elementtypen, 86, 102, 103, 106–109, 111, 115, 117, 124, 142, 148, 251–260, 262–268, 319
 - Instanz, 102, 103, 105, 108, 112, 181, 190, 212, 257, 266, 271, 274, 286, 319
 - Namensräume, 108, 115, 117, 118, 141, 142, 156
 - Schemata, 104, 105, 118, 141
 - Vokabularien, 102, 106–108, 118, 119, 141, 142
 - XPath, 114, 118, 190, 191, 207, 217, 218, 225, 288
 - XPointer, 144, 174, 181, 207, 225, 226
 - XSLT, 112–114, 117, 118, 190, 207, 248, 301, 330
 - Zeitungen, 12, 21, 25, 29–31, 56, 235, 245
 - Zugangswege, 31, 42, 201, 240, 241, 249
 - Zugriffsrechte, 124, 185, 193, 206, 271, 315, 328