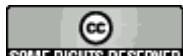


Automatischer Aufbau von Hypertext-Basen aus deskriptiv expositorischen Texten

Ein Hypertext-Modell für das Information-Retrieval

Rainer Hammwöhner

1990



Dieser Text ist unter der folgenden Creative Commons Lizenz lizenziert: Attribution-NonCommercial-NoDerivs 2.0 Germany (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/de/>). Der Text ist eine Kurzfassung der 1990 an der Fakultät für Politik- und Veraltungswissenschaften eingereichten Dissertation. Er ist aus einer Kopie rekonstruiert. Aus diesem Umstand erklärt sich die z.T. schlechte Qualität der Illustrationen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Zusammenfassung	5
1 Einleitung	6
1.1 Hypertext-Systeme	7
1.2 Information Retrieval	9
2 Textlinguistische Grundlagen.....	13
2.1 Hypertext als Gegenstand der Textlinguistik	13
2.2 Der Paragraph als Hypertext-Einheit.....	15
2.3 Makrostrukturen als global-semantische Hypertext-Strukturen.....	16
2.4 Thematische Progressionsmuster in Hypertext-Pfaden.....	18
2.5 Rhetorische Relationen.....	20
2.6 Rhetorical Structure Theory	22
3 Aspekte eines Hypertextmodells	23
3.1 Hypertext-Präsentation	25
3.2 Navigation im Hypertext	27
3.3 Graphische Interaktion als Manipulation informationeller Objekte.....	30
3.4 Repräsentation von Hypertexten	31
4 Der Forschungskontext.....	33
4.1 Automatische Inhaltserschließung durch partielles Parsing: Das TOPIC-System....	35
4.2 TOPOGRAPHIC	39
5 Strukturen eines Hypertext-Modells.....	42
5.1 Wissensbasisstrukturen.....	42
Wissensbasen als Kaskaden von Abbildungen.....	42
Integritätsregeln auf Wissensbasen	45
5.2 Spezialisierungsrelationen zwischen Frames	46
5.3 Synonymie	48
6 Hypertext-Links als Relationen zwischen Textrepräsentationen	51
6.1 Basisprädikate.....	51
Salienz von Begriffen	51
Konforme Modellierung von Begriffen.....	52
6.2 Bestätigung	52
6.3 Elaboration	54
6.4 Inkompatibilität	55
6.5 Rollenwechsel.....	56

6.6 Ähnlichkeit	58
6.7 Kontrast	58
6.8 Weitere Kohärenzrelationen	58
Ereignisse	59
Konnotationen	59
7 Filter zur Steuerung thematischer Progression und zum Aufbau von Makrostrukturen	61
7.1 Thematische Progression	61
Frame-Selektion	62
Slot-Selektion	62
Eintrags-Selektion	63
7.2 Generalisierung und Konstruktion	63
8 Scripts zur Definition von Superstrukturen	65
8.1 Ordnungsrelationen auf Slot- und Eintragsmengen	65
8.2 Einfache Textpläne	67
8.3 Partitionierte Textpläne	69
9 Zusätzliche Kriterien für Auswahl und Anordnung von Text-Einheiten	71
9.1 Bezug auf die Ordnung des Originaltextes	71
9.2 Thematische Auswahl aufgrund von Relevanzinformation	71
10 Scriptgesteuerte Navigation	73
10.1 Interaktion mit Textwissensbasen: Das Dialogmodell von TOPOGRAPHIC	73
Formulierung der Query	73
Exploration der Relevanzmenge	74
10.2 Hypertext-Navigation in Textwissensbasen	75
Einbettung des <i>Matching</i>	75
<i>Browsing</i> in Hypertexten	75
<i>Zooming</i> in Hypertexten	76
11 Aspekte einer Implementation	77
12 Ausblick	79
13 Literatur	80

Zusammenfassung

Eine Grundlage für einen flexiblen, die übliche lineare Textform sprengenden Umgang mit Textinformation bilden die in den letzten Jahren entwickelten Hypertext-Systeme, die eine netzwerkartige Strukturierung von Textmengen mit graphisch interaktiven Präsentationsmöglichkeiten verbinden. Die Flexibilität dieses neuen Mediums lässt es, unter anderem, auch als geeigneten Informationsträger zur Distribution von Fachinformation erscheinen. Gegenüber konventionellen Retrievalsystemen tritt insbesondere der Vorteil hervor, daß Texte, bzw. Textsegmente durch inhaltliche Vernetzung in den Kontext einer größeren Textmenge eingebettet werden können. Erforderlich ist aber eine kohärente Strategie zum sukzessiven Hypertextaufbau (aus Fachtexten), die Verfahren zur Auswahl der Hypertext-Einheiten, eventuell durch Segmentierung der Texte, und zur inhaltlichen Verknüpfung dieser Textfragmente einschließt. Die Einbettung eines Textes in einen Hypertext führt zwar einerseits zu einer Anreicherung des explizit repräsentierten Kontextes, aber andererseits durch die Einschränkungen des Computerbildschirms als Medium auch zu einer Verminderung des direkt erfahrbaren Kontextes, die durch eine elaborierte Unterstützung bei der Hypertext-Navigation ausgeglichen werden muß. Angesichts der großen Textmengen, die im Bereich der Fachinformation anfallen, ist die vollständige Automatisierung dieser Informationsdienstleistungen unabdingbar.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit ist dementsprechend der Entwurf eines Hypertext-Modells, das die automatische Konstruktion von Hypertexten aus Fließtexten aufgrund semantischer Kriterien ermöglicht und darüber hinaus stereotypische Hypertextpfade als Grundlage der Navigationsplanung bereitstellt. Indem die bei der Navigation im Hypertext entstehenden Spuren als Analoga zu linearen Texten betrachtet werden, könne sich sowohl Hypertext-Aufbau als auch Navigationsplanung an textlinguistischen Modellen orientieren, wobei ein besonderes Augenmerk auf die semantischen Vorbedingungen für Textkohärenz gerichtet wird, wie sie in den Textmodellen van Dijks und der *Rhetorical Structure Theory* modelliert werden. Dies führt zur formalen Spezifikation von Hypertext-Links, entsprechend den Kohärenzrelationen der Textlinguistik, und prototypischen Schemata zur Navigationsplanung. Abschließend wird ein Interaktionsmodell vorgestellt, daß die Strukturen des Hypertext-Modells für einen benutzerfreundlichen Dialog zugänglich macht.

Hinsichtlich der für die Vernetzung unabdingbaren inhaltlichen Erschließung der Texte und der Repräsentation dieser Inhalte baut diese Arbeit weitgehend auf den im Rahmen des Projekts TOPIC erzielten Forschungsergebnissen auf, während das gegen Schluß der Arbeit vorgestellte Interaktionsmodell eine Erweiterung des im Projekt TOPOGRAPHIC entwickelten Interaktionsmodells für das Volltext-Retrieval darstellt.

1 Einleitung

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist der Entwurf eines neuen Typs von Informationssystemen für das Passagenretrieval, der, im Gegensatz zu derzeit verfügbaren Systemen, Textinformation nicht nur hinsichtlich der Relevanz in Bezug auf eine Suchanfrage beurteilt, sondern auch nach intrinsischen Eigenschaften der Relevanzmenge, die insbesondere die thematische und argumentative Struktur der Texte betreffen. Schon bei einem relativ flachen Niveau der Inhaltserschließung lässt sich feststellen, ob einzelne Textpassagen sich thematisch entsprechen bzw. ergänzen oder aber inhaltlich widersprechen. Diese Beziehungen zwischen Textsegmenten sollen ausgenutzt werden, um aus einer Menge relevanter Textpassagen ein neues Informationsprodukt zusammenzustellen, das sich durch eine vollständige Präsentation der verfügbaren Information bei einer adäquaten Redundanz auszeichnet. Darüber hinaus soll die Präsentationsfolge sich nicht an der Relevanz der einzelnen Textsegmente orientieren, sondern an der thematischen Kohärenz der resultierenden Textfolge. Diese Fragestellung ist zunächst dem Bereich des Information Retrieval zuzuordnen, weshalb wir im folgenden auch einen kurzen Überblick über den Stand der Forschung geben werden (s. Abschnitt 1.2). Die eingesetzten Methoden — Strukturierung von Textmengen aufgrund inhaltlicher Beziehungen, um eine situationsangepaßte flexible Auswahl aus diesen Texten zu ermöglichen — verweisen eher auf das, allerdings verwandte, Gebiet der Hypertext-Systeme, das nach der 'Initialzündung' durch die Konferenz in Chapel Hill 1987 eine rasante Entwicklung erfuhr. Hypertexte mit ihrer netzwerkartigen Organisation von Textpassagen und ihren Tools für das Browsing in diesem Netzwerk scheinen ein geeignetes Medium für die oben geschilderte Aufgabe zu sein.

Neben dem aus der Perspektive des Information Retrieval wichtigen Aspekt der Verbesserung der Informationsdienstleistungen besteht aus Sicht der Hypertext-Forschung ein grundlegenderes Interesse an der oben eingeführten Fragestellung. Die bisher verfügbaren Hypertext-Anwendungen beruhen nahezu ausschließlich — Ausnahmen werden z.B. von Frisse (88) und Raymond/Tompa (87) vorgestellt — auf Textkörpern, die eigens als Hypertexte verfaßt wurden. Damit ist aber der von Nelson erhobene, allerdings sehr weit reichende Anspruch, ein quasi ganze Literaturen umfassender Hypertext solle Zugang zum kulturellen Erbe der Menschheit geben (Nelson 77) nicht einmal aufgenommen. Voraussetzung für ein solches Projekt ist ein schlüssiges Konzept für die Integration zahlloser Einzeldokumente in einen Hypertext. Die Vielzahl der entstehenden inhaltlichen Beziehungen zwischen den Dokumenten wird kaum noch zu überschauen und deshalb intellektuell nicht mehr zu kontrollieren sein. Es scheint daher sinnvoll, zumindest das Grundgerüst eines solchen Multi-Dokument-Hypertext automatisch zu generieren, ein Vorhaben, das in voller Allgemeinheit allerdings nur mit sehr elaborierten Verfahren der Inhaltserschließung zu leisten ist, die zur Zeit noch nicht verfügbar sind. Forschung in Richtung auf eine automatische Konstruktion von Hypertexten ist jetzt nur dann mit Aussicht auf praktisch verwertbare Ergebnisse durchzuführen, wenn erhebliche Einschränkungen hinsichtlich der in den Hypertext einzubringenden Textsorte und der Qualität der abzuleitenden Beziehungen in Kauf genommen wird. Ein adäquates Experimentierfeld scheint uns der Einsatz von Hypertext im Information Retrieval zu sein und zwar in dreierlei Hinsicht:

1. Schon mit relativ einfachen Methoden der Inhaltserschließung können Beziehungen zwischen Texten ermittelt werden, die für das Problem der Informationssuche hilfreich sind.
2. Die Herausforderung der großen Textmengen bleibt im Prinzip bestehen.
3. Das Problem des Kontextverlustes, das bei einer Textgrenzen überschreitenden Hypertext-Navigation auftritt, stellt sich hier in einer entschärften Form, da selbst ein

Minimum vom Hypertext bereitgestellter Kontextinformation einen Fortschritt gegenüber konventionellen Volltext- oder gar Referenzretrievalsystemen darstellt.

Entsprechend diesen Anforderungen gliedert sich die Arbeit, wie folgt. Nach einer kurzen Einführung in den Stand der Forschung bezüglich Information-Retrieval- und Hypertext-Systemen, wird eine größerer Abschnitt der Entwicklung textlinguistisch begründbarer Kriterien zur Segmentierung und Verknüpfung von Texten bzw. Textteilen gewidmet. Darauf aufbauend werden, unter Bezug auf bekannte Hypertext-Systeme, Aspekte eines Hypertext-Modells diskutiert, das diese Kriterien implementiert. Anschließend werden die Projekte **TOPIC**¹, **TOPOGRAPHIC**² und **TWRM**³-**TOPOGRAPHIC** vorgestellt, in deren Forschungskontext diese Arbeit angesiedelt ist. Mit ihren Verfahren zur wissensbasierten automatischen Inhaltserschließung (TOPIC) und inhaltsorientierten Präsentation von Textinformation (TOPOGRAPHIC) wurden in diesen Projekten erhebliche Vorleistungen zur automatischen Konstruktion von Hypertexten geleistet. Der Grad an inhaltlicher Übereinstimmung motivierte auch die Übernahme des im Rahmen dieser Projekte erarbeiteten Instrumentariums insbesondere zur Wissensrepräsentation. Aufbauend auf den vom TOPIC-System erstellten Repräsentationsstrukturen werden semantische Relationen zwischen Text-Einheiten formal definiert, die eingebettet in prototypisch definierte Text-Strukturen eine Grundlage für themenorientierte Exploration von Textpassagen bilden. Die Arbeit schließt mit der informellen Beschreibung eines Interaktionsrahmens für die bisher definierten Strukturen, der aus dem *Informational Zooming* (Thiel/Hammwöhner 87) des TOPOGRAPHIC-Systems abgeleitet ist.

1.1 Hypertext-Systeme

Eine gesonderte Klasse textbasierter explorativer Systeme, die sich besonders zur Repräsentation von Beziehungen zwischen Texten bzw. Textfragmenten eignen, stellen die Hypertextsysteme⁴ dar. Diese Bezeichnung umfaßt Systeme, die in völlig disparaten Anwendungsbereichen eingesetzt werden, die von Texterstellung —WE (Smith et al 86) — über kooperativen Softwareentwurf (Bigelow/Riley 87, Garg/Scacchi 87) und Einsatz im Unterricht (Leggett et al. 89) bis zur "Interactive Fiction" (Howell 89) reichen.

Gemeinsam ist diesen Systemen die Organisation von und die Interaktion mit Textmengen. Textfragmente, sogenannte *Text-Units* werden durch (evtl. getypte) Kanten, sogenannte *Links*, verbunden. Die Interaktion mit Hypertext-Systemen beruht in erster Linie auf Navigation auf den dadurch entstehenden Graphen. Als zusätzliche Strukturierungsmöglichkeiten stehen in umfassenden Systemen wie **TEXTNET** (Trigg/Weiser 86) Hierarchien organisationeller Texteinheiten (*Tocs*), vordefinierte Pfade (*Paths* bzw. *Tours*) durch den Hypertext-Graph und Filter zur Ausblendung von Teilnetzen (Weyer/Borning 85) zur Verfügung, welche die Voraussetzungen für die verschiedenen Formen des Browsing schaffen: ein Netzwerk von Texteinheiten für assoziative Navigation, hierarchische Verfeinerung für strukturierte Suche und Pfade für regelmäßiges Aufsuchen bestimmter Informationsquellen. Zur Auswahl des Einstiegspunktes für die Navigation verfügen viele Hypertext-Systeme über Retrieval-Funktionen, die sich allerdings in den meisten Fällen auf

¹ Text Oriented Procedures for Information Management and Condensation of Expository Texts

² Topic Operating with Graphical Interaction Components

³ Text-Wissens-Rezeptions-Mechanismus — TWRM-TOPOGRAPHIC ist ein Anschlußprojekt an das Projekt TOPOGRAPHIC. Zur Vereinfachung werden im folgenden mit *TOPOGRAPHIC* sowohl der gesamte Projektzeitraum als auch das im Rahmen des Projekts entwickelte Retrievalsystem bezeichnet.

⁴ Eine umfassende aktuelle Übersicht gibt Kuhlen (90), weitere empfehlenswerte Einführungstexte sind Parsaye et al (89) und Shneiderman/Kearsley (89), sowie — immer noch — Conklin (87).

Schlüsselwort- und Freitextsuche beschränken, ein Ansatz der sich mit den gleichen Problemen wie das Volltext-Retrieval allgemein auseinanderzusetzen hat (Blair 80, Blair/Maron 85, Tenopir 85). Deshalb wird insbesondere für die faktenorientierte Suche in Hypertexten eine Erweiterung der Interaktionsmöglichkeiten im Sinne eines verbesserten Information Retrieval gefordert (Marchionini/Shneiderman 88). Die vorgeschlagenen Lösungen — statistisches Clustering von Texteinheiten (Larson 88) bzw. eine Variante des Cosinus-Maßes (Frisse 87) — sind zwar kontext-orientiert, ignorieren aber die semantischen Verbindungen zwischen den Texteinheiten.

Obschon die meisten Hypertext-Anwendungen auf genuinen Hypertexten aufbauen, motivieren die Strukturierungs- und Navigationsmöglichkeiten von Hypertext-Systemen Versuche, lineare Texte bzw. Textmengen, in Hypertexte umzuwandeln und somit einen verbesserten Zugriff auf die Textinformation zu gewährleisten. Die dabei auftretenden Design-Entscheidungen lassen sich wie folgt klassifizieren (Glushko 89):

- *Auswahl der Dokumente*: Hinsichtlich der Auswahl der in den Hypertext zu integrierenden Texte bestehen im Fall der Anwendung in der Fachinformation wenig Freiheitsgrade.
- *Ausmaß der Integration*: Glushko unterscheidet zwischen den Extremen von unverbunden nebeneinanderstehenden Dokumenten und einer totalen Integration, die die Grenzen der Originaldokumente völlig in den Hintergrund treten lässt. Ein kontext-orientiertes Passagenretrieval, wie es in dieser Arbeit projektiert wird, erfordert eine relativ starke Integration, jedoch sollte der ursprüngliche Kontext immer verfügbar sein, um die Textinhalte in den vom Autor geplanten Zusammenhängen beurteilen zu können (s. a. Abschnitt 9.1)
- *Ort der Integration*: Glushko differenziert zwischen Integration der "Entry-Points", z.B. durch Zusammenfassen der Inhaltsverzeichnisse oder Indizes, und Integration der Text-Units durch Linking. Im Zusammenhang dieser Arbeit wird von beiden Möglichkeiten Gebrauch gemacht.

Stark strukturierte Texte, wie Wörterbücher (Raymond/Tompa 87) oder Lexika (Weyer/Borning 85) lassen sich dabei relativ leicht auf Hypertexte abbilden, da bereits eine ausgeprägte Segmentierung (Wörterbuch- bzw. Lexikoneinträge) sowie zahlreiche explizit im Text vorgegebene Verbindungen (interne Referenzen) vorliegen. Sind die umzusetzenden Texte weniger strukturiert, stellt sich die Frage nach einer adäquaten Segmentierung der Texte und der Relationierung der entstehenden Texteinheiten. Nach einer in Kuhlen 90 vorgestellten Klassifikation kann eine Konversion von Text nach Hypertext u.a. erfolgen durch

- Segmentierung und Relationierung über formale Texteigenschaften, wie sie z.B. durch die typographisch gekennzeichneten Textsegmente (Kapitel etc.) vorgegeben sind. Besonders unter dem Gesichtspunkt einer Standardisierung von Dokumenten-formaten, auf die auch Frisse (88) und Cooke/Williams (89) hinweisen, sind diese Verfahren zur Automatisierung geeignet.
- Segmentierung und Relationierung nach Kohärenzkriterien: Hier sind der semantisch argumentative Aufbau des Textes, bzw. semantische Beziehungen zwischen Texten Grundlage der Konversion. Ein Verfahren zur automatischen Relationierung von Textsegmenten, das auf der wissensbasierten Erschließung von Textwissen beruht, wird in Hammwöhner/Thiel (87) vorgestellt und in dieser Arbeit weiterentwickelt.

Die vernetzte Struktur von Hypertexten kombiniert mit einem auf direkter Manipulation basierendem Interaktionsmodell ermöglicht einerseits einen sehr flexiblen Umgang mit

textueller Information, führt aber andererseits sehr schnell zur Konfusion des Benutzers (Jones 87). Die ungewohnte Präsentation von Texten gepaart mit komplexer Strukturierung verursachen häufig einen Orientierungsverlust während der Hypertext-Navigation. Die daraus resultierenden Forderungen nach *Discourse Cues* (Charney 87) oder einer Hypertext-Rhetorik (Landow 87, 89) weisen in eine Richtung. Die Funktionalität des neuen Mediums, des *Dynamic Book* (Weyer 82), ist als abstrakte, anwendungsunabhängige Hypertext-Maschine (Campbell/Goodman 87) definiert. Für das mit Hilfe dieses Mediums dargestellte Objekt — den Hypertext — haben sich jedoch noch keine globalen Strukturierungsprinzipien herausgebildet. Die Forderungen beziehen sich dabei in erster Linie auf die syntaktischen Indikatoren für eine hypertext-semantische Struktur, wie z.B. die Anordnung von eingebetteten Menüs etc.. Landows *Rhetoric of Departure* und *Rhetoric of Arrival* z.B. bezieht sich auf die Notwendigkeit während eines explo-rativen Dialogs dem Benutzer durch geeignete Präsentation ständig Ausgangspunkt und Zielpunkt etwaiger navigatorischer Schritte zu vergegenwärtigen — Regeln die vom linguistischen Standpunkt aus auf der Ebene der Kohäsion anzusiedeln sind. Software-ergonomisch lassen sie sich als eine hypertext-spezifische Reformulierung der von Nie-vergelt formulierten Regeln des Dialogdesign (Nievergelt 1982) begründen. Analogien zu globalen Strukturen, entsprechend den text-semantischen Makrostrukturen (van Dijk 80b) oder den text-typologisch begründeten Superstrukturen (van Dijk 80a) linearer Texte, werden erst in jüngeren Hypertext-Projekten untersucht, von denen unseres Erachtens **SEPIA** (Streitz/Hannemann 89) das in dieser Beziehung wichtigste ist.

Aus den offensichtlichen Unterschieden in der Oberflächenstrukturierung, wie sie zwischen Text und Hypertext bestehen, läßt sich nicht schließen, daß Fließtexte und Hypertext hinsichtlich ihres global semantischen Aufbaus grundsätzlich verschiedenen Modellen zuzuordnen sind. Hypertexte bestehen aus Textsegmenten, die in partiell determinierter Abfolge rezipiert werden können. Für die vorgegebenen oder während des Lesens entstehenden Pfade gelten ähnliche Kriterien, wie für lineare Texte, wenn sie für den Leser akzeptabel (Grice 75) sein sollen. Es liegt daher nahe, die bisher in der Textlinguistik entwickelten Textmodelle⁵ auf ihre Anwendbarkeit zur Beschreibung von Hypertext-Strukturen zu überprüfen. Ein daraus abzuleitendes Hypertext-Modell dient einerseits einem besseren Verständnis dieses neuen Informations-Mediums, bildet eine Grundlage zur algorithmischen Transformation von Texten in Hypertexte und kann darüber hinaus helfen bisher noch nicht ausgeschöpfte Möglichkeiten der Informationsaufbereitung, im Zusammenhang mit Hypertextsystemen zu entdecken.

1.2 Information Retrieval

Grundlage der meisten derzeit verfügbaren Information Retrieval Systeme⁶ – sowohl kommerzieller wie auch experimenteller — ist das "Matching Paradigma": Aus einer Menge von Texten werden diejenigen ausgewählt, die mit einer vorgegebenen Beschreibung (Query) vollständig (z.B. Boolesches Retrieval) oder partiell (z.B. *Vector Space Model*) in Übereinstimmung gebracht werden können. Unterschiede bestehen jeweils in der formal-mathematischen Modellbildung — z.B. Modelle die auf Boolescher Algebra (Radecki 88a), Vektor Algebra (Salton/McGill 83), Wahrscheinlichkeitstheorie (Robertson/Spark Jones 76) oder Fuzzy Set Theory (Negoita/Flonder 76) beruhen. Die große Bedeutung, die das

⁵ de Beaugrande/Dressler 81 geben einen Überblick über die wichtigsten Textmodelle

⁶ Belkin/Croft 87 geben einen allgemeinen Überblick über den Stand der Technik des Information Retrieval, während Bookstein 85 insbesondere probabilistische und an der Fuzzy-Set-Theory orientierte Modelle vorstellt.

Booleschen Retrieval Modell trotz seiner Einschränkungen⁷ gewonnen hat, motivierte Versuche es in mächtigere Modelle, wie das Vector-Space Modell (Salton et al. 83) oder probabilistisches Retrieval (Radecki 88b, Losee/Bookstein 88) einzubetten. Die entscheidende Schwachstelle dieser Formen des Information Retrieval, die weitgehend ohne Berücksichtigung des Kontextes erfolgt, ist die Unmöglichkeit, die in einer Datenbasis enthaltenen Texte in ihrem thematischen Zusammenhang zu sehen, wie sie sich in bestimmten Aspekten ergänzen oder eventuell auch widersprechen (Robertson 80, Tlamiyu/Ajiferuke 88), so daß der Benutzer in vielen Fällen größere Mengen redundanter Texte lesen muß, bevor derartige Zusammenhänge deutlich werden. Können die in Beziehung zu setzenden Texte disjunkten in der Datenbasis enthaltenen Teilmengen zugeordnet werden, so lassen sich Verbesserungen erzielen, indem die Query in Teilanfragen zerlegt wird, die jeweils eine dieser Teilmengen abdecken. Die dazu erforderliche Antizipation möglicher intertextueller Beziehungen kann aber von einem Benutzer mit seinem im allgemeinen unspezifischen Informationsbedarf — er ist in einem "anomalous state of knowledge" (Belkin et al 87) — nicht geleistet werden.

Angenommen der Benutzer eines Retrievalsystems sei an Literatur zu den Themen *A*, *B* und *C* interessiert. 99 der gefundenen relevanten Texte decken die Themen *A* und *B* gemeinsam ab, während das ebenso wichtige Thema *C* nur von einem Text und zwar ausschließlich behandelt wird. In einer nach Relevanz sortierten Dokumentenliste wird dieser Text wegen der geringeren Übereinstimmung mit der Suchanfrage zuletzt auftreten und vom Benutzer deshalb evtl. nicht mehr wahrgenommen, obwohl er mit Sicherheit relevante neue Information enthält, während von den 99 anderen Texten im ungünstigsten Fall einer ausgereicht hätte.

Verfahren wie sie in experimentellen Retrieval-Systemen eingesetzt werden — Unterstützung der Frageformulierung durch Expertensysteme (eg. Biswas et al. 87) unter Berücksichtigung von Benutzermodellen (Brajnik et al. 87) oder Query-Optimierung durch Activation-Spreading in semantischen Netzwerken (Cohen/Kjeldsen 87, Rapp/Wettler 90) — stellen in Bezug auf das Problem intertextueller Beziehungen nur Suboptimierungen dar, entsprechen aber dem schon von Robertson (80) kritisierten Trend, immer elaboriertere Verfahren zur Optimierung des Information Retrieval experimentell zu erproben (z.B. Fox 87), ohne die Grundannahmen — nämlich das Matching-Paradigma — zu hinterfragen.

Eine fruchtbare Alternative zum "Matching" sind textbasierte Frage-Antwort-Systeme. Anhand von aus Texten extrahierten Fakten und einem grundlegenden Regelwissen, das Inferenzen über diesen Fakten ermöglicht, wird versucht, eine Frage des Benutzers zu beantworten — das System *Scisor* z.B. beantwortet Fragen im Zusammenhang mit Unternehmens-übernahmen (Rau 87a,b), während Simmons (87) ein System⁸ vorstellt, das auf dem AI-Handbook basiert. Intertextuelle Relationen konstituierten sich in diesem Fall durch den Inferenzprozeß. Voraussetzung aber ist, daß sich das Benutzerinteresse zu faktenorientierten Fragen konkretisieren läßt.

Bedeutenden Einfluß hat in letzter Zeit das exploratorische Paradigma (Bates 85) gewonnen. Ausgehend von einem gegebenen Text erhält der Benutzer Gelegenheit, "benachbarte" Texte zu erkunden. Wichtige Größen, wie die Auswahl des Ausgangstextes und die Art der Nachbarschaftsbeziehungen sind nicht innerhalb des Paradigmas bestimmt, die Topologie des zu explorierenden Informationellen Raumes muß daher durch Kombination mit einem anderen Retrieval-Paradigma — im Allgemeinen das Matching-Paradigma — definiert werden. Während z.B. *Mind* (Bates 85) als Front-End zu Information-Retrieval-

⁷ Eine Kritik des Booleschen Retrieval gibt Bookstein (85).

⁸ Diese Systeme operieren auf intellektuell erstellten Textrepräsentationen, zumindest für **Scisor** ist aber die Entwicklung einer Inhaltserschließungskomponente geplant (Rau 87a).

Systemen konzipiert ist, verfügen die Systeme I³R (Croft/Thompson 87) und IOTA (Defude/Chiamarella 87) über Komponenten zur Exploration.

Exploration ist keine elementare, nicht weiter zu differenzierende Tätigkeit, sondern kann nach Art der Zielsetzung und der benutzten Informationsquellen klassifiziert werden. Eine von Cove/Walsh 88 vorgeschlagene Typologie des Browsing unterscheidet drei Typen:

1. *Search Browsing*: gerichtetes, strukturiertes Vorgehen bei bekanntem Ziel.
2. *General Purpose Browsing*: vorgegebene Informationsquellen werden regelmäßig aufgesucht.
3. *Serendipity Browsing*: der Verlauf der Interaktion wird durch die Assoziationen gelenkt, die durch die Lektüre hervorgerufen werden.

Unseres Erachtens muß diese Typologie um eine Variante des Browsing erweitert werden, die ungeachtet der konkreten Informationsquellen, nicht ziel-, sondern verlaufsorientiert erfolgt, indem für die explorierten Texte eine sinnvolle thematischen Beziehung gefordert wird. Diese Form des Browsing erfordert, bei Offenheit gegenüber den konkret zu explorierenden Texten, Unterstützung des Benutzers durch das Navigations-System und wird deshalb als *Directed Browsing* bezeichnet. Eine solche Differenzierung unterschiedlicher Browsing-Typen wird aber durch die Funktionalität existierender auf das Information-Retrieval ausgerichteter Browsing-Systeme nicht gerechtfertigt. Das *Serendipity Browsing* erfordert assoziative Anreize zur Exploration, die besondere Anforderungen an die Text-Präsentation stellen, während das *Directed Browsing* aufgrund der thematischen Navigations-Kriterien eine tiefgehende Inhaltserschließung⁹ der Dokumente bedingt, wie sie heute kaum ein Retrieval-System leisten kann.

Stehen als Grundlage der Exploration von Texten nur aus einem Thesaurus ausgewählte Indexterme zur Verfügung, wie es in den Systemen Mind und I³R der Fall ist kann das Browsing nur zur Query-Optimierung dienen (Croft/Thomson 87) und nicht zur Exploration relevanter Information. Die Browsing-Funktionen des Systems Eyebrows (Cove/Walsh 88) stützen sich auf Wort-Kookurenzen und andere Kontext-Operatoren. Für einen gerichteten, am Informationsbedarf und nicht an Thesaurusstrukturen orientierten Suchprozeß sind aber weitergehende semantisch fundierte Beziehungen zwischen Texten erforderlich. Exploration in diesem Sinne kann als eine Heuristik zur Verbesserung der Interaktion mit matching-orientierten Systemen aufgefaßt werden. Parallelen sind erkennbar zum *Query-by-Example* (Thomas/Gould 75) und zum *Query-by-Reformulation* (Tou et al 82). Während der Ausgangstext als Beispiel aufzufassen ist, von dem aus ähnliche Texte erreichbar sind, ist über die unmittelbare Nachbarschaft hinausgehende Navigation mit einer impliziten Reformulierung der Query gleichzusetzen.

Weiterhin — nicht zuletzt als Folge unzureichender Inhaltserschließung — sind auch gravierende Defizite in der Präsentation von Information festzustellen. Als Entscheidungsgrundlage für das weitere Vorgehen innerhalb des explorativen Dialogs stehen dem Benutzer nur unzureichende Informationen zur Einschätzung des Inhalts bzw. der Relevanz von Dokumenten zur Verfügung, wie z.B. Referenzen oder Indexterme. Während z.B. I³R und Mind nur Referenzen anbieten, können Eyebrows und IOTA immerhin Textfragmente präsentieren. Um einen effektiven und benutzerfreundlichen Zugang zu Information aus Volltexten zu ermöglichen, muß eine Anreicherung der Präsentationsformen durch Visualisierungen der Textstruktur, Tabellen aus dem Text extrahierter Fakten etc. erreicht werden (Stibic 85). Die Forderung nach situationsgerechter Aufbereitung der Textinformation bedingt eine Synthese von Information Retrieval und flexibler Textkondensierung, wie sie

⁹ Eine Kritik verschiedener Verfahren der Inhaltserschließung gibt Hahn (86).

protoypisch in dem explorativ orientierten Retrieval-System TOPOGRAPHIC (Kuhlen et al 89) realisiert wurde. Der Inhalt relevanter Texte kann im Sinne eines *kaskadierten Abstracting* (Kuhlen 84) auf unterschiedlichen Abstraktionsniveaus erkundet werden. Während der Zugriff zu Textinformation in angepaßtem Detaillierungsgrad damit ermöglicht wird, soll in dieser Arbeit ein Ansatz für die Ausnutzung intertextueller Beziehungen im Rahmen des Hypertext-Paradigmas entwickelt werden.

2 Textlinguistische Grundlagen

2.1 Hypertext als Gegenstand der Textlinguistik

Hypertexte sind nie auf vollständige Rezeption hin ausgelegt, so daß die Auswahl und endgültige Anordnung der Inhalte in den Hypertext-Pfaden, den vom Leser rezipierten Konkretisierungen des Hypertextes, erst von diesem endgültig bestimmt werden. Diese gegenüber konventionellen Texten für den Leser gewonnenen zusätzlichen Freiheitsgrade lassen sich im Rahmen zweier alternativer Modelle interpretieren:

- Ein Hypertext ist ein prästabilisierter Text, aus dem durch eine Stoffreduktion auf das jeweils Relevante und durch Linearisierung **ein Text** entsteht. In diesem Fall sind die Modelle der Textlinguistik auf das entstehende Gebilde direkt übertragbar.
- Ein Hypertext ist eine **Menge von Texten**, die durch inhaltliche Vernetzung in ihrer **Intertextualität** repräsentiert werden. Für derartige textübergreifende Strukturen gibt es bisher allerdings keine operationalisierbaren Formalisierungen.

Beide Modelle sind nicht prinzipiell unvereinbar, haben aber jeweils ihren Anwendungsbereich und stellen spezielle Anforderungen an die Ausgestaltung von Hypertext-Einheiten und -Links, wie die folgenden Beispiele verdeutlichen sollen.

Eine exemplarische Form prästabilisierten Texts ist "Interactive Fiction" (Bolter/ Joyce 87), eine interaktive Form von Prosa — quasi eine literarisch anspruchsvollere Form der bekannten Abenteuer-Rollenspiele. Ein Höchstmaß an Flexibilität wird durch Fragmentierung auf Phrasenniveau erreicht. Diese phrasischen Hypertext-Einheiten werden durch Links verbunden. Der Fortlauf der Handlung wird durch globale Strukturen, die leider nicht genauer beschrieben werden, gesteuert, so daß ein Orientierungsverlust im Hyperroman unwahrscheinlich wird¹⁰.

Im Gegensatz dazu liegt der Schwerpunkt der Hypertext-Version (eines Teils) von Arno Schmidts "Zettels Traum" (Kuhlen 89) auf der Konstitution von Intertextualität, indem die zahlreichen Hinweise, die auf das Werk so verschiedener Autoren, wie Fouque, May oder Joyce verweisen, kommentierend aufgegriffen werden. In diesem Fall sind die Text-Units als eigenständige Texte auch ohne eine Hypertext-Vorgeschichte verständlich. Die kommentierenden Text-Einheiten sind nicht unmittelbar an eine Text-Unit des Originaltextes gebunden sondern an eine in dieser enthaltene Phrase.

In diesem Spannungsfeld zwischen Textualität und Intertextualität befindet sich ein aus deskriptiv expositorischen Fachtexten — im weiteren Journalartikel aus der Mikrocomputertechnologie — zum Zweck des Information Retrieval aufgebauter Hypertext zwischen den beiden Polen. Es ist zwar richtig, daß der Aufbau des Hypertexts aus disparaten Texten zunächst für ein Überwiegen intertextueller Beziehungen spricht Grundlage zur Lösung eines Informationsproblems sind nicht einzelne Texte mit ihrer jeweils unzureichenden Information, sondern der von diesen Texten gebildete Inter- bzw. Hypertext. Der Umgang von Lesern mit Fachjournalen (McKnight et al. 89), die derartige Texte enthalten und daher die konventionelle Repräsentation des Intertexts bieten, legt allerdings die Vermutung nahe, daß der zwar an der vorgegebenen Dokumentenstruktur orientierte, aber auswählende, nicht dem Textverlauf folgende, Textgrenzen überspringende Lesestil

¹⁰ Als Vorspiel zur interaktiven Literatur sehen die Autoren das Werk von J.L. Borges und insbesondere den in der Erzählung „Der Garten der Pfade, die sich verzweigen.“ (Borges 81b) beschriebenen nicht linearen Roman des fiktiven Autors Ts’ui Pen an, vergessen aber darauf hinzuweisen, daß Borges diesem Roman erst in der vierten Generation einen Leser gönnt, der ihn versteht — und das zudem noch mit fatalem Ausgang. Bezogen auf das Problem des Information Retrieval liegt die Alternative zum Hypertext allerdings nicht im linearen Text sondern in der ungeheuren Menge beziehungsloser Texte der „Bibliothek von Babel“ (Borges 81 a).

Intertextualität¹¹ in Textualität umdeutet, so daß Fragmente aus unterschiedlichen Texten unter dem Gesichtspunkt einer thematischen Vollständigkeit und inhaltlichen Kohärenz neu organisiert werden. Diese Betrachtungsweise ermöglicht es, die entstehenden Strukturierungprobleme im Lichte textlinguistischer Modelle zu betrachten und bedingt damit zwangsläufig die Frage nach den strukturellen Vorbedingungen von Textualität, die auf drei Ebenen anzusiedeln sind (Hatakeyama et al 85):

- *Konnektivität* entsteht, wenn sich über eine Folge von Textsegmenten mit Hilfe von zunächst arbiträren Texteigenschaften ein roter Faden konstruieren läßt. Diese Eigenschaften können sowohl auf der Ebene der Phone (Versmaß, Reim etc.), wie auch der Syntax (Konnektiva), Semantik (sinn-semantische Relationen) und Pragmatik angesiedelt sein. Für uns werden im weiteren vor allem die referentiellen Relationen von Bedeutung sein, die in referenz-identische Relationen, die Begriffswiederholungen, Pro-Formen und lexikalisch-referenzielle Relationen wie Hyponymie und Hypernymie umfassen, und referenzkonforme Thesaurusrelationen, die durch Erwähnung von Aspekten schon referenzierter Begriffe bzw. Objekte entstehen, aufgeteilt werden.
- *Kohäsion* ist eine striktere Form der Konnektivität, die sich durch das zusätzliche Bestehen sinn-semantischer Relationen und adäquater thematischer Progressionen konstituiert.
- *Kohärenz* ist trotz zahlreicher textlinguistischer Untersuchungen ein relativ opaker Begriff (Horányi 85). Gemeinsam ist die Auffassung, daß Kohärenz nicht allein textimmanent zu begründen ist, sondern — auch in Analogie zu anderen Strukturen, wie z.B. Bildern (Dorfmüller-Karpusa/Dorfmüller 85) — von Eigenschaften der realen/fiktionalen Welt, Erwartungen des Lesers/Betrachters usw abhängt (van de Velde 85), also pragmatische Aspekte hat. Eine Integration von pragmatischen und referentiell semantischen Aspekten der Kohärenz gibt Heydrich 89, der Kohärenz durch Beziehungen zwischen *relevanten* Objekten bzw. Situationen konstituiert sieht.

Kohäsion und Kohärenz betreffen sowohl oberflächensyntaktische wie auch semantische Strukturen. Eine Übernahme der für lineare Texte eingeführten oberflächensyntaktischen Kohäsions- oder Kohärenzindikatoren in Hypertexte ist nicht möglich. Dieses Defizit muß wegen der großen Bedeutung von Strukturhinweisen für das Textverständen (Kieras 82) durch Einführung neuer Stilmittel in die Hypertext-Präsentation (Charney 87) ausgeglichen werden. Insbesondere ist eine Ausweitung der kohäsions- und kohärenzstiftenden Funktion graphischer Elemente über das in linearen Texten übliche Maß (Liebsch/Werchosch 88) hinaus anzustreben (s. Abschnitt 3.1 und 3.2). Die text-semantische Ebene wird schon in linearen Texten von nicht-linearen Kohärenzrelationen gebildet, so daß von einer zweidimensionalen Struktur von Texten (Gülich/Raible 77 pp. 51-55) gesprochen werden kann. Diese Relationen finden ihre Entsprechung in den Links der Hypertexte, so daß der Übergang zum Hypertext eine Explikation von Strukturen mit sich bringt, die schon in linearen Texten implizit enthalten sind.

Für die automatische Konvertierung von Textmengen in Hypertexte stellen sich dementsprechend insbesondere folgende Fragen.

- Wie können Texte fragmentiert werden, so daß die entstehenden Texteinheiten in sich konnex bleiben (s. Abschnitt 2.2)?

¹¹ Selbstverständlich ist die literarische Auffassung von Intertextualität, die formal kaum zu erfassende Phänomene wie Parodie umfaßt, erheblich umfassender als die im Kontext dieser Arbeit vertretene.

- Welche Verbindungen zwischen den Hypertext-Einheiten — auch solchen, die ursprünglich zu unterschiedlichen Texten gehörten — lassen sich etablieren, so daß eine inhaltsorientierte Navigation ermöglicht wird (s. Abschnitt 2.5 und Kapitel 6)?
- Welche globale Strukturen können konstituiert werden, die dem Leser bei der Hypertext-Navigation als Orientierungshilfe dienen und Kohäsion und Kohärenz der gelesenen Folge von Hypertext-Einheiten garantieren (s. Abschnitt 2.5 und die Kapitel 7 und 8)?

Dabei ist insbesondere zu beachten, daß die Textlinguistik noch keinen Stand erreicht hat, der eine geschlossene formale oder auch informelle Beschreibung des Gegenstands *Text* ermöglichen würde, so daß Modelle aus verschiedenen Schulen herangezogen werden müssen.

2.2 Der Paragraph als Hypertext-Einheit

Im Fall einer automatischen Konstruktion von Hypertexten aus linearen Texten muß eine formalisierbare Grundlage für die Segmentierung von Texten zu Hypertext-Einheiten vorgegeben werden. Dabei gehen wir von den folgenden Annahmen aus:

- Die Textfragmente werden unverändert aus dem Originaltext übernommen.
- Der Text¹² einer Hypertext-Einheit muß ungeachtet des Kontextes verständlich sein, damit eine dokument-übergreifende Verknüpfung von Texteinheiten kontextfrei erfolgen kann. Daraus folgt, daß Text-Units abgeschlossen sein müssen hinsichtlich der Auflösung von Anaphern, Kataphern und Pronomina. Darüber hinaus sollte die Segmentierung thematisch begründbar sein.
- Im Sinne der Flexibilität des entstehenden Hypertexts sollte eine Fragmentierung — unter Beachtung der obigen Bedingungen — so fein wie möglich sein.

Nach unserem Dafürhalten gibt es eine direkte Entsprechung zwischen der Funktion der *Text-Unit* im Hypertext und der des Paragraphen im linearen Text, die strukturell begründet werden kann. Sowohl der *Text-Unit*, wie auch dem Paragraphen ist eine Brückenfunktion zwischen zwei unterschiedlichen Strukturebenen des jeweiligen Mediums zuzusprechen. Der Paragraph verbindet die Satzebene mit der Textebene, während die *Text-Unit* eine Ebene fix strukturierter Elemente — in Hypertext-Systemen sind das im allgemeinen auch Sätze, können jedoch auch Tabellen etc. sein — mit einer Ebene flexibler Strukturierung verbindet, die vom Navigationsverhalten des Benutzers abhängt. In beiden Fällen wird eine Verbindung zwischen lokalen und globalen Kohärenzphänomenen geschaffen.

Obwohl der Paragraph nicht unwidersprochen als kanonisches Konstrukt zur Segmentierung von Texten akzeptiert wird — Phillips (85) z.B. bezieht sich in seiner Ablehnung auf die Häufigkeit fehlerhaft gesetzter Paragraphengrenzen — wird ihm doch sowohl in der Linguistik — dort insbesondere in der Tagmemik (Longacre 79) — und der Psychologie (Stark 88, Garnes 87, Koen et al. 69) große Bedeutung zugemessen. Dabei wird der Paragraph als eine in Bezug auf Anaphern, Kataphern und Pronomina abgeschlossene (Giora 83a) syntakto-semantische Einheit (Langleben 85) angesehen, in der ein bestimmtes Diskursthema abgehandelt wird (Garcia-Berrio/Mayordomo 88, Longacre 79, Pike/Pike 77). Die syntaktische, durch Zeichen wie Einrückung etc. angezeigte Paragrapheneinteilung von Texten fällt, wie von Philips zu Recht angemerkt, nicht immer mit den semantischen Paragraphen zusammen, da in diesem Fall weitere Kriterien, wie eine ästhetisch ansprechende

¹² Anwendungen, welche die Datenorganisations- und Inspektionsmöglichkeiten von Hypertextsystemen auf nicht-textuelle Daten, wie z.B. semantische Netze (McAleese 89) anwenden, sollten nicht als Hypertexte bezeichnet werden. Ausgenommen sind Illustrationen, wie sie auch in konventionellen Texten vorkommen.

Einteilung des Textes in ungefähr gleich große Abschnitte, hinzugezogen werden. Eine korrekte Einteilung eines Textes in Paragraphen muß und kann allein semantisch begründet werden — eine Vorgehensweise, die der des menschlichen Lesers weitgehend entspricht. Stark 88 zeigt nämlich, das Leser trotz fehlerhaft gesetzter Paragraphen-Markierungen korrekte semantische Paragraphen unterscheiden.

Durch eine Typisierung¹³ von Paragraphen aufgrund ihrer inneren Struktur (lokale Kohärenz, semantische Relationen zwischen Sätzen) und Funktion im Diskurs läßt sich eine Abstraktion von der konkreten Mikrostruktur erreichen. So können z.B. narrative Paragraphen mit temporalen Relationen unterschieden werden von expositorischen Paragraphen mit kausalen Relationen (Longacre 74, 76, Zimmermann 78).

Eine weitere Parallele zwischen Paragraphen und *Text-Units* ergibt sich aus den zwei möglichen Formen thematischer Abgrenzung, denen als Entsprechung zwei Typen des *Hypertext-Linking* gegenübergestellt werden können:

- Der Paragraph wird beendet, bevor ein neues Thema eingeführt wird (z.B. der zweite Vers in dem Gedicht in Abb. 1 auf Seite 19). Diese Art der Verbindung läßt sich vergleichen mit Verbindungen zwischen zwei Hypertext-Knoten.
- Ein neues Thema wird vor dem Ende des Paragraphen erwähnt (z.B. der erste Vers in dem Gedicht in Abb. 1 auf Seite 19). Der entsprechende Verbindungstyp im Hypertext ist der zwischen einem in den Kontext des Ausgangsknotens eingebetteten Token und einem Zielknoten, das heißt, daß eine thematische Einschränkung für den folgenden Hypertext-Pfad explizit vorgenommen wurde. Im Gegensatz zum Paragraphen, der Teil eines linearen Textes ist, können im Hypertext-Knoten mehrere neue Themen initiiert werden.

Im Gegensatz zum linearen Text, der, von unterschiedlichen Lesarten einmal abgesehen, durch eine eindeutige, stetige Folge von Paragraphen gebildet wird, sind im Hypertext Inklusionsbeziehungen zwischen Hypertext-Einheiten denkbar. Das sei an einem Beispiel verdeutlicht.

Der Zenon-x ist ein Micro-Computer, der aufgrund seiner leistungsfähigen Hardware — er verfügt über einen 68030 Micro-Prozessor, bis zu 8-MB Hauptspeicher und ein Plattenlaufwerk mit 60MB — zu den Spitzenprodukten seiner Systemklasse zählt. Auch die verfügbare System- und Anwendungssoftware kann sich sehen lassen. Als Betriebssystem

Der voranstehende Text besteht aus zwei Teilen, mit den Themen *der Zenon-x und seine Hardware* und *die Software des Zenon-x*. Während der erste Teil thematisch abgeschlossen ist, ist der zweite ohne vorherige Lektüre des ersten nicht verständlich. Beide Teile müssen also zu einem Paragraphen zusammengefaßt werden (Thema: *der Zenon-x*). In einer Hypertext-Version dieses Textes bietet sich allerdings die Möglichkeit den ersten Satz zusätzlich als eigenständige Texteinheit aufzufassen. Ist während der Hypertext-Lektüre spezifische Information bezüglich der *Hardware des Zenon-x* gefragt, wird die Kurzform, ansonsten die Langform bevorzugt präsentiert.

2.3 Makrostrukturen als global-semantische Hypertext-Strukturen

Die das Satz niveau übergreifenden Makrostrukturen sind Elemente der semantischen Tiefenstruktur von Texten. Sie sind Sequenzen von Propositionen, die aus der Mikrostruktur (Oberflächenstruktur) bzw. aus elementarerer Makrostrukturen mit Hilfe von *Makro-Regeln* abgeleitet werden können. Durch rekursive Anwendung dieser Regeln ergibt sich eine

¹³ Eine Übersicht über die Typologie von Texten gibt Grosse 74.

hierarchische aus Makro-Strukturen aufgebaute Struktur, welche die global-semantische Kohärenz eines Textes widerspiegelt (van Dijk 80a,b, Ballmer 76). Die vier Makro-Regeln, die das Fundament dieses Text-Modells bilden sind¹⁴:

1. Auslassen: Für den globalen Zusammenhang des Textes irrelevante Detailinformation wird ausgelassen.

Der Held stützte hinter dem Tumtum-Baum hervor und erschlug den Jabberwocky.
 $\xrightarrow{d_a}$ Der Held erschlug den Jabberwocky.

2. Selektieren: Information, die sich aus dem Zusammenhang erschließen lässt, wird ausgelassen.

Er zog sein Schwert und schlug dem Jabberwocky den Kopf ab. $\xrightarrow{d_c}$ Er schlug dem Jabberwocky den Kopf ab.

3. Generalisierung: Die in untergeordneten Makrostrukturen getroffenen Aussagen werden verallgemeinert.

Dem Jabberwocky wich er nicht aus und fürchtete nicht den Bandersnatch. \xrightarrow{g} Er fürchtete keine Monster.

4. Konstruktion: Aussagen, die einen Gegenstand, eine Situation oder eine Handlung betreffen, werden zusammengefaßt.

Der verrückte Hutmacher nimmt eine Tasse, füllt sie mit Tee, halbiert sie mit einem Messer und stellt sie vorsichtig auf den Tisch. \xrightarrow{c} Der verrückte Hutmacher serviert eine halbe Tasse Tee.

Globale Kohärenz ist ein grundlegendes Kriterium für Textualität, so daß die Makro-Strukturierbarkeit von Texten grundsätzlich gewährleistet ist. Abb. 1 zeigt einen Ausschnitt aus der Tiefenstruktur eines Gedichts von Lewis Carroll, die dem Leser trotz zahlreicher Nonsense-Wörter¹⁵, wie "manxome" oder "vorpal" (Burchfield 76), als die eines (ironisierten) Heldengedichts erkennbar ist (s.a. Plett (79) pp. 196-200).

Makrostrukturen sind sowohl für die Texterstellung, wie auch für die Textrezeption wichtig. Während der Autor durch thematische Verfeinerung die inhaltliche Struktur des Texts festlegt (top-down), rekonstruiert der Leser diese sukzessiv während der Lektüre (bottom-up). Erleichtert der Autor dem Leser diesen Rekonstruktionsprozeß (z.B. durch Hinweise auf Generalisierungen) wird im Allgemeinen tieferes Textverständnis erreicht (Kieras 82). Entsprechend kann der Zugang zu Hypertexten durch Verdeutlichung der thematischen Struktur vereinfacht werden. Dabei kann das Konzept der *Makro-Struktur* weitestgehend aus der Textlinguistik übernommen werden. Verzichtet man auf die sequentielle Ordnung der Propositionen, so lassen sich auch auf Hypertexten Makro-Strukturen aufbauen (Hammwöhner 90). Diese lassen sich dann als Repräsentationen thematisch zusammengehöriger Text-Unit-Cluster auffassen, bieten aber keinen ausreichenden Anhalt für eine sinnvolle Sequenzierung mehr. Dies gilt insbesondere für aus mehreren Dokumenten konstruierte Hypertexte, die i.A. ein erhebliches Maß an Redundanz beinhalten.

¹⁴ Die Beispiele entstammen der Welt von Lewis Carroll.

¹⁵ Diese müssen allerdings nach korrekten Wortbildungsregeln konstruiert sein.

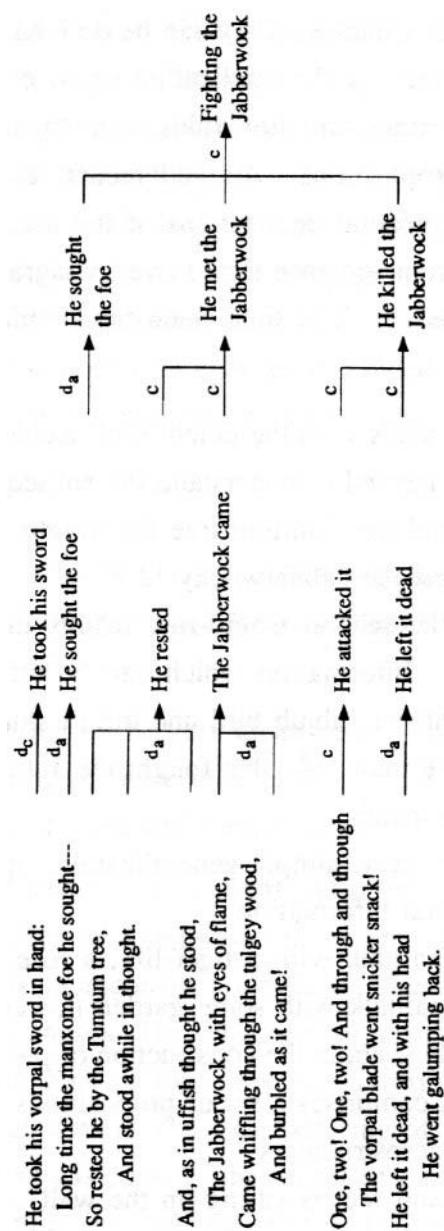


Abbildung 1 Die (vereinfachte) Makrostruktur von drei Versen aus dem Gedicht „Jabberwocky“ (Carroll 39, pp. 140-142)

2.4 Thematische Progressionsmuster in Hypertext-Pfaden

Unter dem Leitbegriff *Funktionale Satzperspektive* wurden in der Prager Schule Modelle¹⁶ entwickelt, die erlauben, semantische Einheiten entsprechend ihrem Mitteilungswert beziehungsweise ihrer kontextuellen Gebundenheit zu organisieren. Es wurde konstatiert, daß in jedem Satz eine Entsprechung von Wortfolge und Gedankenfolge existiere, die es erlaube einen kontextuell gebundenen (Satzthema) und einen freien Teil (Satzaussage) zu unterscheiden. Für diese beiden Satzteile wurden in der Folge die Begriffspaare *Topic-Comment* bzw. *Thema-Rhema* gebräuchlich. Durch die Bindung des Themas an den Kontext entstehen über den Satz hinausreichende thematische Abhängigkeitsmuster, die in der Prager Schule durch Konzepte wie *kommunikative Dynamik* (Firbas 74) oder *thematische Progression* (Danes 74, 78) begrifflich gefaßt wurden. Übergreifende thematische

¹⁶ Für eine Übersicht siehe (Gülich/Raible 77, pp. 60-89).

Progressionsmuster entstehen, indem aus elementaren Thema-Rhema-Progressionen prototypische Muster aufgebaut werden (s.u.), die dann zu größeren Strukturen zusammengefügt werden können. Durch einen top-down und left-right Durchlauf dieser eines solchen hierarchischen Progressionsmusters entsteht ein linearer Text.

1. **Thematisierung des Rhemas:** Das Rhema der ersten Texteinheit wird zum Rhema der zweiten (s. Abb. 2).

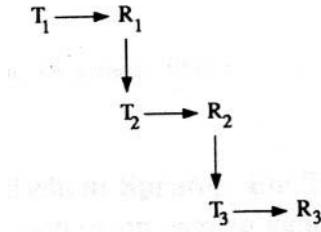


Abbildung 2 Thematische Progression: Thematisierung des Rhemas

2. **Konstantes Thema:** Mehrere Texteinheiten behandeln das gleiche Thema (s. Abb. 3).

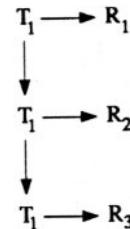


Abbildung 3 Thematische Progression: Konstantes Thema

3. **Abgeleitetes Thema:** Die Themen der beteiligten Texteinheiten lassen sich von einem gemeinsamen übergeordneten Thema ableiten (s. Abb. 4).

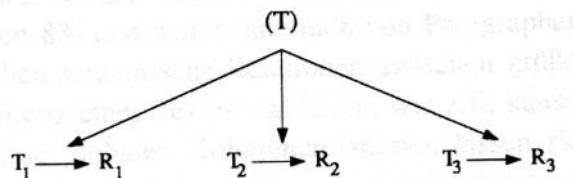


Abbildung 4 Thematische Progression: Abgeleitetes Thema

4. **Gespaltenes Rhema:** Das Rhema einer Texteinheit wird explizit oder implizit geteilt. Die Teilrhemata werden in weiteren Texteinheiten als Themata aufgenommen. (s. Abb. 5).

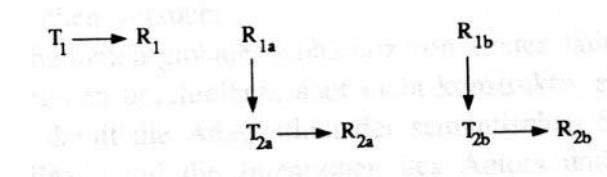


Abbildung 5 Thematische Progression: Gespaltenes Rhema

5. **Progression mit thematischem Sprung:** Ein Teil der Progressionskette, der vom Leser aus dem Kontext erschlossen werden kann, wird ausgelassen (s. Abb. 6).

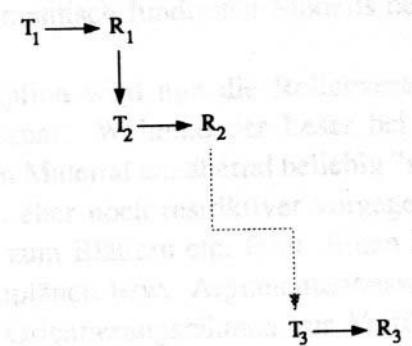


Abbildung 6 Thematische Progression

Betrachtet man den Prozeß der Topikalisierung nicht auf der Satzebene, sondern, im Sinne einer funktionalen Textperspektive (Janoš 79), auf der übergeordneten Ebene des Paragraphen (Giora 83a,b), so ergeben sich übergeordnete thematische Progressionen, sogenannte thematische Absatzkomplexe (Fridman 88), die — die Entsprechung von Hypertext-Unit und Paragraph (s.o.) vorausgesetzt — zur Sequentialisierung von Hypertexten und damit der Konstruktion von Hypertext-Pfaden dienen können.

Weiterhin scheint uns eine Parallelie zwischen den zusammenfassenden Makrooperationen Generalisierung und Konstruktion, sowie den Progressionen mit abgeleiteten und konstantem Thema zu bestehen. Während das Hyperthema der Progression mit abgeleiteten Themen genau dem Thema der aus der Sequenz abgeleiteten Makrostruktur entspricht, wird im Fall der Konstruktion ein konstantes Thema sukzessiv Thematisiert. Jeder Makrostruktur lässt sich somit ein thematisches Progressionsmuster zuordnen, das diese prototypisch realisiert. Das Fehlen thematischer Zyklen in diesen Mustern ist zusätzlich geeignet, die durch die Kombination zahlreicher ursprünglich nicht aufeinander bezogener Texte entstandene Redundanz zu überwinden.

Die Relevanz der Texttheorien der Prager Schule für die Modellierung von Hypertexten wird noch deutlicher, wenn zu den hauptsächlich auf kotextueller Gebundenheit beruhenden Ausarbeitungen von DaneS wieder die pragmatischen Aspekte der *komunikativen Dynamik* hinzugezogen werden. In diesem Zusammenhang wird der Topic als das vom Leser gewußte, bzw. aus dem Kontext inferierbare interpretiert, während der Comment Mitteilungscharakter hat. Diese Unterscheidung zwischen der vorgegebenen thematischen Struktur einer Textpassage und ihrem situationsabhängigen Mitteilungswert ist für Hypertexte besonders wichtig, da, und dies gilt insbesondere für automatisch aus größeren Textmengen aufgebaute Hypertexte, eine Textpassage wegen eines, bezogen auf das Thema der Passage, eher im Hintergrund stehenden Fakums mit großem Mitteilungswert selektiert werden kann (z.B. durch eine vom Benutzer vorgenommene Auswahloperation).

2.5 Rhetorische Relationen

Strukturelle Kohärenz manifestiert sich in Texten auf den drei Ebenen der Referenz, Prädikation und Illokution (Lundquist 85):

- **Referenz:** Referentielle Kohärenz ergibt durch den wiederholten Bezug auf eine eingeschränkte Menge von Referenten aus der vom Text repräsentierten logischen Welt, die sowohl die Erfahrungswelt des Lesers als auch eine fiktive Welt sein kann. Auf dieser Ebene sind die durch Makrostrukturen und thematische Progressionen begründeten Kohärenzphänomene anzusiedeln, die durch referenzkonforme

Thesaurusrelationen (Zuordnung von Merkmalen etc.) die Beziehung mehrerer Referenten zu einem Thema und durch referenz-identische Relationen (z.B. Generalisierung) die Realisierung eines Hyperthemas ermöglichen. In den meisten der derzeit verfügbaren Hypertexte wird das Grundgerüst der Hypertext-Links von referenziellen Relationen gebildet, die in einer Texteinheit vorkommende Begriffe mit anderen Texteinheiten verbinden, in denen diese Begriffe thematisiert werden.

- **Prädikation:** Auf der prädikativen Ebene werden semantische Beziehungen zwischen Referenten etabliert, wie sie sprachlich in erster Linie durch Verben ausgedrückt werden (Agricola 72) und als Kasus-Rahmen (Fillmore 68) oder 6-Rollen (Rauh 88) formalisiert werden können. Über diese eher auf der Ebene der MikroKohärenz (Langleben 83) und damit innerhalb von Paragraphen bestehenden Relationen hinaus bestehen semantische Relationen zwischen größeren Textsegmenten, die die MakroKohärenz eines Textes etablieren, wie z.B. kausale Verknüpfung etc. (Hobbs 83,85). Diese globalen Kohärenzrelationen lassen sich nicht allein textinhärent begründen, wenngleich durch Konnektiva wichtige syntaktische Indikatoren für das Bestehen bestimmter Kohärenzrelationen gegeben sein können. Vielmehr hängt es von dem Vorwissen und den Erwartungen des Lesers ab, inwieweit er eine Äußerung z.B. als Begründung oder Widerlegung einer vorangegangenen Äußerung erkennt und auch akzeptiert (Lundquist 89).

Links, die derartige prädiktative Relationen in Hypertexten repräsentieren, sind die Voraussetzung für argumentative Hypertexte, die über reine Begriffsexplikationen hinausgehen. Der Verlust an Kohäsion, wie er durch den Verlust verbaler Konnektiva in Hypertexten entsteht, wird in manchen Hypertext-Systemen (z.B. **TEXTNET**) durch eine Etikettierung der Kanten, die ihre semantische Funktion indiziert, auszugleichen versucht.

- **Illokution:** Das Phänomen globaler Kohärenz von Texten lässt sich zwar mit Hilfe semantischer Relationen beschreiben, aber nicht konstruktiv erfassen (Litman 86). Die Funktion und damit die Adäquatheit der semantischen Struktur eines Textes lässt sich nur in Bezug auf die Intentionen des Autors und das Rezeptionsverhalten des Lesers verstehen. Von den individuellen Absichten eines Autors bzw. Lesers kann dabei in erster Annäherung abstrahiert werden, indem auf prototypische Strukturen rekurriert wird, die sich in den verschiedenen gebräuchlichen Textsorten wiederspiegeln und durch Superstrukturen (van Dijk 80a,b), Scripts (Samet/Schank 84), Argumentationsschemata (Kopperschmidt 85) oder Story-Grammars (Rumelhart 75) beschrieben werden können. Eine Verbindung zwischen prädiktiven Kohärenzrelationen und illokutiven Textschemata bietet die *Rhetorical Structure Theory* (RST) (Mann/Thompson 86a, 88), die im folgenden Unterabschnitt als Beispiel eines primär semantisch fundierten Modells der Textkohärenz detaillierter beschrieben werden soll.

Bei der Hypertext-Rezeption wird nun die Rollenverteilung zwischen Autor und Leser explizit kontrollierbar. Während der Leser bei freier Navigation mit dem vom Autor vorgegebenen Material annähernd beliebig "spielen" kann, ist bei *Guided Tours* das Leseverhalten eher noch restriktiver vorgegeben als beim linearen Text, da hier die Möglichkeit zum Blättern etc. fehlt. Einen Mittelweg stellt die Vorgabe von prototypischen Textplänen bzw. Argumentationsschemata dar, die dem Leser bei der Navigation als Orientierungsrahmen zur Verfügung gestellt werden, ohne daß feststeht durch welche Texteinheiten diese Schemata ausgeprägt werden.

2.6 Rhetorical Structure Theory

Die *Rhetorical Structure Theory* bietet Konstrukte zur Beschreibung von Kohärenzphänomen zum Zweck der Textanalyse und -generierung. Ziel der RST ist die Erfassung von Kohärenz als einer strukturellen Eigenschaft eines Textes, rezipiert von einem idealtypischen Leser. Die Auswirkung von unterschiedlichen Leserinteressen auf die Wahrnehmung der Textkohärenz kann nicht modelliert werden. Es werden vier Ebenen der Beschreibung unterschieden:

1. **Relationen:** Binäre Relationen beschreiben inhaltliche Beziehungen zwischen zwei nicht überlappenden Textsegmenten, die als Nukleus und Satellit bezeichnet werden. Die Relationen werden spezifiziert, indem Constraints für Nukleus, Satellit und die Kombination von beiden definiert werden.
2. **Schemata:** Prototypische Textmuster können aufgebaut werden, indem ein Gerüst von Relationen vorgegeben wird, ohne daß die zugehörigen Textsegmente ausgeprägt sind. Derartige Schemata repräsentieren Konventionen des Textaufbaus.
3. **Schema-Ausprägungen:** Durch Einsetzen von Textsegmenten, die durch ein Schema vorgegebene relationale Strukturen einhalten, kann eine Schema-Ausprägung erzeugt werden.
4. **Strukturen:** Eine Struktur bezeichnet eine Menge zusammenhängender Schema-Ausprägungen, die einen kompletten Text beschreibt.

Relationierte Textsegmente können also anhand von Schemata zu Einheiten zusammengefaßt werden, welche wiederum relationiert und in übergeordnete Schemata eingeordnet werden können. Die RST erlaubt daher die Wahl eines auf die Anforderungen des jeweiligen Textanalyse bzw. Generierungsziels angemessenen Text-Segmentierungs-Niveaus (Phrase, Satz oder Paragraph etc.) (Mann/Thompson 86b).

Die Relationen, die im Rahmen der RST definiert wurden, lassen sich grundsätzlich in zwei Gruppen einteilen:

1. Relationen mit eher **referentiellem Charakter** leiten sich aus der Struktur der Objekte bzw. Situationen ab, auf die sich der Text bezieht, wie z.B.:
 - **Elaboration:** Im Satellit wird ein im Nukleus eingeführter Sachverhalt detaillierter behandelt.
 - **Abfolge:** Die in den Textsegmenten beschriebenen Ereignisse geschehen in zeitlicher Folge.
 - **Problemlösung:** Der Satellit präsentiert die Lösung eines im Nukleus konstatierten Problems.
2. Relationen mit eher **emotivem Charakter** leiten sich aus dem Einfluß auf den Leser ab, den die jeweiligen Textsegmenten vermutlich haben werden, wie z.B.:
 - **Evidenz:** Die Aussagen des Satelliten sollen die Glaubwürdigkeit der Aussagen des Nukleus erhöhen.
 - **Motivation:** Der Satellit erhöht die Bereitschaft des Lesers, die im Nukleus beschriebene Handlung auszuführen.

Diese Unterscheidung ist insbesondere insofern von Bedeutung, als emotiv begründete Relationen wegen ihres konnotativen Charakters mit derzeit verfügbaren effizienten Inhaltserschließungsverfahren kaum ermittelt werden können.

3 Aspekte eines Hypertextmodells

Die vorangegangenen Abschnitte haben textlinguistisch begründete Organisationsstrukturen für eine Neuanordnung textuellen Materials in einem Hypertext bereitgestellt. Der automatische Aufbau eines Hypertexts lässt sich demnach wie folgt vorstellen:

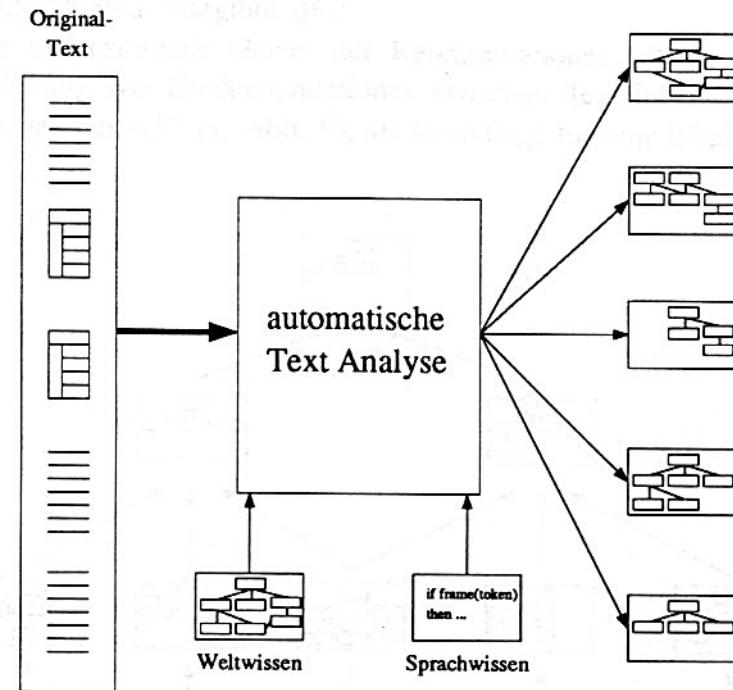


Abbildung 7 Ein Text wird durch automatische Textanalyse fragmentiert und auf Repräsentationsstrukturen abgebildet.

1. Ein maschinenlesbarer Text, dessen Textsorte und Diskursbereich vorgegeben sind, wird einer automatischen Textanalyse (s. Kapitel 4.1) unterzogen. Außer dem Text gehen in den Analyseprozeß auch Wissen über sprachliche Regularitäten und die begriffliche Strukturierung des Diskursbereichs ein. Als Ergebnis der Analyse ergibt sich eine Fragmentierung des Textes in thematische Einheiten (Paragraphen), denen jeweils eine Repräsentation ihres Inhalts, die z.B. in Form von Propositionsmengen (Fum et al. 84), semantischen Netzen oder Frame-Strukturen (s. Kapitel 5) vorliegen können, zugeordnet ist (s. Abb. 7). Dabei wird von der MikroStruktur und von thematisch nicht zentralen Inhalten abstrahiert und damit eine (nonverbale) Zusammenfassung jedes Textfragments, vergleichbar der *Swnnarization in the Small* des NEXUS-Systems (Alterman 86), erstellt.
2. Aufgrund der semantischen Repräsentationen kann mit Hilfe von Makro-Operationen eine Tiefenstruktur auf der Menge der Texteinheiten aufgebaut werden (s. Abb. 8), indem allgemeinere Themenbeschreibungen durch Generalisierung oder Konstruktion aus den Repräsentationen abgeleitet werden. Im Gegensatz zu dem von van Dijk vorgeschlagenen Textmodell sind nicht nur die Propositionen bzw. Themen *eines* Textes Gegenstand des Verallgemeinerungsprozesses, sondern, ungeachtet der Anordnung in den Originaltexten, alle Text-Units des Hypertexts, so daß der Hypertext in hierarchisch strukturierte Cluster von Text-Einheiten jeweils gleicher Thematik partitioniert wird. Die dabei entstehende Hierarchie abgeleiteter Themenbeschreibungen ist den hierarchischen Ordnungsstrukturen in

Hypertexten vergleichbar. Die Makro-Strukturierung des Hypertexts anhand eines einheitlichen Klassifikationssystems, nämlich der Repräsentation des domänenspezifischen Grundwissens, ist dabei ein erster Schritt zur Erzeugung von Intertextualität (Beghol 86).

3. Der propositionale Gehalt der Repräsentationen bildet auch die Grundlage zur Ableitung von Kohärenzrelationen zwischen Texteinheiten, entsprechend den Relationen der RST (s. Abb. 9), als Grundlage für eine inhaltsorientierte Navigation.

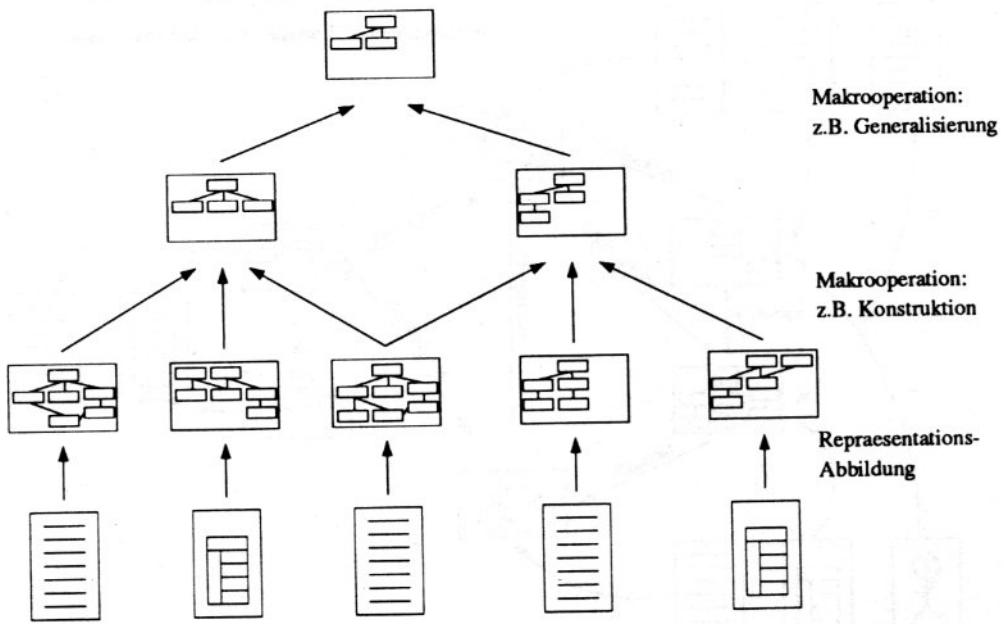


Abbildung 8 Aufbau einer semantischen Tiefenstruktur durch sukzessive Anwendung von Makro-Operationen

Die Qualität der durch den Hypertext repräsentierten Informationsdienstleistung hängt also in erster Linie von der Genauigkeit des Inhaltserschließungsprozesses ab, die wiederum durch den Umfang des repräsentierten Sprach- und Hintergrundwissens determiniert ist. Der für die Inhaltserschließung betriebene Aufwand wird nach oben begrenzt durch die Forderung, zahlreiche Texte effizient in ein hypertext-orientiertes Volltext-Informationssystem einbringen zu können, die minimale Analysetiefe ist hingegen weitgehend von der Textsorte abhängig. Im folgenden wollen wir uns, wie oben schon erwähnt, auf Produktbeschreibungen aus der Mikrocomputertechnologie beschränken, deren Diskursstrategie in erster Linie in einer sukzessiven Beschreibung der jeweiligen Objektmerkmale besteht (Paris/McKeown 87), während Gegenüberstellungen von Objekten merkmalsorientiert erfolgen¹⁷. Minimale Anforderung an ein Hypertext-System ist, vergleichbare Diskursstrukturen, die auf eine vollständige oder aber das Benutzerinteresse abdeckende Beschreibung relevanter Objekte abzielen, als Hypertext-Pfade bereitzustellen. Als Grundregel des Diskursaufbaus lässt sich das Verfolgen von Assoziationsketten zwischen Objekten (Schank 77) benennen, wobei die möglichen Assoziationen von der Modellierung des Diskursbereichs abhängen. Der Gegenstand der ¹⁷ jeweiligen Textpassage, seine "Aboutness" (Hutchins 77), erschließt sich dabei aus der ^v die relevanten Objekte betreffenden referenziellen Struktur (Heydrich 89), die durch' Makrostruktur bzw. thematische Progressionen (s.o.) beschrieben werden kann. Selbst eine tiefergehende Textanalyse, die über die "Aboutness" hinaus auch wichtige Fak-

¹⁷ Die Auswirkungen objekt- und aspekt-orientierten Diskursaufbaus in deskriptiven Texten untersucht Schnotz (82).

tenzuweisungen erschließt, kann sich angesichts der deskriptiven, atemporalen Struktur der vorliegenden Textsorte (Zimmermann 78) auf eine Analyse der Nominalphrasen beschränken.

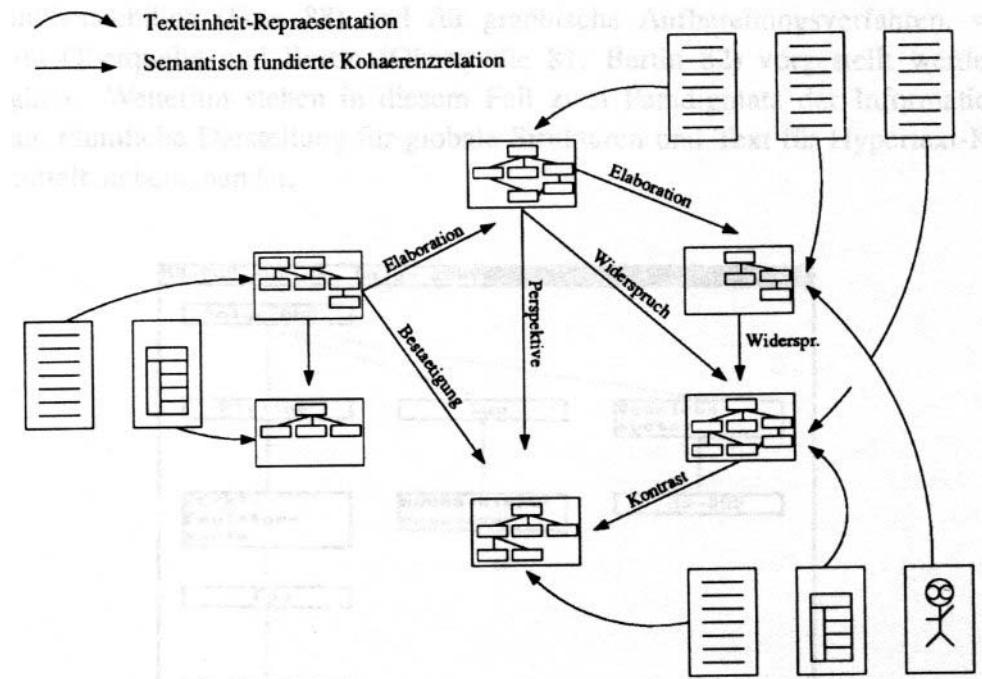


Abbildung 9 Semantische Vernetzung von Texteinheiten durch Kohärenzrelationen

Kann man nunmehr davon ausgehen, daß Hypertexte, basierend auf einer ausreichend tiefen Inhaltserschließung — oder den intellektuellen Vorleistungen von Hypertext-Autoren — über semantisch kohärente Hypertext-Pfade verfügen, so ist damit noch nicht eingeschlossen, daß beim Browsing erzeugte Folgen von Texteinheiten auch oberflächensyntaktisch kohäsig bzw. konnex sind. Im Gegenteil: die Aufspaltung von Fließtexten in separate Einheiten, die prinzipiell als Endpunkte beliebiger Hypertext-Links in Frage kommen, läßt herkömmliche Verfahren der Textverknüpfung, wie Konnektiva, Anaphora bzw. Pronomina, als weitgehend ungeeignet erscheinen. Die bedeutende Hinweisfunktion derartiger Strukturen auf die Relevanz einschätzung von Textkonstituenten (van Dijk 79) macht es erforderlich, diesen Verlust an Strukturierungsmöglichkeiten durch adäquate Verfahren der Hypertext-Präsentation und -Navigation (Charney 87, Marshall/Irish 89) auszugleichen.

3.1 Hypertext-Präsentation

Hypertext-Rezeption ist, in Nachfolge des *Spatial-Data-Management-Konzeptes* (Herot 80), weitgehend von der Metapher räumlicher Bewegung bestimmt, was sich in Begrifflichkeiten, wie "Navigation", "Exploration", "Durchwandern von Pfaden" etc. niederschlägt. Im Gegensatz dazu ist die Präsentation vielfach noch ausschließlich dem textuellen Paradigma verhaftet, so daß der Benutzer mit einer Abfolge von Textblöcken konfrontiert wird, für deren Einordnung in übergeordnete Zusammenhänge er keine Hinweise erhält — z.B. in den Hypertext-Systemen **Guide** (Brown 87) und **KMS** (Akscyn/McCracken/Ybder 87). Stehen andererseits graphische Hypertext-Strukturdiagramme als "kartographische" Grundlage der Hypertext-Navigation zur Verfügung, wie z.B. bei **NoteCards** (Trigg/Irish 87) oder **gIBIS** (Conklin/Begeman 87), so sind diese aufgrund der Komplexität der Hypertext-Strukturen im allgemeinen sehr unübersichtlich (Foss 88) und für graphische Aufbereitungsverfahren, wie sie z.B. von Oberquelle und Bertin (Oberquelle 81, Bertin 82) vorgestellt werden, unzugänglich. Weiterhin stehen in diesem Fall zwei Paradigmata der Informationsvermittlung, räumliche

Darstellung für globale Strukturen und Text für Hypertext-Knoten, unvermittelt nebeneinander.

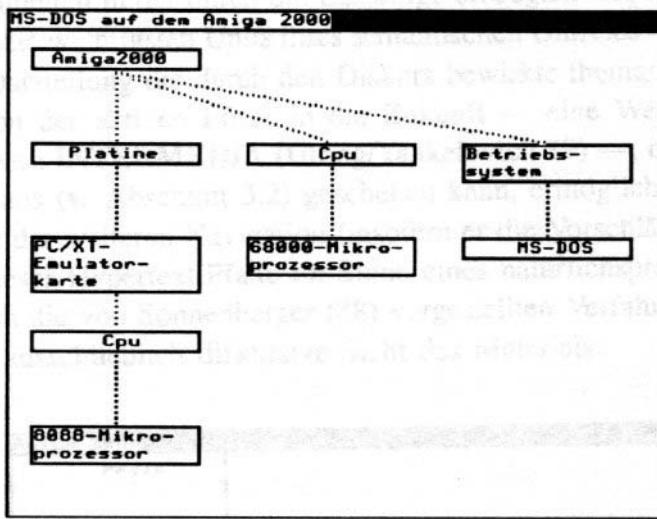


Abbildung 10 (Vereinfachte) Darstellung der thematischen Struktur einer Textpassage (s. Abb. 13). Die unterschiedlichen Kantentypen repräsentieren die Relationen zwischen Begriff und Merkmal (Amiga2000-Cpu) bzw. zwischen Merkmal und Merkmalsausprägung.

Eine bessere Einbettung der Texteinheiten in das räumliche Darstellungsparadigma scheint uns durch die Präsentation von graphischen Strukturdiagrammen ihrer Thematik (s. Abb. 10¹⁸) möglich. Schon Doyle und Strong haben aufgrund von Kookkurenhäufigkeiten von Begriffen (Doyle 62) bzw. syntaktischer Struktur (Strong 74) aufgebaute graphische Strukturen als eine geeignete Methode empfohlen, den relevanten Gehalt eines Textes übersichtlich darzustellen — ein Ansatz, der durch kognitionspsychologische Hypothesen und Modelle, wie das *Text Mapping* (Danserau/Holley 82) oder das *Web Teaching* (Norman 73) unterstützt wird.

Kookkurenhäufigkeiten bilden auch die Grundlage für die konzeptuellen Graphen, die von **HYPERNET** (Kommers 89) zur Visualisierung von Textinhalten angeboten werden, während unser Ansatz aufgrund der textlinguistischen Fundierung der Inhaltserschließung, die jedoch nicht auf die syntaktische sondern die thematische Struktur eines Textes abzielt, eher der Arbeit von Strong verpflichtet ist. Im Gegensatz zu Fließtexten können derartige Strukturdiagramme vom Benutzer holistisch wahrgenommen werden und helfen dadurch, den Verlust an Leseleistung auszugleichen, wie er beim Lesen vom Bildschirm im Vergleich zum Lesen von Papier auftritt (Nielsen 89). Darüber hinaus erleichtert die strukturierte Darstellung der Thematik das Erkennen re-ferenzieller Verbindungen zwischen Texteinheiten, für die aufgrund der Segmentierung der Originaltexte sprachliche Indikatoren evtl. fehlen.

Der Einbettung der Hypertext-Einheiten in das räumliche Paradigma steht umgekehrt eine Ausweitung des diskursiven Paradigmas auf die graphische Präsentation des Hypertextes gegenüber, die im Sinne einer graphischen Sprache (Lakin 87) Kohäsion und Kohärenz von Hypertext-Pfaden syntaktisch realisiert. Einer vollständigen, situationsunabhängigen und damit allein räumlichen Übersicht über das Hypertext-Netzwerk, ist somit eine graphische

¹⁸ Die Abbildungen 10, 11 und 13 sind einem Dialog mit TOPOGRAPHIC entnommen.

Darstellung der Dialoghistorie¹⁹ (s. Abb. 12) — analog der *Track-ing Map* von **INTERMEDIA** (Landow 89) — vorzuziehen. Indem die bisher gelesenen Hypertext-Einheiten in der durch die Lesefolge erzeugten Sequenz gezeigt werden, wobei evtl. noch die wichtigsten Units ihres semantischen Umfelds hinzugefügt werden, berücksicht die Darstellung die durch den Diskurs bewirkte thematische Fokussierung. Eine Extrapolation der aktiven Pfade in die Zukunft — eine Weiterentwicklung des *Link Previewing* von **INTERMEDIA** (Utting/Yankelovich 89) —, die aufgrund des aktuellen Diskursplans (s. Abschnitt 3.2) geschehen kann, ermöglicht dem Leser zudem eine Antizipation der weiteren Navigation (insofern er die Vorschläge akzeptiert). Eine Verbalisierung dieser Hypertext-Pfade im Sinne eines natürlichsprachlichen Abstracts, wie sie z.B. durch die von Sonnenberger (88) vorgestellten Verfahren ermöglicht wird, bietet dann eine ausschließlich diskursive Sicht des Materials.

Amiga 2000	
Preis	höchste Preise können
Schnittstelle	SCSI-Schnittstelle
Kontrolle	Floppy-Port
Hersteller	Commodore
Anwendungssoftware	Computer-Spiel

Abbildung 11 Tabellarische Darstellung der über das Objekt *Amiga2000* akquirierten Fakten.

Als dritte Variante ist eine an den relevanten Objekten orientierte Informations-darstellung möglich, die eine tabellarische Darstellung der zu diesen Objekten akkumulierten Fakten einschließt (s. Abb. 11).

3.2 Navigation im Hypertext

Zu den meistdiskutierten Problemfeldern im Zusammenhang mit Hypertext gehört die Navigation und hier insbesondere die Gefahr eines Orientierungsverlustes. Die jeweils angeführten Beispiele zeigen (z.B. Foss 88), daß als Problemquelle meistens eine nicht angepaßte Interaktionsstrategie gesehen wird: ein Benutzer, der mit einem vorgefaßten Ziel mit der Navigation beginnt, läßt sich durch interessante Querverweise ablenken, geht also vom "Search Browsing" zum "Serendipity Browsing" über. Im Fall eines ausschließlich frei assoziierenden Vorgehens ist unseres Erachtens eine Unterstützung des Hypertext-Lesers kaum möglich, da Orientierungsstrukturen, auf die sein Verhalten bezogen werden kann, nicht zur Verfügung stehen, andererseits aber auch nicht nötig, da er sich ja ausschließlich von seinen Assoziationen leiten lassen will. Im Gegensatz dazu ist im Fall einer Abweichung von einem gerichteten Navigationsprozeß weitgehende Hilfestellung dann möglich, wenn ein Orientierungsrahmen zur Verfügung steht, den augenblicklichen Stand der Navigation in die Zukunft zu extrapoliieren und eine Abweichung als eine solche zu erkennen²⁰. Als derartige Orientierungsrahmen können funktionale Einheiten, wie Argumentationsschemata bzw. Superstrukturen (s. Abschnitt 2.5), aber auch thematische Einheiten, wie Makrostrukturen (s.

¹⁹ Das gilt um so mehr, als es so gut wie unmöglich ist, zufriedenstellende Übersichtskarten zu generieren (Bemstein 88).

²⁰ Auf die Erkennung und Unterstützung von Zwischenformen, die durch topologische Charakteristika der Navigation beschrieben werden können (Canter et al 85) wollen wir im Kontext dieser Arbeit nicht eingehen.

Abschnitt 2.3) dienen. Diesen textlinguistisch fundierten Strukturen sind auf der Implementationsebene Hypertextpfade, *Conceptual Documents*²¹ (Nansard et al 88) bzw. hierarchische Zugriffswege zuzuordnen. Allerdings sind hier aufwendigere Pfad-Mechanismen erforderlich, als die *Paths* von **TEXTNET** oder die *Guided Tours* von **NoteCards**, die aus invarianten Abfolgen vorgegebener Texteinheiten bestehen. In einer Systematik fortgeschrittenen Pfad-Mechanismen unterscheidet Zellweger (89) wie folgt:

- *Sequentielle Pfade* sind geordnete Folgen von Texteinheiten,
- *Verzweigende Pfade* enthalten Verzweigungspunkte an denen der Benutzer den weiteren Weg wählen muß,
- *Bedingte Pfade* werden aufgrund von weitergehenden Tests, die nicht nur Benutzerentscheidungen beinhalten, konstruiert Sie lassen sich aufteilen in:
 - *Prozedurale Pfade*, sie erlauben die modulare Definition von Pfaden, indem sie aus Teilstrecken zusammengesetzt werden können,
 - *Programmierbare Pfade*, diesen sind Variable zugeordnet, die aufgrund von während des Dialogs erfolgten Wertzuweisungen die weitere Navigation beeinflussen können.
 - *Variable Pfade*, die in bezug auf sowohl die Anzahl der beteiligten Texteinheiten, wie auch die zwischen diesen bestehenden Verbindungen variabel sind,
 - *Parallele Pfade*, die das Durchwandern zweier Teil-Pfade synchronisieren.

Während die Entsprechung von Makro-Strukturen zu hierarchischen Zugriffsstrukturen in Hypertexten schon angesprochen wurde (s. Seite 25), sind die Hypertext-Pfade den in Abschnitt 2.5 beschriebenen Textschemata-Ausprägungen vergleichbar, wobei allerding in Hypertexten die Möglichkeit der Verzweigung gegeben ist Abstrakten

Textschemata entsprechen variable, prozedurale Pfade, deren thematische Progressionen und Kohärenzrelationen zwischen den im Pfad aufeinanderfolgenden Texteinheiten durch dem Pfad zugeordnete Bedingungen vorgegeben werden. Eine größtmögliche Flexibilisierung des Hypertext-Zugriffs bei plausibler Modularisierung der Pfade wird erreicht, wenn ein Pfad nicht nur eine funktionale sondern auch eine thematische Einheit darstellt, also auf eine Makrostruktur reduziert werden kann. Dabei können thematische Vertiefungen bzw. Parenthesen durch Seitenpfade realisiert werden.

Hinsichtlich des vorgegebenen Anwendungsbereichs — Produktbeschreibungen aus dem Bereich der Mikrocomputer-Technologie — kann der Stoff wie folgt sinnvoll gegliedert werden (s. auch Abb 12).:

- Ein Hauptpfad wird so angelegt, daß zu jedem Merkmal des zu beschreibenden Objekts exakt eine Texteinheit vorhanden ist.
- An jede Texteinheit des Hauptpfades kann ein Nebenpfad angeschlossen werden, der das jeweilige Merkmal elaboriert behandelt.
- Werden Interdependenzen zwischen Merkmalen behandelt, so kreuzen sich die zugehörigen Nebenpfade.

²¹ Ein *Conceptual Document* ist analog zum Hypertext-Pfad ein sequentieller Teilgraph des Hypertexts. Besonders betont wird allerdings die situationsspezifische Extraktion von *Conceptual Documents* aus semantische verknüpften Texteinheiten.

- Der Hauptpfad kann durch Generalisierung dergestalt in einen übergeordneten Pfad eingefügt werden, daß sukzessiv mehrere Objekte einer Objektklasse beschrieben werden. Handelt es sich nur um zwei derartige Objekte, kann durch einen parallelen Pfad eine direkte Gegenüberstellung erfolgen. Gibt eine Texteinheit einen expliziten Vergleich der beiden Objekte so kreuzen sich die Pfade.

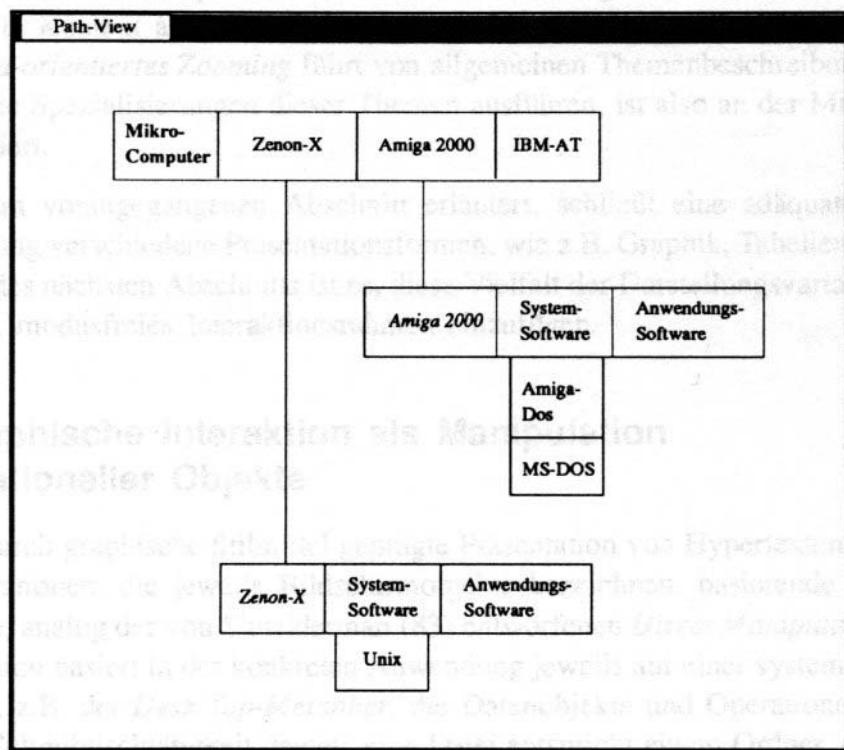


Abbildung 12 Thematische Struktur eines Pfadsystems

Der Beginn der Pfadnavigation bedingt allerdings, daß eine Vorauswahl des zu präsentierenden Materials durch hinreichende Einschränkung der Thematik erfolgt ist. Dies kann entweder durch die Auswahl eines geeigneten, dem Benutzer bekannten Startpunktes erfolgen oder durch Navigation in der semantischen Tiefenstruktur des Hyper-texts, die zur Auswahl hinsichtlich Inhalt und Abstraktionsgrad geeigneter Konzepte führt.

Ausgehend von den zur Verfügung stehenden Ordnungsstrukturen müssen dem Benutzer des Hypertext-Systems Navigations-Operatoren angeboten werden, die sich in die räumliche Metapher einfügen. Faßt man einen Hypertext als einen Atlas einer "Informationellen Landschaft" auf, so kann man unterscheiden zwischen dem *Browsing*, das dem Verfolgen einer Route auf einer Karte entspricht, also mit "räumlicher Veränderung" verbunden ist, und dem *Zooming*, das — in Analogie zur photographischen Optik — einer Veränderung des Abbildungsmaßstabs vergleichbar ist und dementsprechend ohne Änderung des Standpunktes dennoch zusätzliche Details deutlich werden läßt. Während das *Browsing* als Navigation entlang von Hypertext-Pfaden direkt operationalisierbar ist, bedarf es beim *Zooming* noch einer Anpassung an die Hypertext-Navigation, die den Prozeß der Vergrößerung mit einer inhaltlichen Auswahl verbindet, vergleichbar den inhaltsorientierten Zoomwg-Operatoren für Bilddatenbanken (Chang et al 80). Insbesondere lassen sich unterscheiden:

- *Fokus-orientiertes Zooming* expandiert die Information, die zu einem im Fokus befindlichen Objekt im aktuellen Kontext vorhanden ist (üblicherweise merkmalsorientiert tabellarisch — s. Abb 11).

- *Schema-orientiertes Zooming* erweitert den aktuellen Kontext, z.B. eine Texteinheit, aber auch einen kompletter Pfad durch Instanzierung eines neuen Schemas, in dem der alte Kontext als Teil enthalten ist.
- *Thema-orientiertes Zooming* führt von allgemeinen Themenbeschreibungen zu Texten, die Spezialisierungen dieser Themen ausführen, ist also an der Makro-Struktur orientiert.

Wie im vorangegangenen Abschnitt erläutert, schließt eine adäquate Hypertext-Aufbereitung verschiedene Präsentationsformen, wie z.B. Graphik, Tabellen und Freitext ein. Ziel des nächsten Abschnitts ist es, diese Vielfalt der Darstellungsvarianten in einen einfachen, modusfreies Interaktionsrahmen einzufügen.

3.3 Graphische Interaktion als Manipulation informationeller Objekte

Die durch graphische Stilmittel geprägte Präsentation von Hypertexten legt eine auf Zeigeoperationen, die jeweils Bildschirmobjekte bezeichnen, basierende Interaktionsform nahe, analog der von Shneiderman (83) entworfenen *Direct Manipulation*. Direkte Manipulation basiert in der konkreten Anwendung jeweils auf einer System weit gültigen Metapher, z.B. der *Desk-Top-Metapher*, die Datenobjekte und Operationen als Analogien zur Schreibtischtätigkeit deutet: eine Datei entspricht einem Ordner, ein Directory einem Regal voller Ordner etc. Die Interaktion erfolgt im Rahmen der direkten Manipulation grundsätzlich in zwei Schritten (Fähnrich 85), der Auswahl des Zielobjekts, z.B. eine Datei, und der Aktivierung einer für dieses Objekt zulässigen generischen Funktion (Rosenberg/Moran 85), z.B. Löschen der Datei. Die Auswirkung der Operation ist dabei i.A. genau auf das referenzierte Objekt beschränkt und in ihrer Auswirkung auch nur von dessen Eigenschaften abhängig, also kontextfrei. Zwar läßt sich mit dem schon oben erwähnten *Informations-Atlas* eine adäquate Metapher für Hypertexte formulieren, es stehen prototypische Objekte wie Übersichtskarten, Detailkarten zur Verfügung — Navigation entspricht dem Blättern zwischen Karten mit verändertem Ausschnitt oder Detaillierungsgrad. Die Vorbedingung der Kontext-Freiheit der generischen Operationen aber ist für Hypertexte nicht adäquat.

Die Hypertext-Navigation geht mit ihren diskursiven Aspekten nämlich über das rein räumliche Paradigma hinaus, so daß jeder Navigationsschritt nur im Rahmen eines erweiterten Kontextes determiniert ist, wie ihn z.B. ein übergeordneter Hypertext-Pfad, der ein thematisches Progressionsmuster realisiert, bildet. Ein Navigationsschritt ist dann nur unter der Bedingung erlaubt, daß die erreichte Texteinheit thematisch nicht nur auf den Ausgangstext zu beziehen, sondern auch in das Progressionsmuster einzuordnen ist. Zusätzliche Freiheitsgrade entstehen durch Redundanz und Variantenreichtum der Darstellung. Eine Texteinheit z.B. kann durch Fließtext oder ein Diagramm der Themenstruktur dargestellt werden. Unterschiede der Manipulation der betreffenden Präsentations-Objekte sollten, da in beiden Fällen die gleiche Texteinheit referenziert wird, nur die Präsentation betreffen.

Die Unterscheidung von Form und referenziertem Inhalt eines Bildschirmobjekts bildet die Basis einer objektorientierten Modellierung (s. auch Abschnitt 11), die zwischen den im Hypertext repräsentierten Referenzobjekten und den auf dem Bildschirm befindlichen graphischen Objekten unterscheidet²². Die Konsistenz zwischen Referenz- und Präsentations-Objekten gewährleisten die sogenannten *Informationellen Objekte* (Thiel/Hammwöhner 89), die als Meta-Objekte (Maes 87) den Symbolcharakter graphischer Objekte beschreiben,

²² Die Abb. 10 und 13 z.B. beziehen sich auf das gleiche Referenzobjekt, ebenso die manipulierbaren Teilobjekte, wie z.B. *Amiga2000*.

indem sie explizit den Zusammenhang zwischen referenzieller und graphischer Komponente herstellen. Die graphischen Objekte können dabei durchaus komplex strukturiert sein. Strukturen, wie Netze, Bäume, Tabellen aber auch Fließtexte bilden die Syntax der graphischen Sprache auf die semantische Strukturen der Repräsentationsebene unter Kontrolle der informationellen Objekte abgebildet werden. Die Morpheme dieser graphischen Sprache (Lakin 87) sind Fenster, Knoten und Kanten von Strukturdiagrammen, Strings als Tabellen-Einträge oder Worte im Fließtext.

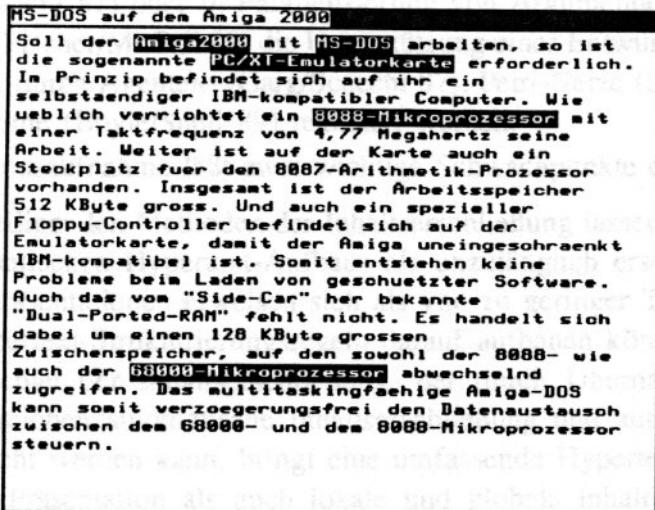


Abbildung 13 Textuelle Darstellung einer Passage mit Replace-Buttons. Diese ergeben sich aus den zentralen Begriffen des Textes (s. Abb. 10), für die weiteres Textmaterial angeboten werden kann.

3.4 Repräsentation von Hypertexten

Die Frage nach einer adäquaten, über eine effiziente Datenhaltung, wie sie z.B. KMS (Akscyn et al 87) mit seinen Bildschirmseiten enthaltenden Frames²³ bietet, hinausgehenden Repräsentation von Hypertexten stellt sich im Zusammenhang mit einer Flexibilisierung der Interaktion, die weitgehende Systemunterstützung erfordert. Je nachdem, ob die Leistung des Systems sich eher auf die Inhalte des Hypertexts bezieht, z.B. zum Aufbau von Argumentationen, oder auf deren Präsentation, z.B. fokus-orientierte Aufbereitung von Netzwerkdarstellungen, werden jeweils auch unterschiedliche Repräsentationsformalismen gewählt.

Geht es in erster Linie um adäquate Präsentation von multimedialen Daten, werden bevorzugt objektorientierte Ansätze gewählt (Christodoulakis et al 86, Woelk et al 86), bei einer Anpassung der Präsentation an inhaltliche Strukturen können auch Constraints eingesetzt werden, wie z.B. bei der Darstellung von Argumentationsstrukturen, wie sie EUCLID bietet (Smolensky et al 87).

Eine Flexibilisierung der inhaltlichen Hypertext-Strukturen wird im allgemeinen durch eine explizite Repräsentation der Semantik von Hypertext-Einheiten angestrebt, von der dann die Links zwischen den Einheiten abgeleitet werden können. Die verwendeten Repräsentationsstrukturen sind aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz entlehnt, wie z.B. semantische Netze im System Thoth-II (Collier 87) oder Frames (Koh/Chua 89). Die

²³ Der Begriff des Frame, wie er an dieser Stelle gebraucht wird, muß strikt unterschieden werden von dem Frame-Konstrukt der Wissensrepräsentation. Im weiteren Verlauf des Textes wird von Frames nur im letzteren Sinn die Rede sein.

Zuordnung von Texteinheiten zu Elementen der Repräsentationssprache erfolgt dabei entweder intellektuell durch den Autor (Koh/Chua 89) bzw. durch Autor und Leser (Jonassen 89) oder durch einfaches String-Matching nach Stammformenreduktion (Collier 87, Knopik/Ryser 89).

Einer dritten Ebene ist die Modellierung globaler Strukturen zuzuordnen, die, je nach Gegenstand des Hypertexts, Argumentationsstrukturen (Streitz et al 89), Softwareorganisation (Garg/Scacchi 87) oder in Parallelisierung von Argumentations- und Konstruktionsprinzipien (Fischer/McCall 89) die Unterstützung eines Entwurfsprozesses betreffen können und z.B. durch Agenten- (Garg/Scacchi 87), Petri-Netze (Stotts/Furuta 88) oder Produktionssysteme (Boyle/Snell 89) realisiert werden.

Diese Bestandsaufnahme läßt zwei wichtige Schwachpunkte erkennen:

1. Die unbefriedigenden Methoden der Inhaltserschließung lassen auch die Ergebnisse eines automatischen Hypertext-Aufbaus als unzulänglich erscheinen. Die entstehenden Repräsentationen erweisen sich als von zu geringer Tragfähigkeit, als daß globale Hypertext-Struktrierungsregeln darauf aufbauen könnten. Ein Fortschritt auf dem Gebiet der Inhaltserschließung, der durch Übernahme von Methoden aus den Bereichen automatische Inhaltserschließung und automatisches Abstracting ermöglicht werden kann, bringt eine umfassende Hypertext-Modellierung, die sowohl die Präsentation als auch lokale und globale inhaltliche Strukturen einschließt, in den Bereich des Möglichen.
2. Die eingesetzten Repräsentationskonstrukte erweisen sich als unzulänglich in erster Linie in Hinsicht auf die Darstellung widersprüchlichen Wissens. Darüber hinaus ist innerhalb größerer Kollektionen von Texten damit zu rechnen, daß Teilmengen auf disparaten Taxonomien aufbauen. Wenngleich das letztere Problem im Rahmen dieser Arbeit nicht aufgegriffen werden kann, so ist doch in einem Hypertext-Repräsentations-Konstrukt eine Partitionierung in Text- bzw. Teiltext-Welten vorzusehen.
3. Weiterhin ist den oben genannten Repräsentationsansätzen nicht zu entnehmen, welche Bedeutung ein Konzept (und sein semantischer Kontext) für das Verständnis des Kotextes hat. Dabei kann zunächst von Vorwissen und Intentionen bzw. Interessen des Lesers abstrahiert werden, so daß allein aufgrund des thematischen Aufbaus des Textes auf den Stellenwert eines Konzepts geschlossen wird. Diese strukturelle Relevanz (van Dijk 79), die nur auf dem thematischen Aufbau eines Textes beruht, wird im folgenden im Unterschied zum interessenorientierten Relevanzbegriff als *Salienz* bezeichnet.

4 Der Forschungskontext

In den vorangegangenen Textabschnitten wurden die textlinguistischen Grundlagen für die automatische Konstruktion von Hypertexten eingeführt. Außerdem wurden Aspekte des zu entwerfenden Hypertext-Modells in Abgrenzung zu Verfahren verfügbarer Hypertext-Systeme diskutiert. Eine Umsetzung dieser Konzepte in einem Gesamtsystem, das den automatischen Aufbau von Hypertexten einschließt, setzt voraus, daß folgende Problemfelder, die auch annähernd mit Komponenten des projektierten Systems übereinstimmen, inhaltlich abgedeckt werden:

1. Textanalyse und Repräsentation: Die Texte müssen segmentiert, ihre Inhalte repräsentiert werden.
2. Vernetzung: Aufgrund der repräsentierten Inhalte werden die Text-Segmente zu einem Hypertext vernetzt.
3. Strukturierung des Netzwerkes: In diesem Netzwerk müssen Hypertext-Pfade definiert werden, die eine thematisch begründete Navigation erlauben.
4. Navigation und Präsentation: Es muß eine Systemoberfläche bereitgestellt werden, die kognitiv-ergonomische Präsentationsformen und Navigationsoperatoren für die entstehenden Hypertext-Strukturen bereitstellt.

Die Einbettung in den Forschungskontext der Projekte TOPIC und TOPOGRAPHIC, in denen Methoden zur inhaltlichen Erschließung von Texten (TOPIC) und zur situationsangepaßten Präsentation von Textinformation (TOPOGRAPHIC) erarbeitet wurde, ermöglicht eine detaillierte formale Behandlung der Punkt 2 und 3 dieses Anforderungskatalogs, ohne auf eine (informelle) Diskussion der voraussichtlichen Eigenschaften des Gesamtsystems verzichten zu müssen, die ohne den Rückgriff auf die Projektergebnisse den Rahmen der Arbeit sprengen würde. Die Einschränkung des verfügbaren Methodenspektrums, die mit dieser Festlegung verbunden ist, wurde zusätzlich ausgeglichen durch die Möglichkeit, schnell zur Implementation und damit experimentellen Überprüfbarkeit der entwickelten Modelle zu gelangen. Anregungen hinsichtlich der Verknüpfung von Texteinheiten ergaben sich z.B. aus einer experimentellen Implementation (Yetim 89, Kuhlen/Yetim 89) einfacherer semantischer Relationen (Hammwöhner/Thiel 87).

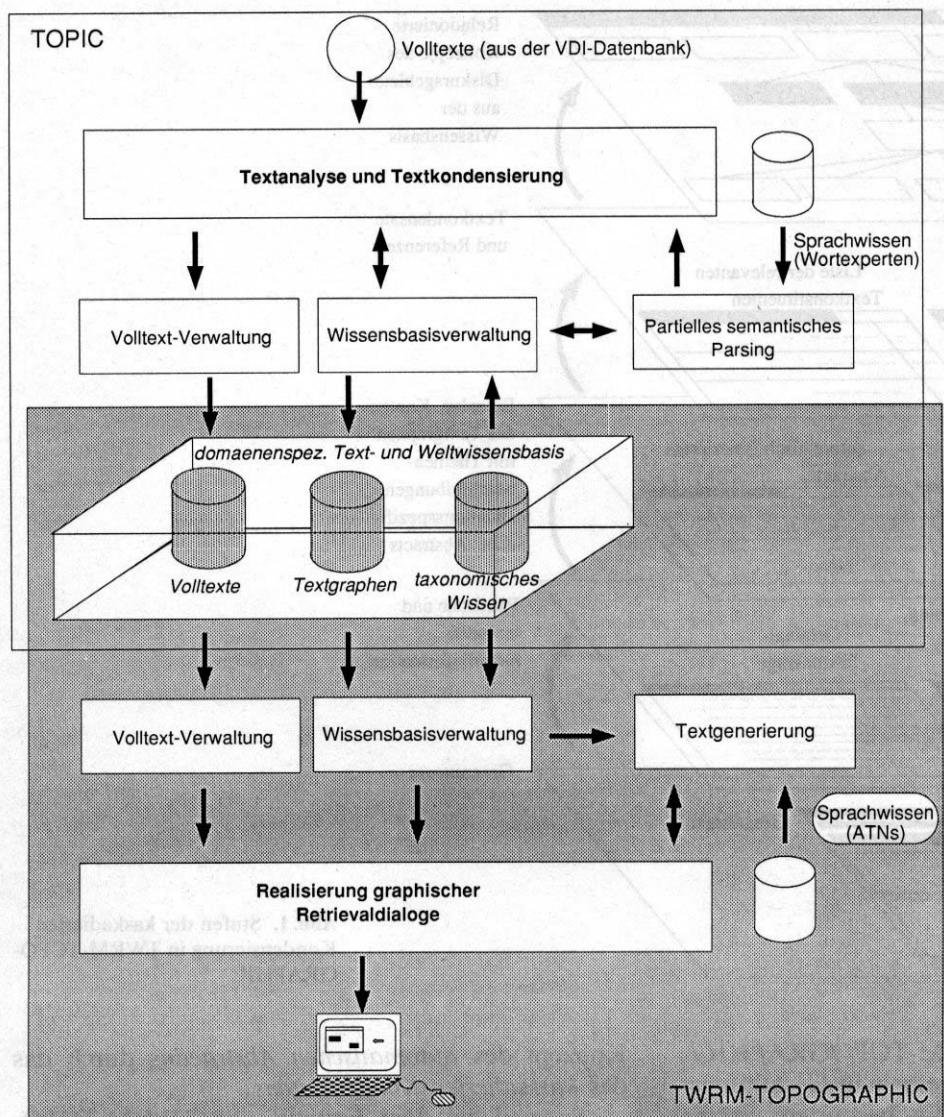


Abbildung 14 Architektur des graphischen Volltext-Retrievalsystems TOPOGRAPHIC (Kuhlen et al 89).

4.1 Automatische Inhaltserschließung durch partielle Parsing: Das TOPIC-System

Für Inhaltserschließung und Repräsentation im Rahmen der automatischen Konstruktion von Hypertexten lassen sich folgende Anforderungen benennen:

- Sowohl die Segmentierung von Texten als auch die Vernetzung der entstehenden Textfragmente basieren in erster Linie auf semantischen Kriterien, weshalb die syntaktische Struktur der Texte weitgehend vernachlässigt werden kann.
- Zur Bestimmung der referentiellen Struktur des Textes, entscheidend für den Aufbau der Makrostruktur, müssen textlinguistische Phänomene, wie Anaphora, pronominale Referenz etc. behandelt werden können.
- Kriterien zur Ableitung der Salienz der im Text auftretenden Konzepte beruhen auf Kohärenzphänomenen, z.B. der thematischen Progression (Jano§ 79).
- Die Unbestimmtheit des sich sukzessiv aufbauenden hypertextuellen Kontextes erlaubt keine fokussierte auf ein bestimmtes Interesse ausgerichtete Inhaltserschließung.
- Die Vernetzung der Texteinheiten soll im Sinne einer kohärenten thematischen Entwicklung während der Hypertext-Navigation, auf essentiellen, nicht akzidentiellen Inhalten beruhen, insofern ist eine Kondensierung der Inhalte anzustreben.
- Die Notwendigkeit, größere Textmengen bearbeiten zu können, erfordert eine effiziente Inhaltserschließung.

Diese Rahmenbedingungen stellen die Analyse-Komponente des zu entwerfenden Hypertext-Systems in den Kontext des wissensbasierten Abstracting. Exemplarisch für diese Systemklasse wird das TOPIC-System vorgestellt, das die obigen Anforderungen nahezu idealtypisch erfüllt. Die Übernahme der methodischen Grundlagen des TOPIC-Systems²⁴, insbesondere des Repräsentationsformalismus, ermöglicht es, im Rahmen dieser Arbeit den Aspekt der Textanalyse nur kurзорisch zu streifen und, die Analyseergebnisse voraussetzend, detailliert auf die Strukturierung des Hypertexts und ein, die entstehenden Strukturen adäquat abbildendes Interaktionsmodell einzugehen.

Das TOPIC-System ist ein Textanalyse und -kondensierungssystem, das Zeitschriftenartikel eines eingeschränkten Diskursbereichs im Sinne eines indikativinformativen Referats inhaltlich erschließt, indem Thematik und wichtige Fakten eines Textes bestimmt werden. Im Gegensatz zum traditionellen Abstracting und auch zu derzeit verfügbaren automatischen Abstracting-Systemen (z.B. DeJong 82, Fum et al 82, Tait 85) — eine Übersicht gibt Hutchins 87 — besteht die Leistung von TOPIC nicht in der Generierung eines auf ein vorgegebenes Interessenprofil ausgerichteten natürlichsprachlichen Abstracts. Vielmehr wird der Text in thematisch kohärente Teiltexte zerlegt, deren thematische Struktur jeweils durch sogenannte Themenbeschreibungsgraphen (s. Abb. 15), wie sie ähnlich schon von Doyle (Doyle 62) und Strong (Strong 74) vorgeschlagen wurden, repräsentiert wird. Die Knoten eines solchen Graphen werden durch die salienten Konzepte des Textabschnitts gebildet, während die Kanten semantische Relationen (Ober-/Unterbegriff, Prototyp/Instanz, Konzept/Merkmal, Merkmal/Merkmalsausprägung) zwischen diesen Begriffen bezeichnen. Ausgehend von diesen, direkt aus dem Text abgeleiteten Themenbeschreibungsgraphen, den sogenannten Basiskonstituenten, werden durch thematische Verallgemeinerung abgeleitete

²⁴ Eine ausführliche Beschreibung geben Hahn/Reimer (86a, 88).

Themenbeschreibungen konstruiert, die mehrere Basiskonstituenten thematisch abdecken (Reimer/Hahn 88). So wird ein polyhierarchischer Textgraph aufgebaut, dessen Knoten Themenbeschreibungen sind und dessen Kanten die jeweils zwischen den Themenbeschreibungen bestehenden Verallgemeinerungsbeziehungen bezeichnen (s. Abb. 16).

- Eine id-Relation besteht, wenn die abgeleitete Konstituente ein Teilgraph der Basiskonstituente ist.
- Eine Ausprägungs-Relation (e) entsteht, indem von Merkmals-Ausprägungen und einer Merkmalsrelation (s), indem von Merkmalen abstrahiert wird.

Die Textgraphen bilden die Grundlage für einen flexiblen Zugriff auf Textinformation unterschiedlichen Abstraktionsgrades im Sinne eines *kaskadierten Abstracting* (Kuhlen 74), wie es in der Präsentationskomponente des graphischen Volltext-Retrievalsystems TOPOGRAPHIC implementiert ist.

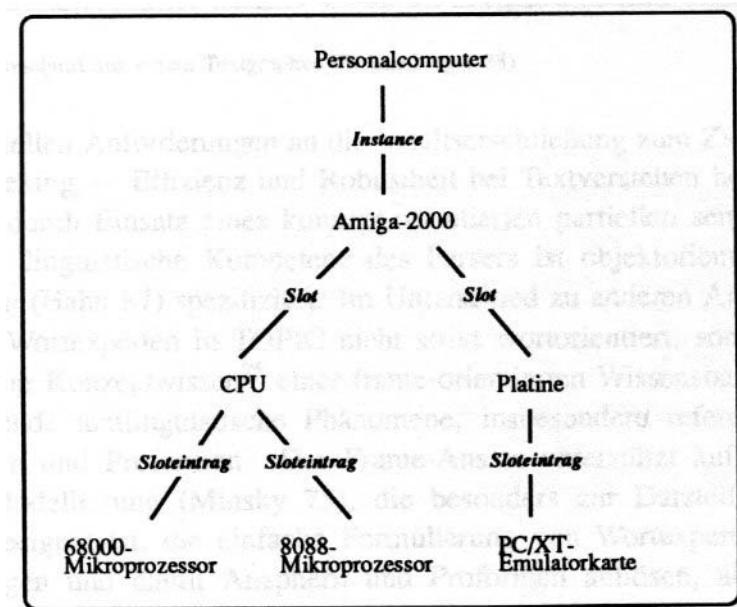


Abbildung 15 Basis-Textkonstituente (Kuhlen et al 89) – Das korrespondierende Textsegment befaßt sich mit dem Personal-Computer Amiga2000 unter dem Aspekt der verfügbaren Cpus unter Einschluß von Hardware-Emulationen.

Den speziellen Anforderungen an die Inhaltserschließung zum Zweck des Abstracting bzw. Indexing — Effizienz und Robustheit bei Textverstehen begrenzter Tiefe — wird TOPIC durch Einsatz eines konzept-orientierten partiellen semantischen Parsers gerecht. Die linguistische Kompetenz des Parsers ist objektorientiert in Form von Wort-Experten (Hahn 87) spezifiziert. Im Unterschied zu anderen Ansätzen (s. Reddig 84) sind die Wortexperten in TOPIC nicht strikt wortorientiert, sondern beschreiben, basiert auf dem Konzeptwissen²⁵ einer frame-orientierten Wissensbasis, in erster Linie satzübergreifende textlinguistische Phänomene, insbesondere referenzieller Art, wie z.B. Anaphern und Proformen. Der Frame-Ansatz unterstützt aufgrund der objektzentrierten Modellierung (Minsky 75), die besonders zur Darstellung referenzieller Relationen geeignet ist, die einfache Formulierung von Wortexperten, die Referenzketten verfolgen und damit Anaphern und Proformen auflösen, aber auch thematische Progressionsmuster aufdecken können (Hahn 90). Dabei entsprechen

²⁵ Die Textsorte erlaubt eine Begrenzung der Analyse auf Nominalphrasen. Deshalb sind zur Zeit nur Nomina im Lexikon enthalten.

referenzkonforme Thesaurus-Relationen den Slot und Slot-Eintrags-Relationen des Frame-Modells, während referenz-identische Relationen einer durch die Slot-Struktur von Frames induzierten Spezialisierungshierarchie entsprechen. Diese merkmalsabhängige Definition der Spezialisierung (für eine formale Definition s. Abschnitt 5.2) ist ein Spezifikum des eigens für TOPIC entwickelten Repräsentationsmodells **FRM**²⁶ (Reimer 89). Im Gegensatz zu anderen frame-orientierten Repräsentationssprachen, z.B. KLOG (Brachman/Schmolze 85), verfügt FRM weiterhin über eine weitgehende, durch modellinhärente Integritätsregeln gesteuerte Integritätskontrolle für Wissensbasen, die bei Änderungen der Wissensbasis durch Knowledge-Engineering, aber auch durch Konzeptlernen während der Analyse, eine fortwährende Validität der Wissensbasis garantiert.

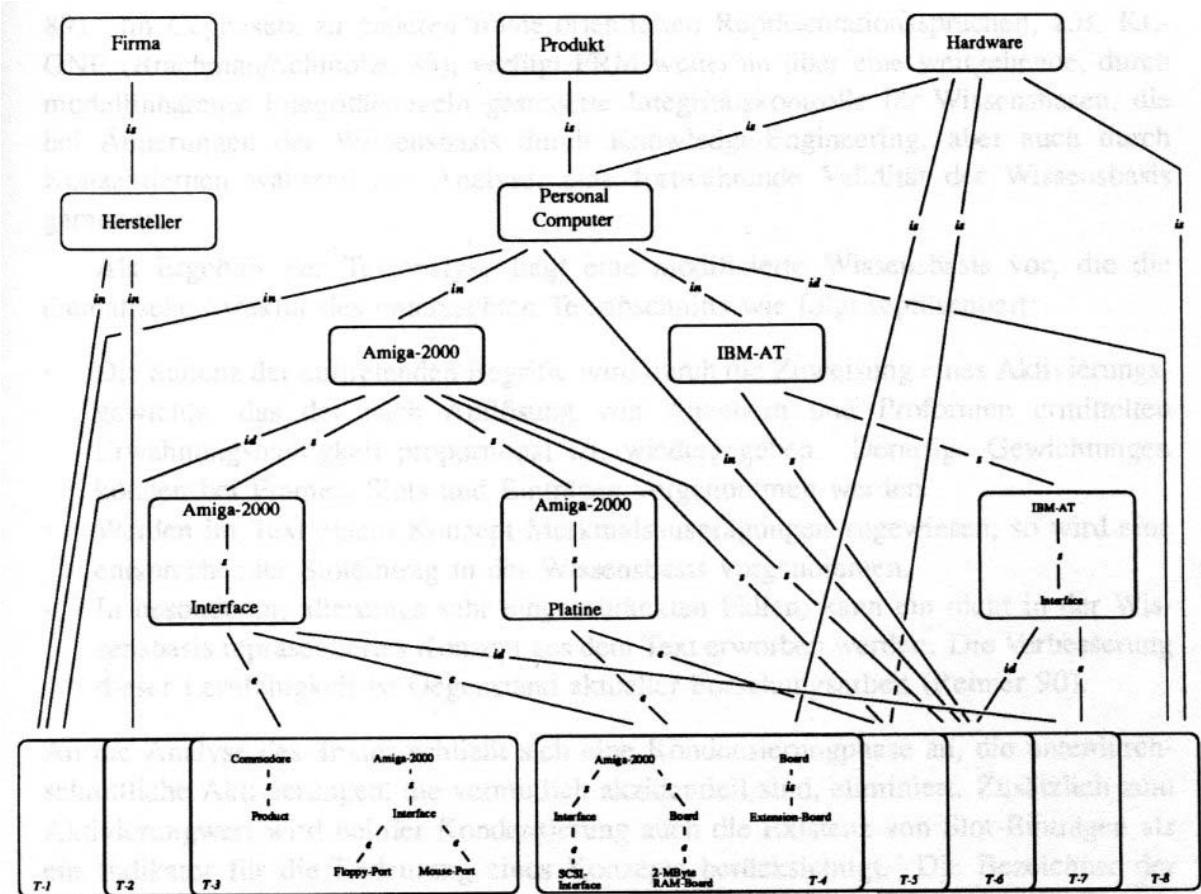


Abbildung 16 Ausschnitt aus einem Textgraphen (Sonnenberger 88)

Als Ergebnis der Textanalyse liegt eine modifizierte Wissensbasis vor, die die thematische Struktur des untersuchten Textabschnitts wie folgt repräsentiert:

Die Salienz der auftretenden Begriffe wird durch die Zuweisung eines Aktivierungsgewichts, das der nach Auflösung von Anaphern und Proformen ermittelten Erwähnungshäufigkeit proportional ist, wiedergegeben. Derartige Gewichtungen können bei Frames, Slots und Einträgen vorgenommen werden. Werden im Text einem Konzept Merkmalsausprägungen zugewiesen, so wird eine entsprechender SlotEintrag in der Wissensbasis vorgenommen. In besonderen, allerdings sehr eingeschränkten Fällen, kann ein nicht in der Wissensbasis repräsentiertes Konzept aus dem Text erworben werden. Die Verbesserung dieser Lernfähigkeit ist Gegenstand aktueller Forschungsarbeit (Reimer 90).

²⁶ Frame-Repräsentations-Modell

An die Analyse des Textes schließt sich eine Kondensierungsphase an, die unterdurchschnittliche Aktivierungen, die vermutlich akzidentiell sind, eliminiert. Zusätzlich zum Aktivierungswert wird bei der Kondensierung auch die Existenz von Slot-Einträgen als ein Indikator für die Bedeutung eines Konzepts berücksichtigt. Die Bezeichner der verbleibenden aktivierte Frames bilden dann die Knoten des Themenbeschreibungs-graphen, dessen Kanten den taxonomischen Relationen des Weltwissens entsprechen (Reimer/Hahn 88).

Das folgenden Beispiel vermittelt einen Eindruck von der Ausnutzung semantischer Strukturen für Merkmalszuweisung, Auflösen von Anaphern und einfaches Konzeptlernen. In einem Artikel sei die folgende Formulierung enthalten:

Der IBM-PC ist ein häufig verkaufter Personalcomputer....Dieser Rechner verfügt über einen 8080-Mikroprozessor, der

Die salienten Begriffe *Personal-Computer*, *Rechner* und *8088-Microprozessor* seien, wie der Abbildung 17 zu entnehmen ist in eine Frame-Struktur eingeordnet, während der Begriff *IBM-PC* nicht in der Wissensbasis enthalten ist. Durch das Vorwissen, daß *PC* einen Personal-Computer bezeichnet, *IBM* ein Hersteller ist, kann ein Frame für das Kompositum *IBM-PC* bereitgestellt werden, der von dem Prototyp *Personal-Computer* abgeleitet ist und über einen Eintrag in den Slot *Hersteller* verfügt. Indem die Referenz auf den Begriff *Rechner* durch referenzidentische Relationen auf *IBM-PC* (Synonymie, Unterbegriff) zurückgeführt werden kann, wird die Zuweisung eines weiteren Slot-Eintrag ermöglicht, dementsprechend wird eine Erhöhung des Aktivierungsgewichts nicht beim Konzept *Rechner* sondern bei *IBM-PC* vorgenommen.

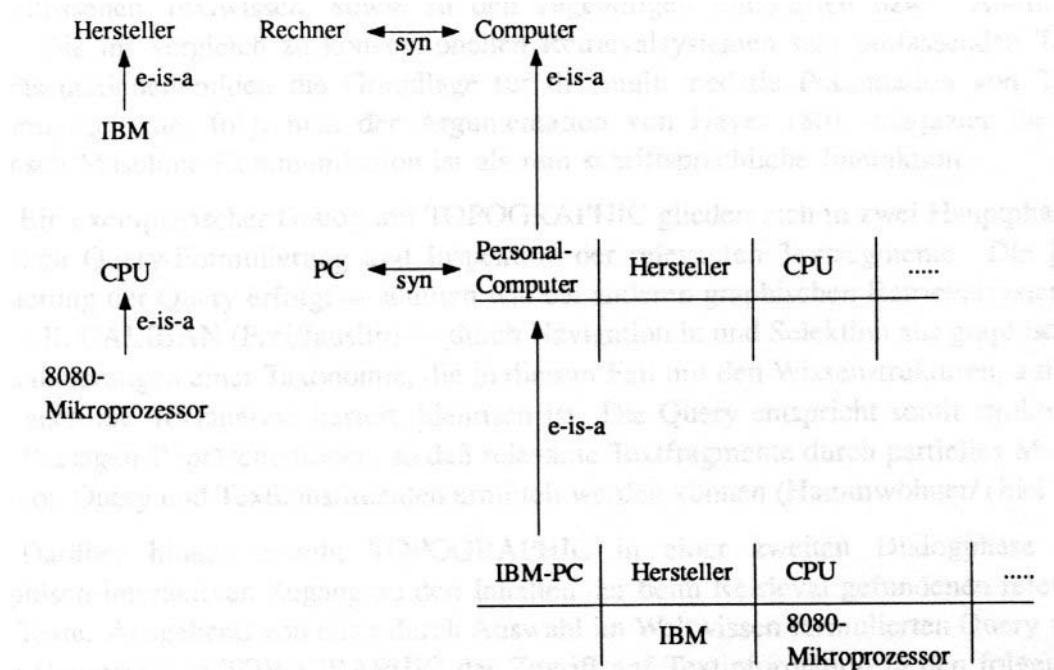


Abbildung 17 Textwissensfragment

Dieser Ansatz der wissensbasierten Analyse von Texten und der Darstellung von Textinhalten als Cluster referenzierter Konzepte bildet die Grundlage für die automatische Konstruktion von Hypertexten, wird allerdings in einigen Details modifiziert, die Repräsentation und Kondensierung der Analyseergebnisse betreffen:

- Die Themenbeschreibungsgraphen abstrahieren vollständig von dem semantischen Umfeld der Konzepte bezogen auf das domänenspezifische Grundwissen. Für das Bestehen rhetorischer Relationen muß aber das Bestehen eines bestehenden Kotextes — z.B. die Erwähnung einer Merkmalsausprägung zu einem Konzept — bewertet

werden vor dem Hintergrund des semantischen Kontextes — im obigen Fall der Menge der erlaubten Ausprägungen dieses Merkmals und ihr Zusammenhang mit anderen Merkmalen. Um diesen semantischen Kontext verfügbar zu halten, werden Basiskonstituenten durch eine um erlernte Konzepte erweiterte Version des Weltwissens²⁷ repräsentiert, wobei die Salienz der Konzepte durch ein jedem Frame (Slot/Entry) zugeordnetes Aktivierungsgewicht dargestellt wird.

- Die kaskadierte Abstraktion von Textinhalten in Form von Textgraphen wird ebenfalls nicht unmittelbar in das zu entwerfende Hypertext-Modell übernommen, sondern durch Filter (s. Kapitel 7) ersetzt, die durch Modifikation von Aktivierungsgewichten etc. eine situationsgerechte Sicht auf die Textrepräsentationen bei gleichzeitiger Verfügbarkeit des semantischen Kontextes bereitstellen.

4.2 TOPOGRAPHIC

TOPOGRAPHIC ermöglicht den graphisch interaktiven Zugang zu dem von TOPIC (Abbildung 14 zeigt das Zusammenspiel dieser Systeme) in Form von Textgraphen erschlossenen Textwissen, sowie zu den zugehörigen Fließtexten bzw. Abbildungen. Die im Vergleich zu konventionellen Retrievalsystmen sehr umfassenden Textrepräsentationen bilden die Grundlage für die multi-mediale Präsentation von Textinformation, die, folgt man der Argumentation von Hayes (80), adäquater für die Mensch-Maschine-Kommunikation ist als rein schriftsprachliche Interaktion.

Ein exemplarischer Dialog mit TOPOGRAPHIC gliedert sich in zwei Hauptphasen, nämlich Query-Formulierung und Inspektion der relevanten Textsegmente. Die Formulierung der Query erfolgt — ähnlich wie bei anderen graphischen Retrievalsystmen wie z.B. CALIBAN (Frei/Jauslin) — durch Navigation in und Selektion aus graphischen Visualisierungen einer Taxonomie, die in diesem Fall mit den Wissensstrukturen, auf denen auch die Textanalyse basiert, identisch ist. Die Query entspricht somit strukturell den Passagen-Repräsentationen, so daß relevante Textfragmente durch partielles Matching von Query und Textkonstituenten ermittelt werden können (Hammwöhner/Thiel 87).

Darüber hinaus erlaubt TOPOGRAPHIC in einer zweiten Dialogphase den graphisch-interaktiven Zugang zu den Inhalten der beim Retrieval gefundenen relevanten Texte. Ausgehend von einer durch Auswahl im Weltwissen formulierten Query wird dem Benutzer von TOPOGRAPHIC der Zugriff auf Textinformation in den folgenden Kaskadierungsstufen (s. Abb. 19) ermöglicht:

- Einen Überblick über die Relevanzmenge gibt eine Liste der nach dem Grad der thematischen Übereinstimmung mit der Query sortierten relevanten Textpassagen, die neben bibliographischen Angaben den Textanfang der Passage enthält.
- Die thematische Struktur einer Texteinheit kann als Netzwerk salienter Begriffe visualisiert werden. Die Kanten dieses Graphen entsprechen dabei den semantischen Relationen des Weltwissens (s. Abb. 10).
- Detailinformation, bezüglich der aus dem Text akquirierten Fakten wird durch tabellarische Darstellung zugänglich (s. Abb. 11).
- Die textuelle Form einer Textpassage ist die authentischste Präsentationsform. Sie erlaubt den Zugriff auf Information, die durch die Textanalyse evtl. nicht erschlossen werden konnte, ansonsten hat sie Bestätigungsfunction (s. Abb. 13).

²⁷ Es handelt sich hier um eine logische Zuordnung. Eine effiziente physikalische Speicherung von Textrepräsentationen wird eine redundante Speicherung von Weltwissenskonstrukten vermeiden.

- Der Kontext einer Textkonstituente wird zugänglich durch
 - eine partielle graphische Darstellung des Textgraphen,
 - Generierung eines quasi-natürlichsprachlichen indikativen bzw. indikativ-informativen Abstracts aus dem Textgraphen, im letzteren Fall unter Berücksichtigung eines Interessenprofils (Sonnenberger 88),
 - Zugriff auf den gesamten Originaltext.

Die Einbettung dieser Präsentationsformen in ein umfassendes Dialogmodell wird in einem späteren Abschnitt dieser Arbeit gegeben (s. Kapitel 10), wo ein Interaktionsmodell für die wissensbasierte Hypertext-Navigation aus den in TOPOGRAPHIC entwickelten Dialogstrukturen abgeleitet wird.

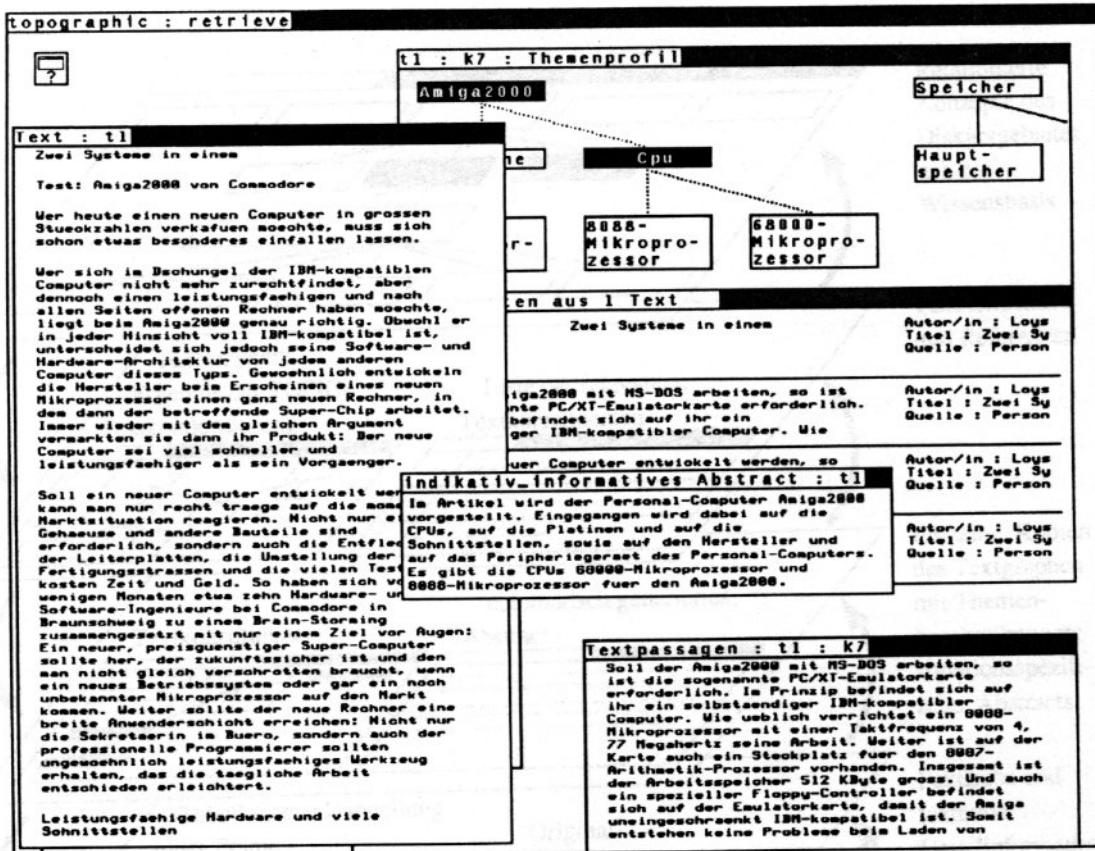


Abbildung 18 Gesamtdarstellung eines TOPOGRAPHIC-Bildschirminhalts mit Themen-Strukturgraph, Liste der relevanten Paragraphen, Abstract, textueller Darstellung einer Passage und des Gesamttextes.

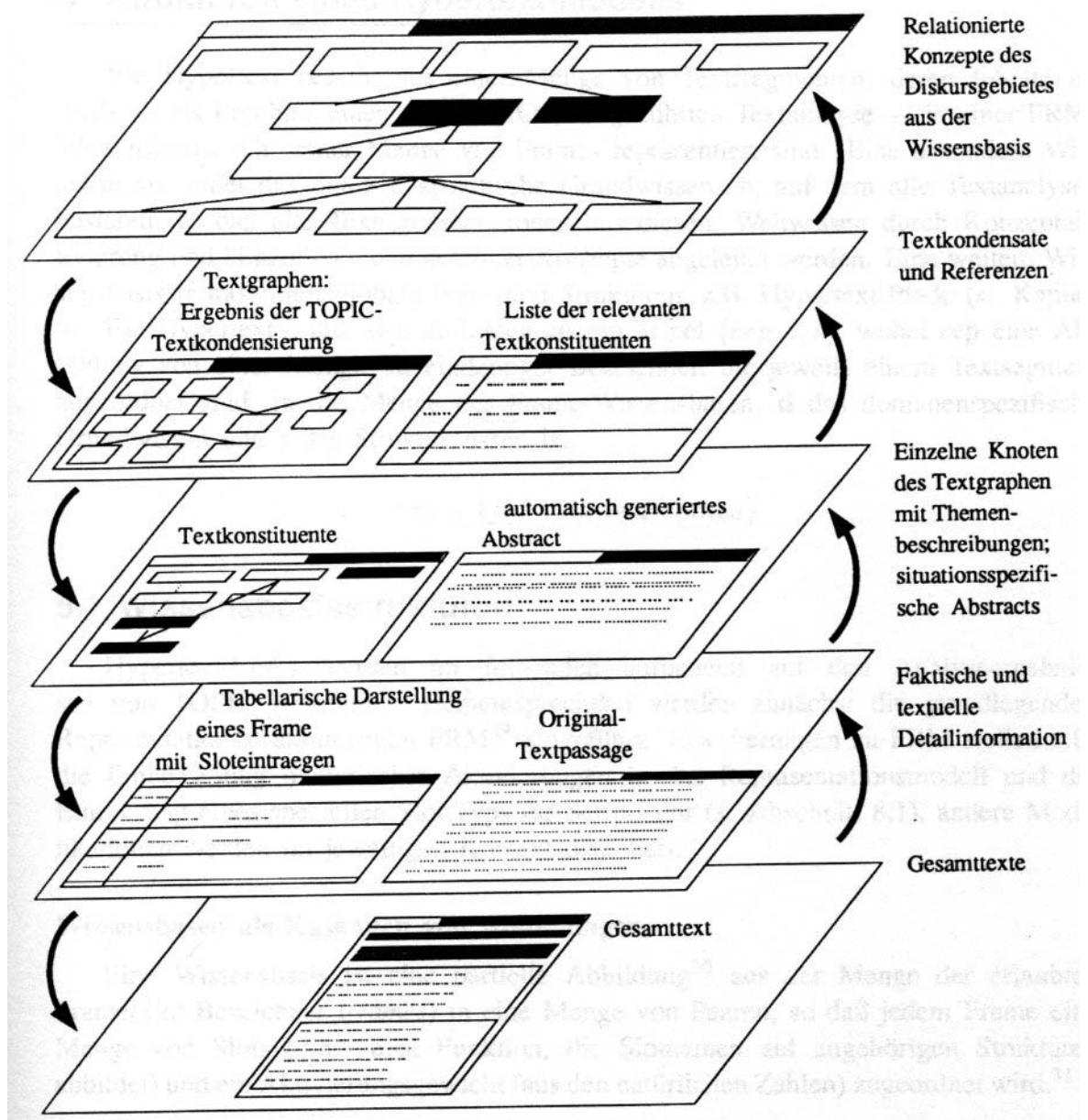


Abbildung 19 Stufen der kaskadierten Textkondensierung in TOPOGRAPHIC (Kuhlen et al. 89)

5 Strukturen eines Hypertext-Modells

Ein Hypertext besteht aus einer Menge von Textfragmenten, deren Inhalte jeweils — als Ergebnis einer von TOPIC durchgeführten Textanalyse — in einer FRM-Wissensbasis, d.h. einer Menge von Frames repräsentiert sind. Eine besondere Wissensbasis bildet das domänenspezifische Grundwissen ab, auf dem alle Textanalysen basieren, so daß alle Textrepräsentationen aus diesem Weltwissen durch Konzeptaktivierung und Hinzufügen neu gelernter Konzepte abgeleitet werden. Eine weitere Wissensbasis repräsentiert globale Hypertext-Strukturen, z.B. Hypertext-Pfade (s. Kapitel 8). Ein Hypertext²⁸ läßt sich auffassen als ein Tripel (rep, d, s) , wobei rep eine Abbildung von einer Menge Tu eindeutiger Bezeichner, die jeweils einem Textsegment zugeordnet sind, in die Menge der Frame-Wissensbasen, d das domänenspezifische Grundwissen und s das Strukturwissen ist.

$$(5.1) \quad rep \in \{f \mid f : Tu \rightarrow \text{Frames}\}$$

5.1 Wissensbasisstrukturen

Hypertext-Links werden im folgenden aufbauend auf den Analyseergebnissen von TOPIC bestimmt. Dementsprechend werden zunächst die grundlegenden Repräsentationsstrukturen von FRM²⁹ eingeführt. Erweiterungen zu FRM stellen z.B. die Einbeziehung numerischer Aktivierungen in das Repräsentationsmodell und die Einführung eines speziellen Slot-Typs für Scripts dar (s. Abschnitt 8.1), andere Modifikationen werden im jeweiligen Kontext diskutiert.

Wissensbasen als Kaskaden von Abbildungen

Eine Wissensbasis ist eine partielle Abbildung³⁰ aus der Menge der erlaubten Frame/Slot-Bezeichner (*Names*) in eine Menge von Paaren, so daß jedem Frame eine Menge von Slots (d.h. eine Funktion, die Slotnamen auf zugehörigen Strukturen abbildet) und ein Aktivierungsgewicht (aus den natürlichen Zahlen) zugeordnet wird³¹.

$$(5.2) \quad \text{FRAMES} := \{f \mid f : \text{Names} \rightarrow \{\langle s, w \rangle \mid s \in \text{SLOTS}, w \in \mathbb{N}_0\}\}$$

Die Abbildungen aus SLOTS ordnen Slotnamen ein Paar aus einem Aktivierungsgewicht und einer Abbildung aus der Menge (SCHAR) der Slot-Eigenschaften beschreibenden Funktionen. Slot-Eigenschaften sind erlaubte Einträge, aktuelle Einträge (*Entries*) ist die Menge der erlaubten Bezeichner für Einträge: *Entries* D *Names*) und der Slottyp (z. B. obligatorisch, einwertig). Außerdem können einem Slot logische Formeln (*Formulae* steht für die Menge der möglichen Formeln, s. Abschnitt 2) zugeordnet werden, die domänenspezifische Integritätsregeln in das Modell einbringen.

²⁸ In den Definitionen wird folgende Schreibweise eingehalten – Abbildungen: kleine Buchstaben, Mengen von Abbildungen: große Buchstaben, andere Mengen: großer Anfangsbuchstabe.

²⁹ Eine detailliertere Einführung des Frame-Begriffs geben Reimer (89) und Thiel (90). Ein ausführliche vergleichende Diskussion der im folgenden verwendeten axiomatischen Spezifikationsmethode in Bezug auf FRM wird von Reimer (89) geführt.

³⁰ In Abwandlung von SY1-SY3 in Reimer 89 p.13

³¹ Die Menge der validen Wissensbasen ist die Teilmenge von Frames, deren Elemente die im Zusammenhang mit FRM spezifizierten Integritätsregeln erfüllen.

$$\begin{aligned}
 \text{SLOTS} &:= \{f \mid f : \text{Names} \rightarrow \{\langle s, w \rangle \mid s \in \text{SCHAR}, w \in \mathbb{N}_0\}\} \\
 (5.3) \quad \text{SCHAR} &:= \left\{ f \mid f : \{\text{act}, \text{perm}, \text{type}, \text{ic}\} \rightarrow 2^{\text{Entries}} \cup \right. \\
 &\quad \left. \cup \{w \mid w : \text{Entries} \rightarrow \mathbb{N}_0\} \cup 2^{\{\text{obl}, \text{single}, \text{script}\}} \cup 2^{\text{Formulae}} \right\}
 \end{aligned}$$

Dabei gilt:

$$(5.4) \quad \forall s \in \text{SCHAR} : \left\{ \begin{array}{l} \text{schar}(\text{act}) \in \{w \mid w : \text{Entries} \rightarrow \mathbb{N}_0\} \wedge \\ \wedge \text{schar}(\text{perm}) \in 2^{\text{Entries}} \wedge \\ \wedge \text{schar}(\text{type}) \in 2^{\{\text{obl}, \text{single}, \text{script}\}} \wedge \\ \wedge \text{schar}(\text{ic}) \in 2^{\text{Formulae}} \end{array} \right\}$$

Die Struktur der Hypertext-Repräsentation ist also eine Kaskade von funktionalen Abbildungen (s. Abb. 20).

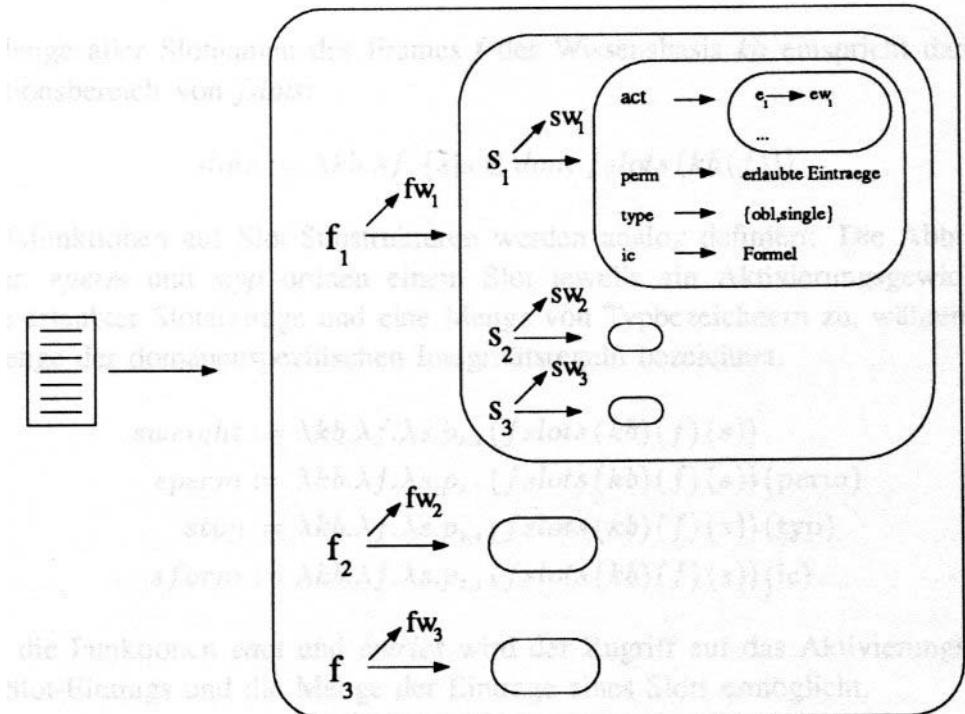


Abbildung 20 Die Abbildungskaskade in einem Hypertext: Eine Texteinheit, bezeichnet durch einen eindeutigen Namen, wird abgebildet auf eine Menge von Frames. Diese wiederum sind Abbildungen von Framebezeichnern auf Slotstrukturen und Aktivierungen. Slotstrukturen bilden Slotnamen auf Aktivierungen, Slottypen, erlaubte bzw. aktuelle Einträge und domänen spezifische Integritätsregeln ab.

Um eine unkomplizierte Definition von Integritätsregeln bzw. Relationen auf diesen Strukturen zu ermöglichen, wird ein direkter Zugriff auf Substrukturen durch spezielle Funktionen ermöglicht.

Eine Wissensbasis wird definiert durch eine partielle funktionale Abbildung. Die Menge der einer Wissensbasis zuzuordnenden Framenamen entspricht dem durch die Funktion *frames* bezeichneten Definitionsbereich dieser Abbildung.

$$(5.5) \quad \text{frames} := \lambda \text{kb}. \{f \mid f \in \text{dom}(\text{kb})\}$$

Zugriff auf die Slotstrukturen bzw. das Aktivierungsgewicht eines Frames wird durch Projektion des dem Framenamen zugeordneten Paares auf seine Komponenten ermöglicht.

$$(5.6) \quad p_{n,i}((x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)) := x_i$$

Das Aktivierungsgewicht des Frames ist dann:

$$(5.7) \quad fweight := \lambda kb. \lambda f. p_{2,2}(kb(f))$$

Die Funktion *fslots* bildet einen Framenamen auf ein Paar aus einem Aktivierungsgewicht und einer Funktion ab, die wiederum Slotnamen auf erlaubte, aktuelle Einträge, Slottypen etc. abbildet.

$$(5.8) \quad fslots := \lambda kb. \lambda f. p_{2,1}(kb(f))$$

Die Menge aller Slotnamen des Frames *f* der Wissensbasis *kb* entspricht damit dem Definitionsbereich von *fslots*:

$$(5.9) \quad slots := \lambda kb. \lambda f. \{s \mid s \in \text{dom}(fslots(kb(f)))\}$$

Zugriffsstrukturen auf Slot-Substrukturen werden analog definiert: Die Abbildungen *sweight*, *eperm* und *styp* ordnen einem Slot jeweils ein Aktivierungsgewicht zu, während *sform* die Menge der domänenspezifischen Integritätsregeln bezeichnet.

$$(5.10) \quad \begin{aligned} sweight &:= \lambda kb. \lambda f. \lambda s. p_{2,2}(fslots(kb(f))(s)) \\ eperm &:= \lambda kb. \lambda f. \lambda s. p_{2,1}(fslots(kb(f))(s))(perm) \\ styp &:= \lambda kb. \lambda f. \lambda s. p_{2,1}(fslots(kb(f))(s))(typ) \\ sform &:= \lambda kb. \lambda f. \lambda s. p_{2,1}(fslots(kb(f))(s))(ic) \end{aligned}$$

Durch die Funktionen *eact* und *entries* wird der Zugriff auf das Aktivierungsgewicht eines Slot-Eintrags und die Menge der Einträge eines Slots ermöglicht.

$$(5.11) \quad \begin{aligned} eact &:= \lambda kb. \lambda f. \lambda s. \lambda e. p_{2,1}(fslots(kb(f))(s))(act)(e) \\ entries &:= \lambda kb. \lambda f. \lambda s. \{e \mid e \in \text{dom}(eact(kb(f))(s))\} \end{aligned}$$

Eine einfache Überprüfung des Slot-Typs ermöglichen die folgenden Prädikate. Einwertige Slots (*singleton*) dürfen maximal *einen* aktuellen Sloteneintrag enthalten. Die Unterscheidung zwischen obligatorischen (*is-obl*) und klassifikatorischen (*is-classif*) Slots ist insbesondere wichtig für die Spezialisierung durch Instanzen, die im nächsten Abschnitt beschrieben wird. Scripts-Slots verhalten sich bezüglich der Spezialisierung analog zu obligatorischen Slots. Auf die besonderen Eigenschaften dieses Slot-Typs wird später eingegangen (s. Kapitel 8).

$$(5.12) \quad \begin{aligned} \text{singleton}(kb, f, s) &\Leftrightarrow kb \in \text{FRAMES} \wedge f \in \text{frames}(kb) \wedge \\ &\quad \wedge s \in \text{slots}(kb)(f) \wedge \text{single} \in \text{styp}(kb)(f)(s) \\ \text{is_obl}(kb, f, s) &\Leftrightarrow kb \in \text{FRAMES} \wedge f \in \text{frames}(kb) \wedge s \in \text{slots}(kb)(f) \wedge \\ &\quad \wedge (\text{obl} \in \text{styp}(kb)(f)(s) \vee \text{script} \in \text{styp}(kb)(f)(s)) \\ \text{is_classif}(kb, f, s) &\Leftrightarrow kb \in \text{FRAMES} \wedge f \in \text{frames}(kb) \\ &\quad \wedge s \in \text{slots}(kb)(f) \wedge \neg \text{is_obl}(kb, f, s) \end{aligned}$$

Besondere Frame- bzw. Sloteigenschaften werden durch die folgenden Definitionen erfaßt: Ein Prototyp ist ein Frame, der im Gegensatz zur Instanz keine aktuellen Slotinträge besitzt, und ein non-terminaler Slot ist dann gegeben, wenn der Slotname mit einem Framenamen aus der Wissensbasis übereinstimmt.

$$\begin{aligned}
 \text{prototype}(kb, f) : \Leftrightarrow kb \in \text{FRAMES} \wedge f \in \text{frames}(kb) \wedge \\
 \wedge \forall s \in \text{slots}(kb)(f) : \text{entries}(kb)(f)(s) = \emptyset \\
 \text{ins tan ce}(kb, f) : \Leftrightarrow kb \in \text{FRAMES} \wedge f \in \text{frames}(kb) \wedge \\
 \wedge \forall s \in \text{slots}(kb)(f) : \text{entries}(kb)(f)(s) \neq \emptyset \\
 \text{non-term}(kb, s) : \Leftrightarrow kb \in \text{FRAMES} \wedge s \in \text{frames}(kb) \\
 \text{term}(kb, s) : \Leftrightarrow kb \in \text{FRAMES} \wedge s \notin \text{frames}(kb)
 \end{aligned} \tag{5.13}$$

Integritätsregeln auf Wissensbasen

Durch die im vorhergehenden Abschnitt getroffenen Definitionen sind die Strukturen zum Aufbau von Wissensbasen vorgegeben. Durch die Einführung modellinhärenter (und auch domänenspezifischer) Integritätsregeln wird eine Formalisierung der Validität von Wissensbasen ermöglicht, die insbesondere auch für die Definition von Änderungsoperationen für FRM-Wissensbasen wichtig ist. An dieser Stelle sollen nur die für den Kontext dieser Arbeit wichtigen Integritätsregeln diskutiert werden.

Einwertige Slots Einwertige, obligate Slots dürfen unter keinen Umständen mehr als einen Eintrag haben. Für klassifikatorische Slots gilt diese Einschränkung nur für Referenzen — ein Fall, der hier nicht diskutiert wird.

$$\forall f, s : (\text{singleton}(kb, f, s) \wedge \text{is-obl}(kb, f, s)) \rightarrow |\text{entries}(kb)(f)(s)| \leq 1 \tag{5.14}$$

(Als Vereinfachung von Reimer 87, S10' p. 28)

Erlaubte Slotinträge Was in einen Slot eingetragen werden darf, ergibt sich aus der Menge der erlaubten Slot-Einträge.

$$\begin{aligned}
 \forall kb, f \in \text{frames}(kb), s \in \text{slots}(kb)(f) : \\
 \text{entries}(kb)(f)(s) \subseteq \text{eperm}(kb)(f)(s)
 \end{aligned} \tag{5.15}$$

Für terminale Slots wird die Menge der erlaubten Einträge extensional durch Angabe von Einzelwerten oder Wertebereichen spezifiziert. Für non-terminale Slots ist die Spezialisierungshierarchie (s. Abschnitt 5.2) Grundlage der Einschränkung möglicher Slot-Einträge. Alle Unterbegriffe des zu dem Slot namensgleichen Frame sind Kandidaten als erlaubte Einträge. Über diese modellinhärenten Integritätsregel hinaus können die Eintragsmengen durch domänenspezifische Integritätsregeln kontrolliert werden, die jeweils den Slots zugeordnet werden (s. Formeln 5.3 und 5.4). Im Unterschied zu FRM wird von den unmittelbar beteiligten Wissensbasis-, Frame-, Slot- und Eintragsbezeichnern (λ)-abstrahiert, um so eine Vererbbarkeit der Integritätsregeln innerhalb der Spezialisierungshierarchie zu erleichtern. Ein Eintrag ist nur dann erlaubt, wenn alle dem Slot zugeordneten Formeln nach λ -Konversion wahre Aussagen ergeben³². Die Angabe zweier Wissensbasen ist erforderlich, um zur Überprüfung intertextueller Relationen (s. Abschnitt 6.4) feststellen zu können, ob ein vorgegebener Frame unter Maßgabe der Integritätsregeln in einen Frame einer anderen Wissensbasis eingetragen werden könnte, wenn er strukturgeleich (gleiche Slots, Einträge etc.)

³² Die Entscheidbarkeit von Integritätsregeln bezogen auf endliche Domänen diskutiert Reimer 87.

in dieser enthalten wäre (z.B. können so Modellierungskonflikte zwischen Wissensbasen entdeckt werden). Zusammenfassend läßt sich (analog zu Reimer 87 S4" p. 85) definieren:

$$\begin{aligned}
 & \forall kb, f \in \text{frames}(kb), s \in \text{slots}(kb)(f): \\
 (5.16) \quad & \text{non-term}(kb, s) \rightarrow \text{eperm}(kb)(f)(s) = \\
 & = \left\{ \begin{array}{l} f' \mid f \in \text{frames}(kb) \wedge f' \neq f \wedge \text{e-is-a}(kb, f', s) \wedge \\ \forall ir \in \text{sform}(kb)(f)(s): ir(kb)(f)(s)(kb)(f') \end{array} \right\}
 \end{aligned}$$

Das Prädikat *is-perm* überprüft, ob ein in der Wissensbasis kb' modellierter Frame e in den Slot s des Frames f in der Wissensbasis kb eingetragen werden dürfte.

$$\begin{aligned}
 & \text{is-perm}(kb, f, s, kb', e) \Leftrightarrow f \in \text{frames}(kb) \wedge s \in \text{slots}(kb)(f)(s) \wedge \\
 (5.17) \quad & \wedge e \in \text{frames}(kb') \wedge \text{e-is-a}(kb', s, e) \wedge \\
 & \wedge \forall ir \in \text{sform}(kb)(f)(s): ir(kb)(f)(s)(kb')(e)
 \end{aligned}$$

Zur Vereinfachung können bestimmte, häufig auftretende globale Strukturen durch abstrakte Funktionen beschrieben werden, aus denen dann in Anwendung auf eine konkrete Frame-Struktur Integritätsregeln durch A-Konversion abgeleitet werden können. Als Beispiel sei hier die Funktion *same-prop* definiert, die für Frame und Eintrag Gleichheit bezüglich eines Merkmals verlangt (s.a. Abb 22).

$$\begin{aligned}
 & \text{same-prop} := \lambda \text{prop}. \lambda f. \lambda s. \lambda kb'. \lambda e. \\
 (5.18) \quad & \forall pr : pr \in \text{entries}(kb)(f)(\text{prop}) \leftrightarrow pr \in \text{entries}(kb')(e)(\text{prop})
 \end{aligned}$$

5.2 Spezialisierungsrelationen zwischen Frames

Zur Modellierung von Begriffshierarchien innerhalb einer Wissensbasis stellt FRM mit der Spezialisierung durch Prototypen (*is-a*: Reimer 87, R1', R2" p. 49, 50) und der Spezialisierung durch Instanzierung (*inst*: Reimer 87, R2, R2' p. 56-58) zwei Grundkonstrukte zur Verfügung, die auf dem Prinzip beruhen, Klassen durch Frames modellierter Konzepte aus Eigenschaften dieser Frames, wie gemeinsame Slots bzw. Slotseinträge usw., abzuleiten. Eine Zusammenfassung dieser beiden Spezialisierungsrelationen ist die erweiterte Spezialisierung (*e-is-a*), die transitive Hülle von *is-a* und *inst*³³.

$$\begin{aligned}
 & \text{e-is-a}(kb, f, f') \Leftrightarrow \text{is-a}(kb, f, f') \vee \text{inst}(kb, f, f') \vee \\
 (5.19) \quad & \vee \exists f_x : \text{inst}(kb, f, f_x) \wedge \text{is-a}(kb, f_x, f')
 \end{aligned}$$

Spezialisierung zwischen Prototypen beruht auf Einengung von Begriffen durch Hinzufügen modellierter Merkmale (Slots) oder durch Spezialisierung eines Slots durch Einschränkung der erlaubten Einträge (Zeile 6,7). Für jeden terminalen Slot des übergeordneten Frame gilt, daß er eine namensgleiche Entsprechung im untergeordneten Frame haben muß, jedem non-terminalen Slot entspricht ein namensgleicher oder speziellerer Slot (Zeile 2,3). Im letzteren Fall sind die den Slots zuzuordnenden Frames durch die erweiterte Spezialisierungsrelation (*e-is-a*, s.o.) verbunden. Bestimmte Sloteigenschaften (einwertig, obligatorisch) werden bei der Spezialisierung vererbt, während die jeweils

³³ Reimer 89, R4 p.68 berücksichtigt noch eine Referenz-Relation auf die hier nicht eingegangen werden soll. Diese Relation erfordert unter anderem, daß der speziellere Frame in jedem Slot mindestens einen Eintrag enthält. Diese Vorbedingung wird aber bei Fakten-Akquisition aus Texten nur in den seltensten Fällen erfüllt werden.

komplementären Eigenschaften (mehrwertig, klassifikatorisch) nicht vererbt werden (Zeile 10-12).

In der Definition der *is-a* Relation wird wiederholt die *e-is-a* Relation zur Spezifikation von Slot-Verwandschaften benutzt. Damit ist in der vorliegenden Formulierung von *is-a* (und auch *inst* s.u.) die Möglichkeit zyklischer Definitionen gegeben. In einer neuen Fassung von FRM wurden Zyklen durch Erweiterung der Relations-Definitionen ausgeschlossen. Da diese Erweiterungen aber nicht zum Verständnis des eigentlichen Spezialisierungsmechanismus erforderlich sind, wurden sie hier der besseren Lesbarkeit der Definitionen wegen fallengelassen.

$$\begin{aligned}
 & \mathit{is-a}(kb, f, f') : \Leftrightarrow \mathit{prototype}(kb, f) \wedge \mathit{prototype}(kb, f') \wedge & (R1) \\
 & \wedge \forall s' \in \mathit{slots}(kb)(f') : \exists s \in \mathit{slots}(kb)(f) : & 2 \\
 & \quad (s = s' \vee \mathit{non-term}(kb, s) \wedge \mathit{non-term}(kb, s') \wedge \mathit{e-is-a}(kb, s, s')) \wedge & 3 \\
 & \wedge \forall s \in \mathit{slots}(kb)(f) \cap \mathit{slots}(kb)(f') : & 4 \\
 & \quad \mathit{eperm}(kb)(f)(s) \subseteq \mathit{eperm}(kb)(f')(s) \wedge & 5 \\
 & \wedge \exists s \in \mathit{slots}(kb)(f) : (s \notin \mathit{slots}(kb)(f') \vee s \in \mathit{slots}(kb)(f') \wedge & 6 \\
 & \quad \wedge \mathit{eperm}(kb)(f)(s) \subset \mathit{eperm}(kb)(f')(s)) \wedge & 7 \\
 & \wedge \forall s \in \mathit{slots}(kb)(f) : & 8 \\
 & \quad ((s \in \mathit{slots}(kb)(f') \rightarrow & 9 \\
 & \quad \rightarrow \forall t : (t \in \mathit{styp}(kb)(f')(s) \rightarrow t \in \mathit{styp}(kb)(f)(s))) \wedge & 10 \\
 & \quad \wedge ((\mathit{non-term}(kb, s) \wedge \exists s' \in \mathit{slots}(kb)(f') : \mathit{e-is-a}(kb, s, s')) \rightarrow & 11 \\
 & \quad \rightarrow \forall t : (t \in \mathit{styp}(kb)(f')(s') \rightarrow t \in \mathit{styp}(kb)(f)(s)))) & 12
 \end{aligned}$$

Spezialisierung durch Installierung (*inst*) lässt sich durch Manipulation von Slot-Einträgen bewirken und kann zwischen einem Prototyp und einer Instanz und zwischen zwei Instanzen bestehen (Zeile 2). Voraussetzung ist, daß die beiden Frames in ihrer Slot-Struktur übereinstimmen, das heißt, daß Slot-Namen, Slot-Typen (obligatorisch, einwertig) und erlaubte Einträge übereinstimmen müssen (Zeile 16-18). Ist der übergeordnete Frame ein Prototyp, so genügt das Vorhandensein eines Slot-Eintrags im untergeordneten Frame für das Bestehen einer Instanz Relation. Andernfalls kommt bei der Spezialisierung durch Modifikation der Slot-Eintrags-Mengen der Unterschied zwischen obligatorischen und klassifikatorischen Slots zum Tragen. Einträge in obligatorische Slots bezeichnen einem Konzept definitiv zuzuordnende Merkmalsausprägungen. Eine Spezialisierung erfolgt also durch Hinzunehmen eines neuen Eintrags (Zeile 5,6). Klassifikatorische Slots enthalten eine Menge optionaler Einträge, deshalb ist in diesem Fall eine geringere Eintragsmenge spezifischer (Zeile 7,8). Dementsprechend verläuft die Vererbung von Slot-Einträgen bei klassifikatorischen Slots von "unten nach oben" (Zeile 12-15) im Gegensatz zu den obligatorischen Slots, welche die konventionelle Vererbungsrichtung aufweisen (Zeile 9-11).

$inst(kb, f, f') : \Leftrightarrow$	(R2)
$(prototype(kb, f') \vee instance(kb, f')) \wedge instance(kb, f) \wedge$	2
$\wedge (instance(kb, f') \rightarrow$	3
$\rightarrow \exists s \in slots(kb)(f) :$	4
$(is-obl(kb, f, s) \wedge$	5
$\wedge \exists e \in entries(kb)(f)(s) : e \notin entries(kb)(f')(s) \vee$	6
$\vee is-classif(kb, f, s) \wedge$	7
$\wedge \exists e \in entries(kb)(f')(s) : e \notin entries(kb)(f)(s) \wedge$	8
$\wedge \forall s \in slots(kb)(f') : (is-obl(kb, f', s) \rightarrow \forall e' \in entries(kb)(f')(s) :$	9
$(e' \in entries(kb)(f)(s) \vee non-term(kb, s) \wedge$	10
$\wedge \exists e \in entries(kb)(f)(s) : e-is-a(kb, e, e')) \wedge$	11
$\wedge \forall s \in slots(kb)(f) : (is-classif(kb)(f)(s) \wedge instance(kb, f') \rightarrow$	12
$\forall e \in entries(kb)(f)(s) : (e \in entries(kb)(f')(s) \vee$	13
$\vee non-term(kb, s) \wedge$	14
$\wedge \exists e' \in entries(kb)(f')(s) : e-is-a(kb, e, e')) \wedge$	15
$\wedge slots(kb)(f) = slots(kb)(f') \wedge$	16
$\wedge \forall s \in slots(kb)(f) : styp(kb)(f)(s) = styp(kb)(f')(s) \wedge$	17
$\wedge (term(kb, s) \rightarrow eperm(kb)(f)(s) = eperm(kb)(f')(s)) \wedge$	18
$\wedge sform(kb)(f)(s) = sform(kb)(f')(s)$	19

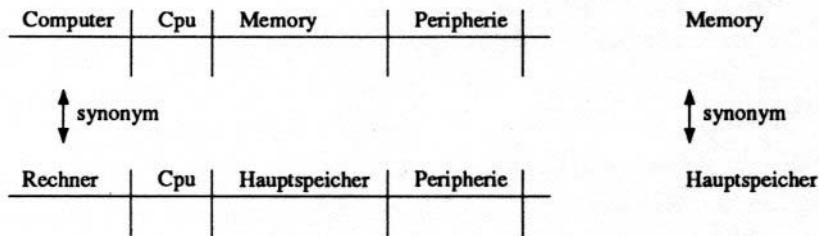
Im Unterschied zur Formalisierung der Instanz-Relation im FRM wird eine Übereinstimmung der erlaubten Einträge nur für terminale Slots gefordert, während für nicht-terminale Slots eine Vererbung der domänenpezifischen Integritätsregeln ausreicht. Andernfalls können durch Abhängigkeiten zwischen den Einträgen eines oder mehrerer Slots pathologische Modellierungen entstehen (s. Abb. 22).

5.3 Synonymie

Synonymie bezeichnet die Gleichheit der Intensionen zweier Konzepte. In der schwächeren Form der partiellen Synonymie erfolgt eine Einschränkung auf eine kontextabhängige Gleichheit der Extensionen (Wunderlich 74). In FRM kann partielle Synonymie dann als gegeben angenommen werden, wenn zwei Prototypen gleiche Modellstrukturen³⁴ zugeordnet werden. Die Einschränkung der Synonymie auf Prototypen erfolgt, um Synonymie von unvollständiger Modellierung unterscheiden zu können. Im Fall der Synonymie werden zwei Begriffe sinngleich gebraucht, weil sie im vorliegenden Kontext nicht unterschieden werden können oder sollen. Im Fall strukturgleicher Instanzen wird trotz gleicher Voraussetzungen eine begriffliche Trennung erzwungen, da nur eine unzureichende Versorgung mit Fakten, d.h. mit Slot-Einträgen, wie sie z.B. beim Konzeptlernen aus Texten (s.u) auftritt, zu einem als vorläufig einzuschätzenden Modellierungsdefizit geführt hat.

³⁴ Gleichheit der Modellstrukturen bedeutet hier, daß die Mengen der Slotnamen identisch sind (Zeile2) und namensgleiche Slots den gleichen Type und dieselben erlaubten Einträge aufweisen.

$$\begin{aligned}
 \text{synonym}(kb, f, f') : \Leftrightarrow & \text{prototype}(kb, f) \wedge \text{prototype}(kb, f') \wedge & (R3) \\
 & \wedge \text{slots}(kb)(f) = \text{slots}(kb)(f') \wedge & 2 \\
 & \wedge \neg \exists s \in \text{slots}(kb)(f) : & 3 \\
 & \quad (\text{eperm}(kb)(f)(s) \neq \text{eperm}(kb)(f')(s) \vee & 4 \\
 & \quad \vee \text{styp}(kb)(f)(s) \neq \text{styp}(kb)(f')(s)) & 5
 \end{aligned}$$



Um einen transparenten, Synonymie zwischen Slotnamen und Slotinträgen berücksichtigenden Zugriff auf Framestrukturen zu ermöglichen sind Modifikationen der bisher getroffenen Definitionen (s. F. 5.8 und 5.11) erforderlich. Der Definitionsbereich der Funktionen $fslot$ und $eact$ wird jeweils um die Synonyme der Slot- bzw. Entrynamen erweitert. Diese erweiterten Funktionen ($fslot_e, eact_e$) können nun in allen Formeln, in denen nicht ausdrücklich vermerkt ist, daß die restriktive Fassung ($fslot_r, eact_r$) gemeint ist, verwendet werden.

$$\begin{aligned}
 (5.20) \quad fslot_e(kb)(f)(s) &:= \left\{ \begin{array}{l} fslot_r(kb)(f)(s) : s \in \text{dom } fslot_r(kb)(f) \\ fslot_r(kb)(f)(s') : \exists s' \in \text{dom } fslot_r(kb)(f) : \\ \quad \text{synonym}(kb, s, s') \end{array} \right\} \\
 eact_e(kb)(f)(s)(e) &:= \left\{ \begin{array}{l} eact_r(kb)(f)(s)(e) : e \in \text{dom } eact_r(kb)(f)(s) \\ eact_r(kb)(f)(s)(e') : \exists e' \in \text{dom } fslot_r(kb)(f)(s) : \\ \quad \text{synonym}(kb, e, e') \end{array} \right\}
 \end{aligned}$$

Zusätzlich muß eine Integritätsregel gelten, die besagt, daß in einem Frame nie Synonyme als Slot- oder Eintragsbezeichner vorkommen, da ansonsten entweder redundante Modellierung vorliegt oder eine Unterscheidung von Begriffen suggeriert wird, die durch das Modell nicht getragen wird.

$$\begin{aligned}
 (5.21) \quad \forall s, s' : \text{synonym}(kb, s, s') \rightarrow & \neg \exists f : s \in \text{dom } fslot_r(kb)(f) \wedge \\
 & \wedge s' \in \text{dom } fslot_r(kb)(f) \\
 \forall e, e' : \text{synonym}(kb, e, e') \rightarrow & \neg \exists f, s : e \in \text{dom } eact_r(kb)(f)(s) \wedge \\
 & \wedge e' \in \text{dom } eact_r(kb)(f)(s) \\
 \forall f, f' : \text{synonym}(kb, f, f') \rightarrow & \text{fweight}(kb)(f) = \text{fweight}(kb)(f')
 \end{aligned}$$

Die Forderung, synonyme Begriffe nicht unterscheiden zu können, betrifft auch die Integritätsregel, daß Synonyme stets gleiche Aktivierungsgewichte haben müssen. Die Zugriffstransparenz auf synonyme Frame- bzw. Slotbezeichner erlaubt, in den folgenden Definitionen auf eine explizite Behandlung von Synonymen zu verzichten.

Computer	Cpu	Peripherie	Betriebssystem	Preis
				perm: 500 DM- 5 Mio. DM
e-is-a				
	is-a			
Gross- Rechner	Cpu	Peripherie	Mehrbenutzer- Betriebssystem	Preis
				perm: 5-50 Mio. DM
Work- station	Cpu	Peripherie	Betriebssystem	Preis
				Bildschirm
				perm: 5-200 Tsd DM
Zenon-y	Cpu	Peripherie	Betriebssystem	Preis
	68000			Bildschirm
				11.111 DM X-Zen 5000

Microcomputer	Cpu	Betriebssystem	Anwendersoftware
inst			
Zenon-x	Cpu	Betriebssystem	Anwendersoftware
		Zen-OS	
Zen-OS	Zenix	Zen-Draw	Betriebssystem ...
			Zenix
Betriebs- system	Anwender- software		
	Software		

Abbildung 21 Ein Wissensbasis-Fragment mit Spezialisierungsrelationen

Dem Slot Anwendersoftware des Frame *Microcomputer* ist die folgende Integritätsbedingung zugeordnet: *same-prop(Betriebssystem)* (s. F. 5.18). Sie besagt, daß die *Anwendersoftware* für das *Betriebssystem* des Rechners konzipiert sein muß. Da der Frame *Zenon-x* als *Betriebssystem* *Zen-OS* hat, scheidet *Zen-Draw* als möglicher Eintrag aus. In diesem Fall wäre (nach Regel 5.16) die Menge der erlaubten Einträge im Slot *Anwendersoftware* bei *Zenon-x* kleiner als beim Prototyp *Microcomputer*, eine Instanzrelation wäre — nach unserem Dafürhalten unerwünschterweise — nicht abzuleiten.

6 Hypertext-Links als Relationen zwischen Textrepräsentationen

In diesem Abschnitt werden zweistellige Relationen auf der Menge der Textrepräsentationen eingeführt, die als Hypertext-Links die Kohärenz des Hypertext-Korpus konstituieren. Die folgenden Definitionen geben die semantischen Vorbedingungen für das Bestehen der jeweiligen Relationen³⁵ wieder, deren pragmatische Aspekte erfaßt werden, indem sie in Verwendungszusammenhänge, d.h. Textschemata, wie sie in Kapitel 8 als Scripts modelliert werden, eingeordnet werden. Die Relationen sind inhaltlich an den oben vorgestellten Modellen (s. Abschnitt 2.5) orientiert, aber in erster Linie auf den Diskursbereich zugeschnitten, so wurde z.B. auf temporale und kausale Verknüpfungen verzichtet, da diese in den weniger argumentativen als deskriptiven Texten keine bedeutende Rolle spielen. Weitere Einschränkungen resultieren aus der Begrenztheit der zur Verfügung stehenden Inhaltserschließungs- und Repräsentationsverfahren. Inwieweit z.B. eine Textpassage den Leser zu motivieren vermag — Motivation gehört zu den rhetorischen Relationen der RST (Mann/Thompson 88) — kann mit den hier eingesetzten Mitteln nicht erschlossen werden, führt aber beim konstruktiven Gebrauch der Begrifflichkeiten auch eher in die Richtung konversationaler Diskursmodellierung, wie sie von Thiel (90) für das Information Retrieval vorgeschlagen wird. Andererseits sind einige unmittelbar auf den Diskursbereich zugeschnittene Relationen eingeführt, wie die Gegenüberstellung vergleichbarer Objekte oder die Berücksichtigung unterschiedlicher Rollen. Der Kanon der hier definierten Relationen soll und kann nicht vollständig sein, sollte aber zur Darstellung der Funktion von Hypertext-Links in dem vorgeschlagenen Hypertext-Modell ausreichen.

Die im folgenden definierten Relationen beruhen auf Eigenschaften der Textrepräsentationen, insbesondere auf der Einordnung von Objekten, die im folgenden als Frames modelliert werden, in die Konzepthierarchie, auf den zu den Objekten akquirierten Fakten und auf der Salienz der angesprochenen Begriffe.

6.1 Basisprädikate

Zunächst sollen einige Prädikat eingeführt werden, die den Zugriff auf die für die Definition der Kohärenzrelationen wichtigen Repräsentationsstrukturen erlauben.

Salienz von Begriffen

Die Salienz eines Begriffs innerhalb einer Textpassage wird während der Textanalyse durch das TOPIC-System durch Zuweisung eines Aktivierungsgewichts (s. Abschnitt 4.1) zu den dieses Konzept betreffenden Repräsentationsstrukturen — Frames, Slots, Entries — ermittelt. Im Anschluß an die Analyse werden in einer ersten Text-Kondensierungs-Phase die salienten von den weniger hervortretenden Begriffen unterschieden (Hahn/Reimer 86b). Im Gegensatz zu TOPIC, das während der weiteren Text-Kondensierung nur noch die dominanten Konzepte berücksichtigt, sind die nicht dominanten aber im Text erwähnten Begriffe als mögliche Anknüpfungspunkte für die Hypertext-Navigation wichtig. Dementsprechend werden im folgenden saliente Konzepte und Merkmale von nur erwähnten unterschieden. Aus dem Text erschlossene Merkmalsausprägungen werden wegen ihres Mitteilungswertes — ein Gesichtspunkt, der allerdings den textimmanent begründeten Salienzbegriff strapaziert — und insbesondere wegen der zahlreichen Anknüpfungsmöglichkeiten für Kohärenzrelationen — die unten vorgeschlagenen Relationen beruhen in erster Linie auf Merkmalsausprägungen — immer als salient angesehen. (Dabei

³⁵ Der Link-Taxonomie von DeRose (89) folgend sind sie deshalb als intensionale Links zu bezeichnen.

setzen wir das Aktivierungsgewicht als von der Kondensierung wie folgt normiert voraus: erwähnt>0, salient>1.)

$$\begin{aligned}
 \text{mentioned}(\text{kb}, f) &\Leftrightarrow f \in \text{frames}(\text{kb}) \wedge \text{fweight}(\text{kb})(f) > 0 \\
 \text{salient}(\text{kb}, f) &\Leftrightarrow f \in \text{frames}(\text{kb}) \wedge \text{fweight}(\text{kb})(f) > 1 \\
 \text{m-prop}(\text{kb}, f) &\Leftrightarrow f \in \text{frames}(\text{kb}) \wedge s \in \text{slots}(\text{kb})(f) \wedge \\
 &\quad \wedge \text{sweight}(\text{kb})(f)(s) > 0 \\
 (6.1) \quad \text{sal-prop}(\text{kb}, f, s) &\Leftrightarrow f \in \text{frames}(\text{kb}) \wedge s \in \text{slots}(\text{kb})(f) \wedge \\
 &\quad \wedge \text{sweight}(\text{kb})(f)(s) > 1 \\
 \text{fact}(\text{kb}, f, s) &\Leftrightarrow f \in \text{frames}(\text{kb}) \wedge s \in \text{slots}(\text{kb})(f) \wedge \\
 &\quad e \in \text{entries}(\text{kb})(f)(s) \wedge \text{eact}(\text{kb})(f)(s)(e) > 0
 \end{aligned}$$

Die Konzepte und Merkmale, denen die oben erwähnten Merkmalsausprägungen zugewiesen werden, bilden dabei den thematischen Rahmen des Diskurses, deshalb sind die Frames bzw. Slots, die aus dem Text erschlossene, nicht aus dem Weltwissen übernommene oder durch Integritätsregeln inferierte Fakten salient:

$$\begin{aligned}
 (6.2) \quad \forall \text{kb}, f, s : \text{sal-prop}(\text{kb}, f, s) &\leftarrow \exists e : \text{fact}(\text{kb}, f, s, e) \\
 \forall \text{kb}, f : \text{salient}(\text{kb}, f) &\rightarrow \exists s, e : \text{fact}(\text{kb}, f, s, e)
 \end{aligned}$$

Konforme Modellierung von Begriffen

Eine Vorbedingung für das Bestehen der meisten Relationen ist, daß das angesprochene Objekt in der Konzepthierarchie beider Textrepräsentationen an gleicher Position eingeordnet ist. Darüber hinaus sollte die Slotstruktur der Frames vergleichbar sein, d.h die Slotnamen sollten übereinstimmen und die Mengen der jeweils erlaubten Sloteneinträge sollten eine nicht leere Schnittmenge haben. In diesem Fall ist eine unmittelbare Vergleichbarkeit der Faktenangaben gewährleistet, so daß die Textfragmente gegenseitig zur Bestätigung, Ergänzung oder Kontrastierung benutzt werden können. Zusätzlich wird die Vorbedingung aufgenommen, daß das Konzept in beiden Textpassagen wenigstens Erwähnung gefunden haben muß.

$$\begin{aligned}
 \text{sc}(\text{kb}, \text{kb}') &\Leftrightarrow \exists f' : (\text{inst}(\text{kb}, f, f') \wedge \text{inst}(\text{kb}', f, f')) \wedge \\
 &\quad \wedge \forall s : s \in \text{slots}(\text{kb})(f) \leftrightarrow s \in \text{slots}(\text{kb}')(f) \wedge \\
 (6.3) \quad &\quad \wedge (\text{eperm}(\text{kb})(f)(s) \cap \text{eperm}(\text{kb}')(f)(s)) \neq \emptyset \wedge \\
 &\quad \wedge \text{mentioned}(\text{kb}, f) \wedge \text{mentioned}(\text{kb}', f)
 \end{aligned}$$

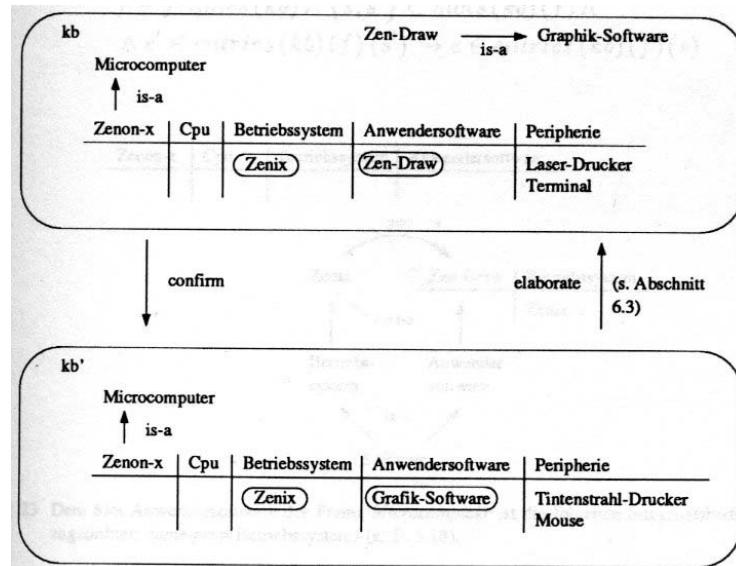
6.2 Bestätigung

Durch Einführung kontrollierter Redundanz z.B. durch Textsegmente, die bisher getroffene Feststellungen bestätigen, kann die Akzeptanz eines (Hyper-)Textes durch den Leser gesteigert werden. Eine solche Bestätigung kann erfolgen durch:

- Wiederholung von Faktenangaben,
- Subsumption von Fakten unter einen umfassenderen Begriff oder durch
- Aufsuchen eines Faktums von dem auf das zu bestätigende Datum geschlossen werden kann.

Zusätzlich dürfen in den betroffenen Texteinheiten keine inkompatiblen Angaben (*conflict*-Relation, s. Abschnitt 6.4) enthalten sein, selbst wenn sie das abzusichernde Faktum nicht unmittelbar betreffen.

$$\begin{aligned}
 \text{confirm}(kb, kb') \Leftrightarrow & \neg \text{conflict}(kb, kb') \wedge \exists f : \text{sc}(kb, kb', f) \wedge \\
 & \wedge \exists s \in \text{slots}(kb)(f), e \in \text{entries}(kb)(f)(s) : \\
 (6.4) \quad & \text{fact}(kb', f, s, e) \vee \\
 & \vee \exists e' : (\text{fact}(kb', f, s, e') \wedge \text{is-a}(kb, e, e')) \vee \\
 & \vee \exists s', e' : (\text{fact}(kb', f, s', e') \wedge \text{nec}(kb, f, s, e, s', e'))
 \end{aligned}$$



Die Abhängigkeit zwischen Merkmalsausprägungen ergibt sich dabei aus den, den Slots zugeordneten Integritätsregeln. Das in Abb. 23 dargestellte Beispiel zeigt, daß eine bestimmte Anwendersoftware nur dann einem Rechner zugesprochen werden kann, wenn das Betriebssystem, für das sie entworfen wurde, mit dem des Rechners übereinstimmt.

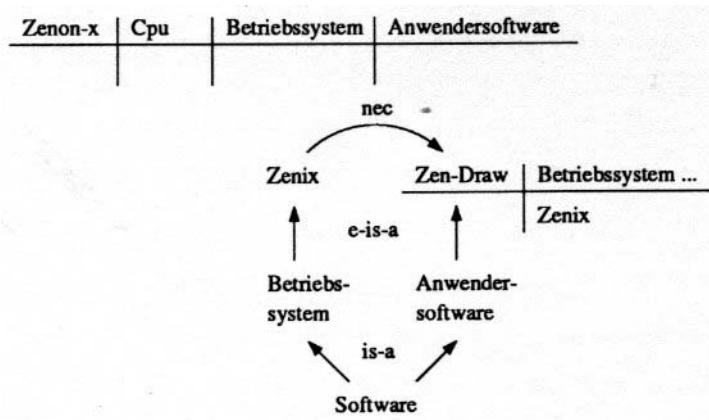
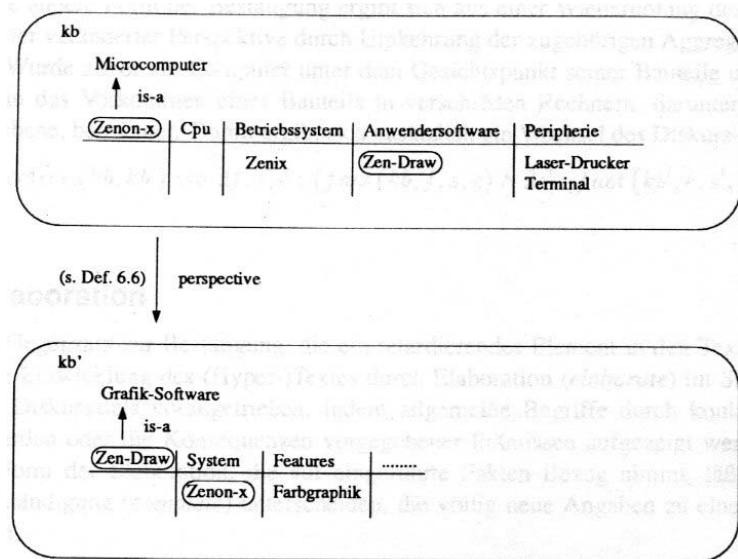


Abbildung 22 Dem Slot *Anwendersoftware* des Frame *Microcomputer* ist die folgende Integritätsbedingung zugeordnet: *same-prop(Betriebssystem)*.

$$\begin{aligned}
 \text{nec}(kb, f, s, e, s', e') \Leftrightarrow \\
 (6.5) \quad f \in \text{frames}(kb) \wedge \{s, s'\} \subset \text{slots}(kb)(f) \wedge \\
 e' \in \text{entries}(kb)(f)(s') \rightarrow e \in \text{entries}(kb)(f)(s)
 \end{aligned}$$

Eine andere Form der Bestätigung ergibt sich aus einer Wiederholung des Sachverhalts unter veränderter Perspektive durch Umkehrung der zugehörigen Aggregierungsrelation. Wurde zuvor ein Computer unter dem Gesichtspunkt seiner Bauteile untersucht, wird nun das Vorkommen eines Bauteils in verschiedenen Rechnern, darunter auch der vorgegebene, betrachtet. Damit ergibt sich zusätzlich ein Wechsel des Diskurs-Fokus.

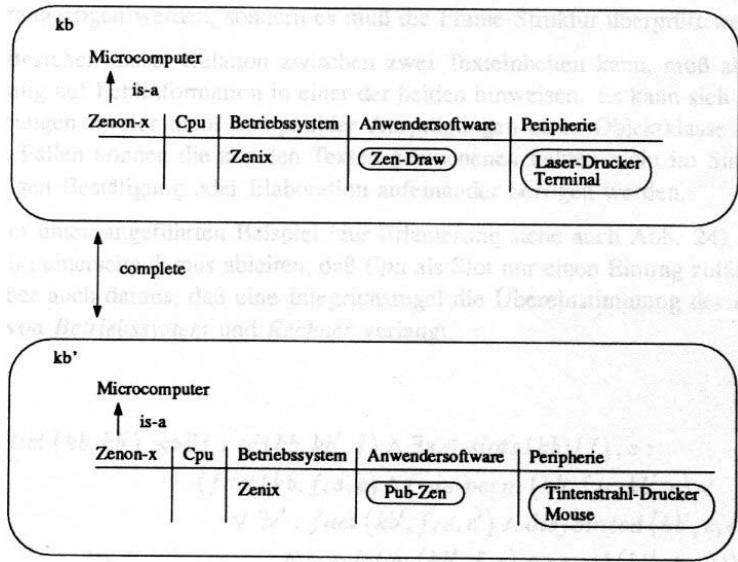
$$(6.6) \quad \text{perspective}(kb, kb') \Leftrightarrow \exists f, s, e : (\text{fact}(kb, f, s, e) \wedge \exists s' : \text{fact}(kb', e, s', f))$$



6.3 Elaboration

Im Gegensatz zur Bestätigung, die ein retardierendes Element in den Text einführt, wird die Entwicklung des (Hyper-)Textes durch Elaboration (*elaborate*) im Sinne eines lokalen Diskursziels vorangetrieben, indem allgemeine Begriffe durch konkretere ersetzt werden oder die Konsequenzen vorgegebener Prämissen aufgezeigt werden. Von dieser Form der Elaboration, die auf eingeführte Fakten Bezug nimmt, lässt sich die Vervollständigung (*complete*) unterscheiden, die völlig neue Angaben zu einem Objekt erfordert.

$$\begin{aligned}
 \text{elaborate}(kb, kb') \Leftrightarrow \neg \text{conflict}(kb, kb') \wedge \exists f : \text{sc}(kb, kb', f) \wedge \\
 \wedge \exists s \in \text{slots}(kb)(f), e \in \text{entries}(kb)(f)(s) : \\
 (6.7) \quad \exists e' : (\text{fact}(kb', f, s, e') \wedge e \text{-is-a}(kb', e', e)) \vee \\
 \vee \exists s', e' : (\text{fact}(kb', f, s', e') \wedge \text{nec}(kb, f, s, e, s', e')) \\
 \text{complete}(kb, kb') \Leftrightarrow \neg \text{conflict}(kb, kb') \wedge \exists f : \text{sc}(kb, kb', f) \wedge \\
 \wedge \exists s', e' : \text{fact}(kb', f, s', e') \wedge \\
 (6.8) \quad \wedge \neg \exists e : \text{fact}(kb, f, s', e) \wedge (e = e' \vee e \text{-is-a}(kb, e', e))
 \end{aligned}$$



6.4 Inkompatibilität

Eine auf ein Konzept zu beziehende Inkompatibilität zwischen den Ausführungen zweier Textfragmente, wie sie nicht nur durch unrichtige Angaben, sondern auch durch Zeitversionen etc. vorkommen kann, liegt dann vor, wenn in ihnen Merkmalsausprägungen zugewiesen werden, die aufgrund modell- bzw. domänenpezifischer Integritätsregeln nicht gemeinsam in einem Frame auftreten dürfen. Zur Überprüfung der Kompatibilität von Einträgen in nicht-terminalen Slots kann hier nicht allein der Frame-Name herangezogen werden, sondern es muß die Frame-Struktur überprüft werden.

Das Bestehen dieser Relation zwischen zwei Texteinheiten kann, muß aber nicht zwangsläufig auf Fehlinformation in einer der beiden hinweisen. Es kann sich auch um Beschreibungen zweier nicht kompatibler Ausprägungen einer Objektklasse handeln. In beiden Fällen können die aus den Texten gewonnenen Fakten nicht im Sinne einer gegenseitigen Bestätigung oder Elaboration aufeinander bezogen werden.

In dem unten angeführten Beispiel (zur Erläuterung siehe auch Abb. 24) läßt sich ein Konflikt einerseits daraus ableiten, daß *Cpu* als Slot nur einen Eintrag zuläßt, andererseits aber auch daraus, daß eine Integritätsregel die Übereinstimmung der Angaben zur *Cpu* von *Betriebssystem* und *Rechner* verlangt.

$$\begin{aligned}
 \text{conflict}(kb, kb') &: \Leftrightarrow \exists f : \text{sc}(kb, kb', f) \wedge \exists s \in \text{slots}(kb)(f), e : \\
 (6.9) \quad \text{fact}(kb, f, s, e) \wedge & \\
 & \wedge \left(\neg \text{is-perm}(kb, f, skb', e) \vee \exists e' : \text{fact}(kb, f, s, e') \wedge \text{disjointed}(kb', e, e') \wedge \right. \\
 & \left. \wedge \text{singleton}(kb', f, s) \wedge \text{is-obl}(kb', f, s) \right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{disjointed}(kb, f, f') &: \Leftrightarrow f \neq f' \wedge \neg \text{e-is-a}(kb, f, f') \wedge \neg \text{e-is-a}(kb, f', f) \wedge \\
 (6.10) \quad & \wedge \neg \exists f_s : \text{frames}(kb) : \text{e-is-a}(kb, f_s, f) \wedge \text{e-is-a}(kb, f_s, f')
 \end{aligned}$$

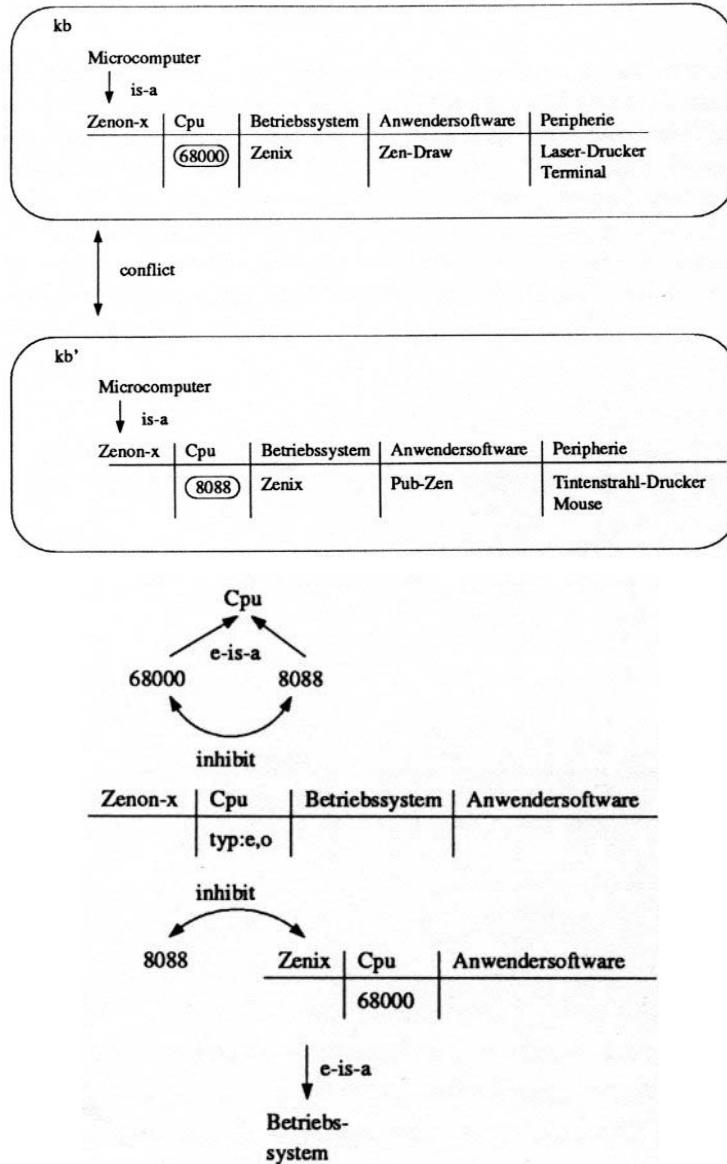
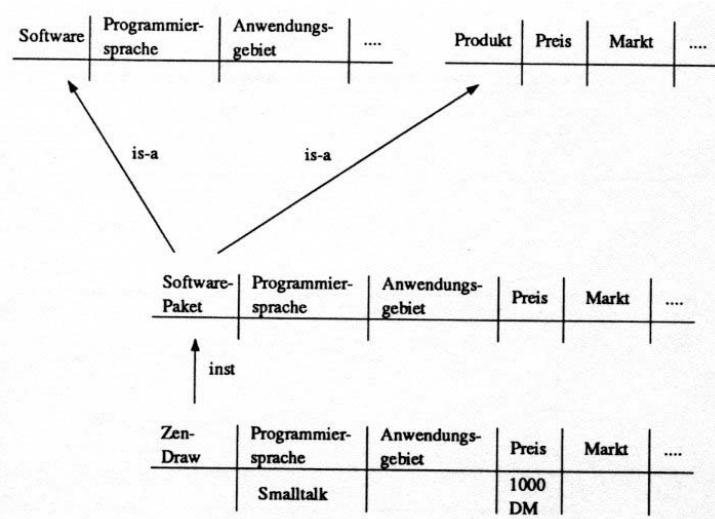


Abbildung 23 Dem Slot *Betriebssystem* des Frame *Zenon-x* ist folgende Integritätsbedingung zugeordnet: *same-prop(Cpu)* (s.a. F. 5.18).

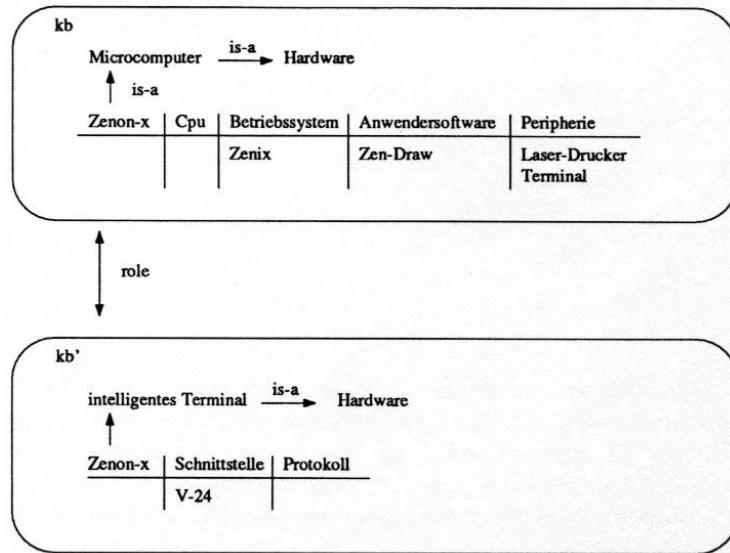
6.5 Rollenwechsel

Diese Relation bezeichnet die Diskussion eines Objekts unter unterschiedlichen Perspektiven. Diese Sichtweisen lassen sich unterschiedlichen Oberbegriffen in der Spezialisierungshierarchie zuordnen. Ein Perspektivenwechsel zwischen zwei Texteinheiten findet also genau dann statt, wenn in jeder von ihnen Aspekte des Objekts diskutiert werden, die sich nur einem dieser Oberbegriffe zuordnen lassen. Behandelt z.B. (s. Abb. 25) eine Textpassage ein Software-Paket unter dem Gesichtspunkt des Programmierstils, während eine andere auf Preis und Marktchancen abhebt, so liegt ein Wechsel der Perspektive vor, der durch den Übergang vom Oberbegriff *Software* zum Oberbegriff *Produkt* gekennzeichnet ist.



Im allgemeinen werden solche Perspektiven in einem gemeinsamen Unterbegriff integriert (*Software-Paket*). Liegt aber ein ungewöhnlicher Verwendungszusammenhang vor (Mikrorechner als Arbeitsplatzcomputer, aber auch als intelligente Terminals), so ist möglicherweise keine integrierende Sicht modelliert. In diesem Fall kann ein Konzept in zwei Text-Repräsentationen verschiedenen Prototypen zugeordnet werden. Diese Behandlung von "Rollen" als nur lokal gültige Einordnung in eine Spezialisierungshierarchie ist vielleicht formal weniger stringent als andere Ansätze zu diesem Problem, die z.B. eigene Modellkonstrukte für Rollen vorsehen (Reimer 86), aber für den Einsatz im automatischen Aufbau von Hypertexten ist vor allem die Flexibilität der vorliegenden Lösung entscheidend, die es erlaubt, unterschiedliche Rollen evtl. auch ohne eine letztlich starre Vormodellierung zu erfassen.

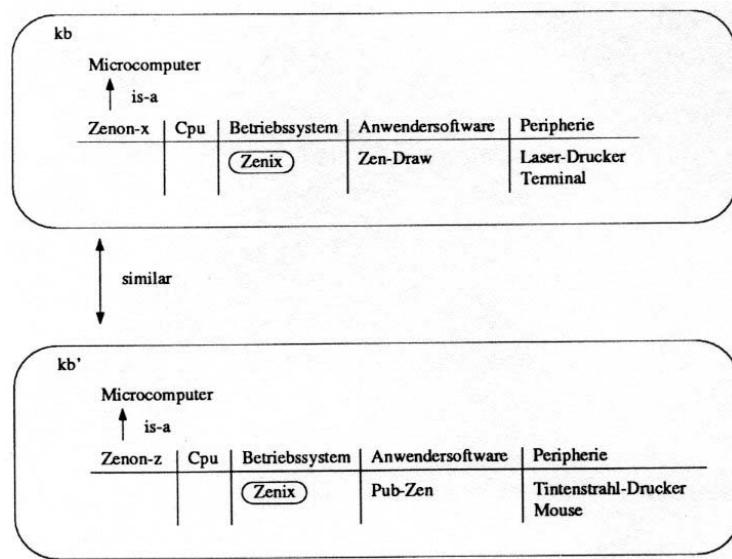
$$\begin{aligned}
 \text{role}(kb, kb') \Leftrightarrow & \text{salient}(kb, f) \wedge \text{salient}(kb', f) \wedge \\
 & \exists f_s, f_s' : e\text{-is-a}(kb, f, f_s) \wedge e\text{-is-a}(kb', f, f_s') \wedge \\
 (6.11) \quad & \wedge \forall s_s \in \text{slots}(kb)(f_s) : \text{disjoint}(kb, s_s, s') \wedge \\
 & \wedge \forall s_s \in \text{slots}(kb')(f_s') : \text{disjoint}(kb', s_s, s')
 \end{aligned}$$



6.6 Ähnlichkeit

Übereinstimmung zweier Instanzen eines Prototyps bezüglich der zu einem Merkmal akquirierten Fakten ist eine sinnvolle Voraussetzung für eine vergleichende Gegenüberstellung insbesondere im Zusammenhang mit einer Kontrastierung (s. Abschnitt 6.7) hinsichtlich zweier anderer Merkmale.

$$\begin{aligned}
 \text{similar}(\text{kb}, \text{kb}') &\Leftrightarrow \exists f_s, f, f': \text{sc}(\text{kb}, f_s) \wedge \\
 (6.12) \quad &\text{inst}(\text{kb}, f, f_s) \wedge \text{inst}(\text{kb}', f', f_s) \wedge \\
 &\exists s \in \text{slots}(\text{kb})(f), e : \text{fact}(\text{kb}, f, s, e) \leftrightarrow \text{fact}(\text{kb}', f', s, e)
 \end{aligned}$$



6.7 Kontrast

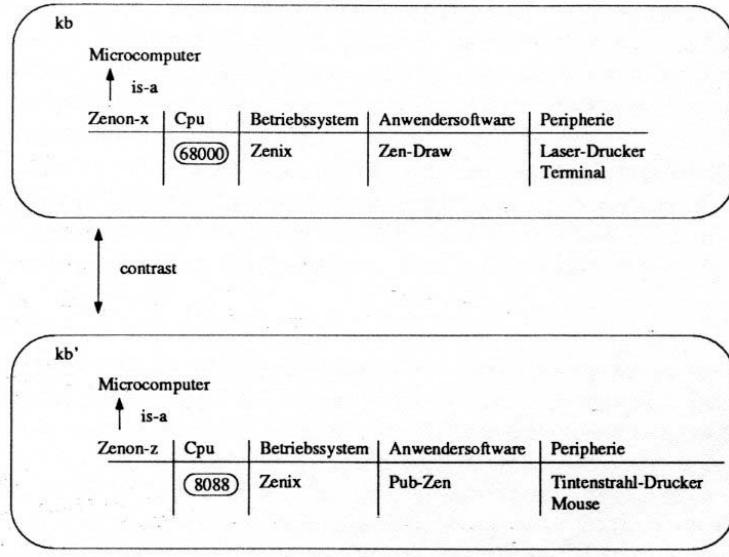
Sind zwei Instanzen eines Prototyps Fakten zugeordnet, die, analog zur Konflikt-Relation (s. Abschnitt 6.4), aufgrund modellinhärenter oder domänenpezifischer Integritätsregeln inkompatibel sind, so sind die Voraussetzungen für eine kontrastive Gegenüberstellung von Texteinheiten gegeben, die insbesondere bei Übereinstimmung hinsichtlich anderer Merkmale informativ sein kann (s. Abschnitt 6.6).

$$\begin{aligned}
 \text{contrast}(\text{kb}, \text{kb}') &\Leftrightarrow \exists f_s, f, f': \text{sc}(\text{kb}, f_s) \wedge \\
 &\text{inst}(\text{kb}, f, f_s) \wedge \text{inst}(\text{kb}', f', f_s) \wedge \\
 (6.13) \quad &\exists s \in \text{slots}(\text{kb})(f), e : \text{fact}(\text{kb}, f, s, e) \wedge \\
 &\left. \begin{aligned}
 &e \in \text{nts-perm}(\text{kb}, \text{kb}', f_s, s) \vee \\
 &\exists e': \text{fact}(\text{kb}', f, s, e') \wedge \text{disjointed}(\text{kb}', e, e') \wedge \text{singleton}(\text{kb}', f_s, s) \wedge \\
 &\wedge \text{is-obl}(\text{kb}', f_s, s)
 \end{aligned} \right)
 \end{aligned}$$

6.8 Weitere Kohärenzrelationen

Wie schon in der Einleitung dieses Kapitels angemerkt wurde, erweisen sich die hier eingeführten Kohärenzrelationen nur für eine sehr eingeschränkte Textsorte, nämlich die Beschreibung von Objekten, als ausreichend. Erweiterungen im Kanon der Kohärenzrelationen erfordern zunächst aber eine Weiterentwicklung der Repräsentationssprache, so daß eine elaboriertere Repräsentation der Textinhalte möglich wird. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sollen hier einige Erweiterungsmöglichkeiten auf

der Repräsentationsebene, sowie dadurch erschließbare Kohärenzrelationen aufgeführt werden, die uns als besonders wichtig erscheinen. Auf die erforderlichen Veränderungen des Parsers kann in diesem Kontext nicht eingegangen werden.



Ereignisse

Ein Ausweitung des integrierbaren Textmaterials setzt schon im Rahmen der Klasse expositorischer Texte das Erfassen von Ereignissen und Ereignisfolgen voraus. Damit wird die Erschließung von Verben während des Parsings³⁶ erforderlich. Die dabei erschlossenen semantischen Strukturen können, ohne tiefgreifende Veränderung der Repräsentationssprache, auf Frames, die jeweils Kasusrahmen darstellen, abgebildet werden. Die Repräsentation von Ereignisfolgen erfordert ein Konstrukt, daß, vergleichbar der in Kapitel 8 eingeführten Erweiterung der Frames zu Scripts, die Sequenzia-lisierung von Kasus-Rahmen erlaubt.

Damit ist eine Grundlage gelegt für die Ableitung temporaler, finaler und kausaler Relationen, die Beziehungen zwischen Ereignissen, bzw. Handlungen als von Menschen initiierten Ereignissen, oder von Ereignissen und Zuständen repräsentieren. Insbesondere bei Kausal- und Finalrelationen ist allerdings festzustellen, daß sie häufig im Text nicht explizit indiziert sind, sondern nur aus dem Kontext erschlossen werden können. Auf die in diesem Zusammenhang auftretenden Probleme wird kurz im nächstern Abschnitt eingegangen.

Am Rande sei noch angemerkt, daß die Erschließung der Ereignisstruktur eines Textes zusätzliche Hinweise für eine adäquate Segmentierung des Originaltextes liefert, indem ein Paragraph nicht nur thematisch abgeschlossen sein soll, sondern auch hinsichtlich der angesprochenen Ereignisse bzw. Ereignisfolgen (Langleben 85).

Konnotationen

Das in dieser Arbeit vorgestellte Textanalyse- und Repräsentationsverfahren erschließt nahezu ausschließlich im Text explizit geäußerte Sachverhalte. Beziehungen zwischen Konzepten werden nur aufgrund von Thesaurusrelationen festgestellt. Diese Vorgehensweise, mag sie auch für Textsorte und Verwendungskontext adäquat sein, wird in den meisten anderen Fällen versagen, da hier Konnotationen durch erheblich komplexere Inferenzen erzeugt werden. Eco (Eco 90 pp. 94-106) führt, über die oben erwähnten Schlüsse aus semantischen oder koreferentiellen Verknüpfungen hinaus, noch folgende Ebenen

³⁶ Die daraus folgenden weitreichenden Änderungen des Parsers stellen in diesem Zusammenhang das gravierendste Problem dar.

enzyklopädischer Kompetenz im Textverstehen ein, die jeweils weitergehende Kohärenzphänomene erschließen:

1. *Kontextuelle und Situationelle Selektionen* ermöglichen z.B. die Auflösung von Homonymen.
2. *Rhetorische und stilistische Überkodierung* betrifft die Interpretation von Ausdrücken in einer rhetorischen Tradition (z.B. bezeichnet "Es war einmal" einen typischen Märchenanfang, aber auch Fachaufsätze haben eine stark normierte Gliederung).
3. *Inferenzen aus allgemeinen Szenographien* ermöglichen die Interpretation von Ereignissen durch stereotypische Situationen. Die zur Erläuterung eines Faktums benötigte Hintergrundinformation oder auch Kausal- Finalbeziehungen (man geht zum Supermarkt, um einzukaufen) können aus derartigen Szenographien erschlossen werden.
4. *Inferenzen aus intertextuellen Szenographien* ermöglichen die Interpretation eines Textes aufgrund der aus der Lektüre anderer Texte der gleichen Textsorte gewonnenen Erfahrung (z.B. ist der Detektiv eines Kriminalroman i.A. nicht der Mörder).
5. *Ideologische Übercodierung* regelt die Interpretation von Äußerungen innerhalb eines Glaubenssystems.

Für eine Berücksichtigung dieser unterschiedlichen Ebenen der Textinterpretation scheint uns eine, wenn auch differenziertere, Modularisierung der Inferenzkomponente analog den *Activity Spaces* von **SEPIA** (Streitz et al. 89) adäquat zu sein. Das in dieser Arbeit vorgestellte Relationierungskonzept kann dann als Spezifikation eines ersten referenzorientierten *Activity Space* aufgefaßt werden.

7 Filter zur Steuerung thematischer Progression und zum Aufbau von Makrostrukturen

Die im vorangegangenen Kapitel definierten Relationen erlauben eine funktions-orientierte aber keine thematisch begründete Auswahl von Texteinheiten zum Aufbau von thematischen Progressionsmustern (s. Abschnitt 2.4) oder zum Aufbau von Makrostrukturen (s. Abschnitt 2.3).

7.1 Thematische Progression

Eine Abbildung von frame-orientierten Repräsentationsstrukturen auf thematische Progressionen stellt sich in Umkehrung der im semantischen Parsing eingesetzten Verfahren, durch Abgleich mit Frames thematische Progressionen in vorgegebenen "Texten" aufzufinden (z.B. Critz 82), wie folgt dar (Hahn 90):

- abgeleitetes Thema: sukzessive Thematisierung der Unterbegriffe eines Prototyps, konstantes Thema: die Merkmale eines Frame werden in Folge angesprochen,
- Thematisierung des Rhema: Thematisierung einer Merkmalsausprägung.

Progression durch gespaltenes Rhema lässt sich als Sonderfall der Thematisierung des Rhemas behandeln, während die Progression durch thematischen Sprung im folgenden nicht weiter berücksichtigt wird, da durch strikte Kontrolle der thematischen Entwicklung der Gefahr des Orientierungsverlusts im Hypertext begegnet werden soll.

Eine Formalisierung thematischer Progression – analog zu den Kohärenzrelationen – durch zweistellige Prädikate (Hahn 90), ist in diesem Kontext nicht sinnvoll. Eine Passagenrepräsentation bietet im Allgemeinen genügend Anknüpfungspunkte, um sie in mehrere thematische bzw. funktionale Zusammenhänge einordnen zu können.

Beispiel:

1. Während der Zenon-x noch mit dem Motorola 68000 ausgeliefert wird, verfügt der Zenon-z schon über den modernen 68030-Prozessor.
2. Der Zenon-x mit seinem 68020-Prozessor ist sozusagen der kleine Bruder des Zenon-z, der mit dem Motorola 68030 ausgerüstet ist.

Das zweite Textsegment kann sowohl zur Bestätigung als auch zur Widerlegung des ersten herangezogen werden, je nachdem ob das Konzept *Zenon-x* oder *Zenon-z* im Fokus steht.

Da für die Planung der thematischen Progression und der funktionalen Relationierung von Texteinheiten jeweils die gleichen Inhalte berücksichtigt werden müssen, ist die Themenauswahl, ähnlich den Restriktionen auf Nukleus und Satellit der RST (Mann/Thompson 88), als eine Einschränkung der erlaubten Inhalte für die relationierten Texteinheiten aufzufassen. Dies geschieht durch Filterfunktionen, die alle nicht einem vorgegebenen Thema zuzuordnenden Begriffe aus einer Repräsentation ausblenden. Diese auf das Ziel der Realisierung einer thematischen Progression gerichtete inhaltliche Auswahl lässt sich als eine Realisierung der 1. Makroregel (Auslassung) auffassen, die eine Fokussierung des Dialogs auf die aufgrund eines Textplans oder einer Benutzeraktion (Selektion eines Begriffs) relevanten Themen bewirkt. Der Aufbau von umfassenden Progressionsmustern geschieht mit Hilfe von Scripts (s. Abschnitt 8), die das Bestehen rhetorischer Relationen unter Berücksichtigung thematischer Restriktionen als Eintragsbedingungen festlegen.

Frame-Selektion

Die Frame-Selektion dient zur Fokussierung auf einen vorgegebenen Begriff. Sie ist durch eine Funktion ($sf \in Fnames \times FRAMES \rightarrow FRAMES$) realisiert, die eine Repräsentation unter Vorgabe eines Framenamen auf eine modifizierte Wissensbasis abbildet, die nur diesem Frame und seine Substrukturen positive Aktivierungen zuordnet. Frame-Selektion ist sinnvoll im Zusammenhang z.B. einer Gegenüberstellung zweier Konzepte:

$$\text{similar}(\text{sf}(\text{Amiga2000})(\text{kb}), \text{sf}(\text{Zenon_x})(\text{kb}'))$$

Die Filterfunktionen modifizieren nur die Konzept-Aktivierungen, lassen also die Beziehungen zwischen den Konzepten der Wissensbasis unverändert (s. Def. 7.2).

$$\begin{aligned}
 (7.1) \quad & \forall f_x, kb : \text{id}(\text{kb}, \text{sf}(f_x)(\text{kb})) \\
 & \forall f_x, kb, f : (\text{mentioned}(\text{sf}(f_x)(\text{kb}), f) \leftrightarrow \text{mentioned}(\text{kb}, f) \wedge f = f_x) \\
 & \forall f_x, kb, f, s : (\text{m_prop}(\text{sf}(f_x)(\text{kb}), f, s) \leftrightarrow \text{m_prop}(\text{kb}, f, s) \wedge f = f_x) \\
 & \forall f_x, kb, f, s, e : (\text{fact}(\text{sf}(f_x)(\text{kb}), f, s, e) \leftrightarrow \text{fact}(\text{kb}, f, s, e) \wedge f = f_x) \\
 \\
 (7.2) \quad & \text{id}(\text{kb}, \text{kb}') : \Leftrightarrow \\
 & \text{frames}(\text{kb}) = \text{frames}(\text{kb}') \wedge \\
 & \forall \text{frames} \in \text{frames}(\text{kb}) : \\
 & \quad \text{slots}(\text{kb})(f) = \text{slots}(\text{kb}')(f) \wedge \\
 & \quad \forall s \in \text{slots}(\text{kb})(f) : \\
 & \quad \text{entries}(\text{kb})(f)(s) = \text{entries}(\text{kb}')(f)(s) \wedge \\
 & \quad \text{eperm}(\text{kb})(f)(s) = \text{eperm}(\text{kb}')(f)(s) \wedge \\
 & \quad \text{styp}(\text{kb})(f)(s) = \text{styp}(\text{kb}')(f)(s) \wedge \\
 & \quad \text{sform}(\text{kb})(f)(s) = \text{sform}(\text{kb}')(f)(s) \wedge
 \end{aligned}$$

Slot-Selektion

Slot-Selektion ist strikter als Frame-Selektion. Sie berücksichtigt nur Angaben, die sich einem vorgegebenen Merkmal zuordnen lassen ($ss \in Fnames \times Snames \times FRAMES \rightarrow FRAMES$). Slot-Selektion kann z.B. bei der sukzessiven Elaboration eines Begriffs eingesetzt werden:

$$\begin{aligned}
 (7.3) \quad & \forall f_x, s_x, kb : \text{id}(\text{kb}, \text{ss}(f_x)(s_x)(\text{kb})) \\
 & \forall f_x, s_x, kb, f : \text{mentioned}(\text{ss}(f_x)(s_x)(\text{kb}), f) \leftrightarrow \\
 & \quad \leftrightarrow \text{mentioned}(\text{kb}, f) \wedge f = f_x \wedge \text{m-prop}(\text{kb}, f, s_x) \\
 & \forall f_x, s_x, kb, f, s : \text{m-prop}(\text{ss}(f_x)(s_x)(\text{kb}), f, s) \leftrightarrow \\
 & \quad \leftrightarrow \text{m-prop}(\text{kb}, f, s) \wedge f = f_x \wedge s = s_x \\
 & \forall f_x, s_x, kb, f, s, e : \text{fact}(\text{ss}(f_x)(s_x)(\text{kb}), f, s, e) \leftrightarrow \\
 & \quad \leftrightarrow \text{fact}(\text{kb}, f, s, e) \wedge f = f_x \wedge s = s_x
 \end{aligned}$$

Eintrags-Selektion

Eintrags-Selektion ist die restriktivste Selektionsfunktion, die eine Vorauswahl auf Eintragsebene, z.B. zur Bestätigung eines Faktums, zulässt ($se \in Fnames \times Snames \times Fnames \times FRAMES \rightarrow FRAMES$): $confirm(se(Zenon-x)(Cpit)(68000)(kb), kb')$

$$\begin{aligned}
 & \forall f_x, s_x, e_x, kb : id(kb, se(f_x)(s_x)(e_x)(kb)) \\
 & \forall f_x, s_x, e_x, kb, f : mentioned(se(f_x)(s_x)(e_x)(kb), f) \leftrightarrow \\
 & \quad \leftrightarrow mentioned(kb, f) \wedge f = f_x \wedge m\text{-prop}(kb, f, s_x) \\
 (7.4) \quad & \forall f_x, s_x, e_x, kb, f, s : m\text{-prop}(se(f_x)(s_x)(e_x)(kb), f, s) \leftrightarrow \\
 & \quad \leftrightarrow m\text{-prop}(kb, f, s) \wedge fact(kb, f, s, e_x) \wedge f = f_x \wedge s = s_x \\
 & \forall f_x, s_x, e_x, kb, f, s, e : fact(se(f_x)(s_x)(kb), f, s, e) \leftrightarrow \\
 & \quad \leftrightarrow fact(kb, f, s, e) \wedge f = f_x \wedge s = s_x \wedge e = e_x
 \end{aligned}$$

7.2 Generalisierung und Konstruktion

Die ersten Schritte der Makro-Strukturierung von Texten erfolgen schon bei der Textanalyse. Indem den einzelnen Konzepten im Rahmen der Frame-Modellierung des Diskursbereichs ihre Merkmale zugeordnet werden, implementiert die sukzessive Füllung der Frames während der Analyse im Grunde schon die 4. Makroregel (Konstruktion, s. Kapitel 2.3).

Im weiteren gilt es, die in verschiedenen Text-Repräsentationen angesprochenen Themen zu integrieren und in eine übergreifende Makro-Struktur einzuordnen. Dabei müssen etwaige Modellierungsunterschiede zwischen einzelnen Textrepräsentationen, wie sie durch Einfügen von neuen Instanzen oder auch Prototypen während der Analyse entstehen können, durch Bezug auf eine uniforme Klassifikation ausgeglichen werden. Eine solche Klassifikation steht mit dem domänen spezifischen Grundwissen, das als Basis der Textanalyse dient und von dem alle Text-Repräsentationen abgeleitet sind, zur Verfügung. Die Makro-Strukturierung einer Menge von Texteinheiten erfolgt durch eine Abbildung von Konzeptaktivierungen aus einer Menge von Textrepräsentationen auf das domänen spezifische Grundwissen ($gen \in 2^{FRAMES} \times FRAMES$).

Die Funktion gen bildet eine Menge von Text-Repräsentationen und eine zusätzliche Wissensbasis, die die grundlegende Taxonomie enthält auf eine Wissensbasis ab, für die gilt:

- Die Repräsentationsstrukturen entsprechen denen der im Weltwissen vorgegebenen Taxonomie.

$$(7.5) \quad \forall kb, kbset : id(kb, gen(kbset)(kb))$$

- Generalisierung: Ein Frame gilt dann als salient (Erwähnung analog) bezüglich der Generalisierung einer Menge von Textsegmenten, wenn er selbst, oder einer seiner Unterbegriffe in einer der beteiligten Textwissensbasen als salient repräsentiert ist.

$$\forall kb, kbset, f : salient(gen(kbset(kb)), f) \leftrightarrow$$

$$\begin{aligned}
 (7.6) \quad & \leftrightarrow \exists kb' \in kbset, f' : f \in frames(kb') \wedge salient(kb', f') \wedge \\
 & \quad \wedge (f = f' \vee e\text{-is-a}(kb', f', f))
 \end{aligned}$$

- Konstruktion: Durch Abbildung auf eine Wissensbasis werden die zu einem Konzept gehörenden salienten (Erwähnung analog) Merkmale zusammengeführt. Dabei werden

auch Merkmals-Erwähnungen berücksichtigt, die zu Unterbegriffen des fraglichen Konzepts erfolgen. Voraussetzung ist hier, daß der Oberbegriff entweder über einen gleichnamigen Slot verfügt oder über einen nicht-terminalen Slot, der durch einen allgemeineren Frame modelliert wird als der zum Unterbegriff gehörige.

$$\begin{aligned}
 (7.7) \quad & \forall \text{kb}, \text{kbset}, \text{f}, \text{s} : \text{sal-prop}(\text{gen}(\text{kbset}(\text{kb})), \text{f}, \text{s}) \leftrightarrow \\
 & \leftrightarrow \exists \text{kb}' \in \text{kbset}, \text{f}', \text{s}' : \\
 & \quad \text{f} \in \text{frames}(\text{kb}') \wedge \text{s} \in \text{slots}(\text{kb}')(f) \wedge \text{sal-prop}(\text{kb}', \text{f}', \text{s}') \wedge \\
 & \quad \wedge (f = f' \vee \text{e-is-a}(\text{kb}', \text{f}', f)) \wedge (s = s' \vee \text{e-is-a}(\text{kb}', \text{s}', s))
 \end{aligned}$$

Für die Hypertext-Navigation ist die obige Funktion unter folgenden Aspekten bedeutsam:

- Durch Zusammenfassung der angesprochenen Merkmale, sowie die gleichzeitig erfolgende Generalisierung bildet das Abbild der Funktion eine geeignete Grundlage für die Generierung von Kondensaten der im Urbild enthaltenen Textsegmente, z.B. der Elemente eines Textpfades (s. Kapitel 8) — analog zu den von Sonnenberger (88) vorgeschlagenen Verfahren: Durch sukzessive Zusammenführung salienter Konzepte durch Konstruktion und Generalisierung kristallisieren sich einige wenige Begriffe heraus, die die *Aboutness* der Textsegmente im Sinne eines indikativen Referats wiederspiegeln. Diese Konzepte dienen dann als Grundlage für die Generierung eines Abstracts unter Verwendung vorformulierter Satzmuster.
- Die Makro-Struktur des gesamten Hypertexts kann als Grundlage einer thematischen Auswahl vor Beginn der eigentlichen Hypertext-Navigation dienen. Der Vorteil gegenüber Thesauri ist der, daß nur Themen zur Auswahl angeboten werden, die auch im Hypertext behandelt werden.

8 Scripts zur Definition von Superstrukturen

In den vorangegangenen Kapiteln wurden Konstrukte entwickelt, Texteinheiten thematisch und funktional aufeinander zu beziehen. Im folgenden sollen Ordnungsstrukturen bereitgestellt werden, die erlauben, derartige Beziehungen in einer konkreten Navigationssituation als relevant zu kennzeichnen und zur Orientierung in einen globalen Rahmen einzuordnen. Dazu muß einerseits prototypisches Wissen über den Aufbau von Hypertext-Pfaden bereitgestellt werden, als auch Information über das vom Benutzer durch Navigation bereits aufgebaute Pfad-Netzwerk, das als partielle Ausprägung der prototypisch definierten Hypertext-Strukturen aufzufassen ist.

Eine Ökonomie der zur Hypertext-Modellierung eingesetzten Repräsentationsmechanismen legt nahe, die bereits eingeführte Frame-Repräsentationssprache um Konstrukte zur Spezifikation von Textsequenzen zu erweitern, indem analog zu den Script-Sprachen (Schank/Abelson 77) Ordnungsrelationen auf den Substrukturen eines Frame eingefühlt werden.

8.1 Ordnungsrelationen auf Slot- und Eintragsmengen

Die Erweiterung der FRM-Frames zu Scripts geschieht durch Einführen eines neuen Slot-Typs, sogenannten Script-Slots, von denen ein Script-Frame mindestens einen enthalten muß.

$$\begin{aligned}
 \text{script-slot}(kb, f, s) : \Leftrightarrow & f \in \text{frames}(kb) \wedge s \in \text{slots}(kb)(f) \wedge \\
 (8.1) \quad & \wedge \text{script} \in \text{styp}(kb)(f)(s) \\
 \text{script}(kb, f) : \Leftrightarrow & \exists s : \text{script-slot}(kb, f, s)
 \end{aligned}$$

Ein Script besteht aus einer halb-geordneten nicht leeren Menge von Script-Slots, die eine Sequenz von Textsegmenten repräsentieren. Gleichheit von Script-Slots hinsichtlich der Halbordnung bedeutet, daß die betreffenden Pfade alternativ oder parallel sind (Beispiele folgen im nächsten Abschnitt).

$$\begin{aligned}
 s \ll_{kb,f} s' : \Leftrightarrow & \text{script-slot}(kb, f, s) \wedge \text{script-slot}(kb, f, s') \wedge \\
 & \wedge \text{sweight}(kb)(f)(s) < \text{sweight}(kb)(f)(s') \\
 (8.2) \quad s =_{kb,f} s' : \Leftrightarrow & \text{script-slot}(kb, f, s) \wedge \text{script-slot}(kb, f, s') \wedge \\
 & \wedge \text{sweight}(kb)(f)(s) = \text{sweight}(kb)(f)(s') \\
 s \prec_{kb,f} s' : \Leftrightarrow & s \ll_{kb,f} s' \wedge \neg \exists s_x : \left(s \ll_{kb,f} s_x \wedge s_x \ll_{kb,f} s' \right) \\
 \text{first-script}(kb, f, s) : \Leftrightarrow & \text{script-slot}(kb, f, s) \wedge \neg \exists s' : s' \prec_{kb,f} s \\
 (8.3) \quad \text{last-script}(kb, f, s) : \Leftrightarrow & \text{script-slot}(kb, f, s) \wedge \neg \exists s' : s \prec_{kb,f} s'
 \end{aligned}$$

Erlaubte Einträge in Script-Slots sind prinzipiell alle Texteinheits-Bezeichner (Tu: Die Menge aller Texteinheitsbezeichner), sowie alle Script-Instanzen. Da die Bezeichner von Texteinheiten bezüglich der Wissensbasis terminal sind, die Bezeichner von Script-Instanzen aber non-terminal, ergibt sich für Script-Slots eine Mittelstellung zwischen den terminalen und non-terminalen Slots von FRM.

$$\begin{aligned}
 (8.4) \quad \forall kb, f, s : \text{script-slot}(kb, f, s) \rightarrow & \\
 \rightarrow \text{eperm}(kb)(f)(s) = & \{ f' \mid f' \in \text{Tu} \vee \text{script}(kb, f') \}
 \end{aligned}$$

Diese Dichotomie zeigt sich auch in weiteren Eigenschaften von Script-Slots: Ein Script beschreibt prototypisch eine thematische Entwicklung, die hinsichtlich des konkreten Themas, das in einem gesonderten Slot vorgegeben werden kann, parametrisiert ist. Zudem ist die Position im Script, d.h. in der auf der Menge der Slot-Einträge definierten Ordnung (s.u.), durch inhaltliche Abhängigkeiten zu vorangehenden bzw. nachfolgenden Texteinheiten von entscheidender Bedeutung dafür, ob ein Eintrag erlaubt ist oder nicht. Deshalb ist eine extensionale Spezifikation der erlaubten Einträge nicht möglich. Gegen eine Modellierung von Script-Slots durch non-terminale Slots spricht der damit entstehende Zusammenhang von Slot-Bezeichnern und erlaubten Einträgen (s. Seite 49), der im Zusammenhang mit der modellinhärenten Restriktion (Beschreibung von Frames durch funktionale Abbildung) auf eindeutige Slotnamen bewirkt, daß innerhalb eines Scripts keine Script-Slots auftreten können, die im Prinzip die gleichen Einträge zulassen. Infolgedessen wird für Script-Slots ein eigenständiger Mechanismus zur Kontrolle erlaubter Einträge vorgesehen. Zunächst sind Script-Slots terminal, im Gegensatz zu anderen terminalen Slots erlauben Script-Slots jedoch eine zusätzliche Einschränkung der erlaubten Einträge durch Integritätsregeln.

$$(8.5) \quad \forall kb, f, s : \text{script-slot}(kb, f, s) \rightarrow \text{term}(kb, s)$$

Für non-terminale Slots bedeutet die intensionale Spezifikation von erlaubten Einträgen eine Vereinfachung der Modellierung, kann aber (durch die Integritätsregel 5.16) auf eine extensionale Darstellung zurückgeführt werden. Dies ist aufgrund der Abhängigkeit der erlaubten Einträge von der Position im Script hier nicht möglich.

$$(8.6) \quad \begin{aligned} \forall kb, f, s : \text{script-slot}(kb, f, s) \rightarrow \text{entries}(kb)(f)(s) \subseteq \text{eperm}(kb)(f)(s) \wedge \\ \wedge \forall e \in \text{entries}(kb)(f)(s), ir \in \text{sform}(kb)(f)(s) : \text{ir}(kb)(f)(s)(e) \end{aligned}$$

Die Einträge in Script-Slots sind total geordnet. Damit stehen zur Beschreibung von Sequenzen zwei Modellierungsebenen zur Verfügung. Globale Strukturen werden durch Script-Slots modelliert, die durch ihre fest vorgegebene Abfolge und die ihnen zugeordneten Integritätsregeln den prototypisch invarianten Teil eines Scripts bilden. Jeder dieser Script-Slots kann eine — im Rahmen der durch die Integritätsregeln festgelegten Freiheitsgrade — beliebig strukturierte Sequenz von Einträgen enthalten.

$$(8.7) \quad \begin{aligned} e_{kb, f, s} \ll e' : \Leftrightarrow \text{script-slot}(kb, f, s) \subset \text{entries}(kb)(f)(s) \wedge \\ \text{eact}(kb)(f)(s)(e) < \text{eact}(kb)(f)(s)(e') \\ e_{kb, f, s} \prec e' : \Leftrightarrow e_{kb, f, s} \ll e' \wedge \neg \exists e_x : \left(e_{kb, f, s} \ll e_x \wedge e_x \ll e' \right) \\ \text{first}(kb, f, s, e) : \Leftrightarrow \text{script-slot}(kb, f, s) \wedge e \in \text{entries}(kb)(f)(s) \wedge \\ \neg \exists e' : e_{kb, f, s} \prec e' \\ (8.8) \quad \text{last}(kb, f, s, e) : \Leftrightarrow \text{script-slot}(kb, f, s) \wedge e \in \text{entries}(kb)(f)(s) \wedge \\ \neg \exists e' : e_{kb, f, s} \prec e' \end{aligned}$$

Script-Instanzierung

Der Aufbau von Script-Instanzen erfolgt zunächst analog zu Frame-Instanzen — obligate Slots (auch Script-Slots) müssen mindestens soviel, klassifikatorische Slots dürfen höchstens soviel Einträge enthalten, wie das übergeordnete Script. Zusätzlich müssen folgende Bedingungen gelten:

- Eine Script-Instanz-Relation zwischen zwei Scripts besteht, wenn das speziellere die durch das allgemeinere Script beschriebene Sequenz durch einen zusätzlichen Eintrag ergänzt.
- Die Ordnung der Script-Slots muß unverändert sein, während die Menge der Einträge bei Erhalt der transitiven Ordnungsrelationen durch Einfügung erweitert werden kann.

$$\begin{aligned}
 \text{script-inst}(\text{kb}, \text{f}, \text{f}') &: \Leftrightarrow \text{inst}(\text{kb}, \text{f}, \text{f}') \wedge \\
 (8.9) \quad \exists \text{s}, \text{e} : & \left(\text{script-slot}(\text{kb}, \text{f}, \text{s}) \wedge \text{e} \in \text{entries}(\text{kb})(\text{f})(\text{s}) \wedge \text{s} \notin \text{entries}(\text{kb})(\text{f}')(\text{s}) \right) \wedge \\
 & \forall \text{s}, \text{s}' : \left(\left(\text{s} \underset{\text{kb}, \text{f}'}{\prec} \text{s}' \rightarrow \text{s} \underset{\text{kb}, \text{f}}{\prec} \text{s}' \right) \wedge \forall \text{e}, \text{e}' : \left(\text{e} \underset{\text{kb}, \text{f}', \text{s}}{\ll} \text{e}' \rightarrow \text{e} \underset{\text{kb}, \text{f}, \text{s}}{\ll} \text{e}' \right) \right)
 \end{aligned}$$

8.2 Einfache Textpläne

Der Script-Konstrukt kann nun zur Definition prototypischer Textpläne eingesetzt werden, die in Analogie zu den Superstrukturen linearer Texte abstrakte Beschreibungen sinnvoller Hypertext-Pfade darstellen, im Gegensatz zu diesen aber auch netzwerkartige Pfade erzeugen können. Die im folgenden eingeführten Scripts sollen einen Überblick über die Ausdrucksmöglichkeiten der Repräsentationssprache geben, nicht aber eine vollständige Darstellung sinnvoller Textstrukturen bieten. In diesem Abschnitt werden zunächst Textpläne eingeführt, die auf einem einzelnen Script-Slot beruhen.

Unverzweigte Scripts-Slots enthalten eine Folge von Text-Einheits-Bezeichnern, wobei diese Folge keine chronologische, sondern eine rhetorische ist. Das heißt, daß nicht nur am Ende angefügt, sondern auch eingefügt werden kann. Verzweigte Scripts-Slots enthalten zusätzlich Scripts als Einträge. Die Einbindung von derartigen Sub-Scripts erfolgt, indem die erste Text-Einheit des Sub-Scripts beiden Scripts als zugehörig betrachtet wird und damit auch die Integritätsregeln beider Scripts erfüllen muß. Der Zugriff auf die zu berücksichtigenden Textrepräsentationen erfolgt durch eine Funktion r :

$$\begin{aligned}
 \text{very-first}(\text{kb}, \text{f}, \text{e}) &: \Leftrightarrow \exists \text{s} : \text{first-script}(\text{kb}, \text{f}, \text{s}) \wedge \text{first}(\text{kb}, \text{f}, \text{s}, \text{e}) \\
 (8.10) \quad r(\text{kb}, \text{tu}) &:= \begin{cases} \text{tu} \in \text{Tu} : & \text{rep}(\text{tu}) \\ \exists \text{e} : \text{very-first}(\text{kb}, \text{tu}, \text{e}) : r(\text{kb}, \text{e}) \end{cases}
 \end{aligned}$$

Die Integritätsregeln der unten als Beispiele angeführten Scripts sind so restriktiv gehalten, daß sie als eigenständige, unverzweigte Textpläne nicht aussagekräftig genug sind. Sie sind vielmehr darauf ausgerichtet eine kleine, übersichtliche Anzahl von Informationseinheiten — das können Textunits, aber auch ganze Scripts sein — zusammenzufassen. Dieses *chunking* (Miller 56) von Information in Scripts führt einerseits durch eine Reduktion der zu verarbeitenden Informationsmenge und andererseits durch die Ausbildung von Interaktionsritualen (Buxton 86) — aufgrund des prototypischen Charakters der Scripts — zu einer kognitiv günstigen Interaktion mit dem Hypertext.

Die Beschreibung der einzelnen Textpläne erfolgt verbal und durch Angabe der den Slots zugeordneten Integritätsregeln, der Name des Scripts wird dabei in Klammern angegeben. In den Integritätsregeln werden folgende Konstanten benutzt:

- theme: einwertiger Slot, der das thematisierte Konzept enthält,
- prop: einwertiger Slot, der das Merkmal enthält, das beschrieben werden soll.

Beschreibung eines Objekts (description-script)

Dieser sehr einfache Textplan bietet eine kurze Beschreibung eines Objekts, dessen Bezeichner in einem (Singleton-) Slot (*Theme*) vorgegeben wird, indem jedes Merkmal höchstens einmal angesprochen wird.

$$\begin{aligned}
 & \lambda \text{kb}.\lambda \text{f}.\lambda \text{sc}.\lambda \text{tu}.\exists \text{t} \in \text{entries}(\text{kb})(\text{f})(\text{theme}), \text{s} : \\
 (8.11) \quad & \text{sal-prop}(\text{r}(\text{kb}, \text{tu}), \text{t}, \text{s}) \wedge \\
 & \wedge \neg \exists \text{tu}' \in \text{entries}(\text{kb})(\text{f})(\text{sc}) : \text{sal-prop}(\text{r}(\text{kb}, \text{tu}'), \text{t}, \text{s})
 \end{aligned}$$

Beschreibung eines Merkmals (property-script)

Dieses Script führt Ausprägungen eines Merkmals aus, die untereinander nicht redundant sind (s.a. Abschnitt 6.3).

$$\begin{aligned}
 & \lambda \text{kb}.\lambda \text{f}.\lambda \text{sc}.\lambda \text{tu}. \\
 (8.12) \quad & \exists \text{t} \in \text{entries}(\text{kb})(\text{f})(\text{theme}), \text{p} \in \text{entries}(\text{kb})(\text{f})(\text{prop}) : \text{sal-prop}(\text{r}(\text{kb}, \text{tu}), \text{t}, \text{p}) \wedge \\
 & \wedge \left(\forall \text{tu}' \in \text{entries}(\text{kb})(\text{f})(\text{sc}) : \text{complete}(\text{sf}(\text{t})(\text{r}(\text{kb}, \text{tu}')), \text{ss}(\text{t})(\text{p})\text{r}(\text{kb}, \text{tu})) \right)
 \end{aligned}$$

Elaboration/Bestätigung eines Merkmals (elaboration-script/confirm-script)

Im Gegensatz zu den beiden vorangehend beschriebenen Scripts ist das *elaboration-script* nicht auf die Vermeidung, sondern die kontrollierte Einführung von Redundanz ausgerichtet. Jede Texteinheit trägt zur Elaboration (s.a. Abschnitt 6.3) der in den vorangegangenen Textsegmenten angegebenen Merkmalsausprägungen bei. Die Auswahl der Filterfunktionen (s. Kapitel 7) bewirkt, daß zwar ein Eintrag aus einem anderen Slot als dem aktuellen zur Elaboration herangezogen, dieser im weiteren aber nicht thematisiert werden kann.

$$\begin{aligned}
 & \lambda \text{kb}.\lambda \text{f}.\lambda \text{sc}.\lambda \text{tu}. \\
 & \exists \text{t} \in \text{entries}(\text{kb})(\text{f})(\text{theme}), \text{p} \in \text{entries}(\text{kb})(\text{f})(\text{prop}) : \\
 (8.13) \quad & \forall \text{tu}' \in \text{entries}(\text{kb})(\text{f})(\text{sc}) : \\
 & \text{tu}' \ll_{\text{f}, \text{sc}} \text{tu} \rightarrow \text{elaborate}(\text{ss}(\text{t})(\text{p})(\text{r}(\text{kb}, \text{tu}')), \text{sf}(\text{t})(\text{r}(\text{kb}, \text{tu}))) \wedge \\
 & \text{tu} \ll_{\text{f}, \text{sc}} \text{tu}' \rightarrow \text{elaborate}(\text{ss}(\text{t})(\text{p})(\text{r}(\text{kb}, \text{tu})), \text{sf}(\text{t})(\text{r}(\text{kb}, \text{tu})))
 \end{aligned}$$

Analog kann ein *confirm-script* (s.a. Abschnitt 6.2) definiert werden, das bestätigende Angaben zusammenführt.

Konstruktion von Pfad-Systemen mit einfachen Textplänen

Am Beispiel einer umfassenden Beschreibung eines Objekts, soll nun gezeigt werden, wie einfache Textpläne zu Pfad-Systemen zusammengesetzt werden können. Es wurde schon erwähnt, daß als Einträge in Script-Slots nicht nur Texteinheiten, sondern auch Scripts in Frage kommen. Ein kontrollierter Aufbau von Pfadsystemen durch Eintrag von Subscripts erfordert eine Einschränkung hinsichtlich ihres Typs und Themas durch spezielle Integritätsregeln.

Mit Hilfe der drei bisher eingeführten elementaren Pfad-Typen kann durch Hinzufügen der entsprechenden Integritätsregeln (unter Ausnutzung der Instanzrelation zur Definition des Script-Typs) das in Abschnitt 3.2 vorgeschlagene Pfadsystem zu einer umfassenden Beschreibung eines Objekts prototypisch definiert werden (s.a. Abb. 26):

1. Als übergeordneter Pfad gibt ein *description-script* (s. Formel 8.11) eine Übersicht, indem zu jedem Merkmal des Objekts eine Ausprägung angeführt wird (s.o.).
2. Zur Vertiefung können durch ein *property-script* (s. Formel 8.12) alternative Ausprägungen verfügbar gemacht werden. Dem Script-Slot des übergeordneten *description-scripts* wird also eine Integritätsregel zugeordnet, die besagt, daß Subscripts themengleiche *property-scripts* sein müssen.

$$(8.14) \quad \begin{aligned} \lambda kb. \lambda sc. \lambda e. script(kb, e) \rightarrow inst(kb, e, property_script) \wedge \\ \wedge entries(kb)(f)(theme) = entries(kb)(e)(theme) \end{aligned}$$

3. Diese Merkmalsausprägungen wiederum können durch Seitenpfade elaboriert oder bestätigt werden. Das heißt, daß als Subscripts sowohl *elaboration-scripts* als auch *confirm-scripts* (s. Formel 8.13) zugelassen sind, die hinsichtlich des Themas und des behandelten Merkmals mit dem Superscript übereinstimmen.

$$(8.15) \quad \begin{aligned} \lambda kb. \lambda f. \lambda sc. \lambda e. script(kb, e) \rightarrow \\ (inst(kb, elaboration-script) \vee inst(kb, conformation-script)) \wedge \\ \wedge entries(kb)(f)(theme) = entries(kb)(e)(theme) \wedge \\ \wedge entries(kb)(f)(prop) = entries(kb)(e)(prop) \end{aligned}$$

8.3 Partitionierte Textpläne

Eine Erweiterung der Ausdrucksmöglichkeiten bringen Text-Pläne mit mehreren Script-Slots mit sich. Den einzelnen Script-Slots solcher partitionierter Pfade lassen sich im Prinzip die gleichen Integritätsregeln zur Kontrolle der thematischen Progression zuordnen, wie sie oben schon vorgestellt wurden. Zusätzlich können nun durch Integritätsregeln, die Beziehungen zwischen den Einträgen verschiedener Script-Slots spezifizieren, globale Symmetrien in Textpläne eingeführt werden. Hierzu einige Beispiele:

- **Rollen:** Ein Rollen-Script behandelt die verschiedenen Funktions-Kontexte (s.a. Abschnitt 6.5) eines Objekts in jeweils einem eigenen Script-Slot.

$$(8.16) \quad \begin{aligned} \lambda kb. \lambda f. \lambda sc. \lambda tu_p. \lambda tu. \\ \forall scripts : (script-slot(kb, f, script) \wedge script \neq sc) \rightarrow \\ \rightarrow \forall e_1 \in entries(kb)(f)(sc), \forall e_2 \in entries(kb)(f)(script) : \\ role(r(e_1), r(e_2)) \end{aligned}$$

- **Inkompatibilität:** Dieser Script-Typ stellt inkompatible Versionen eines Objekts gegenüber. Die Integritätsregel ist analog zum Rollen-Script aufgebaut, hier muß allerdings die Inkompatibilitätsrelation (s. Abschnitt 6.4) statt der Rollen-Relation zwischen den Texteinheiten bestehen.
- **Vergleich:** Ausprägungen des gleichen Prototyps werden vergleichend gegenübergestellt. Die sukzessive Einführung mehrerer Ausprägungen kann wiederum analog zu dem Rollen-Script gelöst werden. Für eine direkte Gegenüberstellung von zwei Objekten bietet sich jedoch die Parallelisierung von zwei Script-Slots an, das heißt, daß in korrespondierenden Script-Einträgen — solchen mit gleicher Ordnungszahl — jeweils die gleichen Merkmale der zu vergleichenden Objekte besprochen werden.

$$(8.17) \quad \text{ord}(\text{kb}, \text{f}, \text{s}, \text{e}) := \left| \left\{ \text{e}' \mid \text{e}' \ll_{\text{kb}, \text{f}, \text{s}} \text{e} \right\} + 1 \right|$$

Die Zuordnung der Themen-Frames, die in zwei Slots des Scripts spezifiziert werden (*themel*/*heme2*) zu einem gemeinsamen Prototyp wird analog zu den Themenvorgaben für einzelne Script-Slots definiert, ebenso die thematische Progression innerhalb der beiden Teil-Scripts. Die Koordinierung des Ablaufs wird gesondert behandelt:

$$(8.18) \quad \begin{aligned} & \lambda \text{kb}. \lambda \text{f}. \lambda \text{sc}. \lambda \text{tu}_p. \lambda \text{tu}. \\ & \exists \text{t}_1 \in \text{entries}(\text{kb})(\text{f})(\text{theme}_1), \text{t}_2 \in \text{entries}(\text{kb})(\text{f})(\text{theme}_2), \text{script} : \\ & \quad \left(\text{script_slot}(\text{kb}, \text{f}, \text{script}) \wedge \text{script} = \text{sc} \right) \rightarrow \\ & \quad \forall \text{p}, \text{e}_1 \in \text{entries}(\text{kb})(\text{f})(\text{sc}), \text{e}_2 \in \text{entries}(\text{kb})(\text{f})(\text{script}) : \\ & \quad \left(\text{ord}(\text{kb}, \text{f}, \text{sc}, \text{e}_1) = \text{ord}(\text{kb}, \text{f}, \text{script}, \text{e}_2) \right) \rightarrow \\ & \quad \left(\text{m-prop}(\text{r}(\text{e}_1), \text{t}_1, \text{p}) \leftrightarrow \text{m-prop}(\text{r}(\text{e}_2), \text{t}_2, \text{p}) \right) \end{aligned}$$

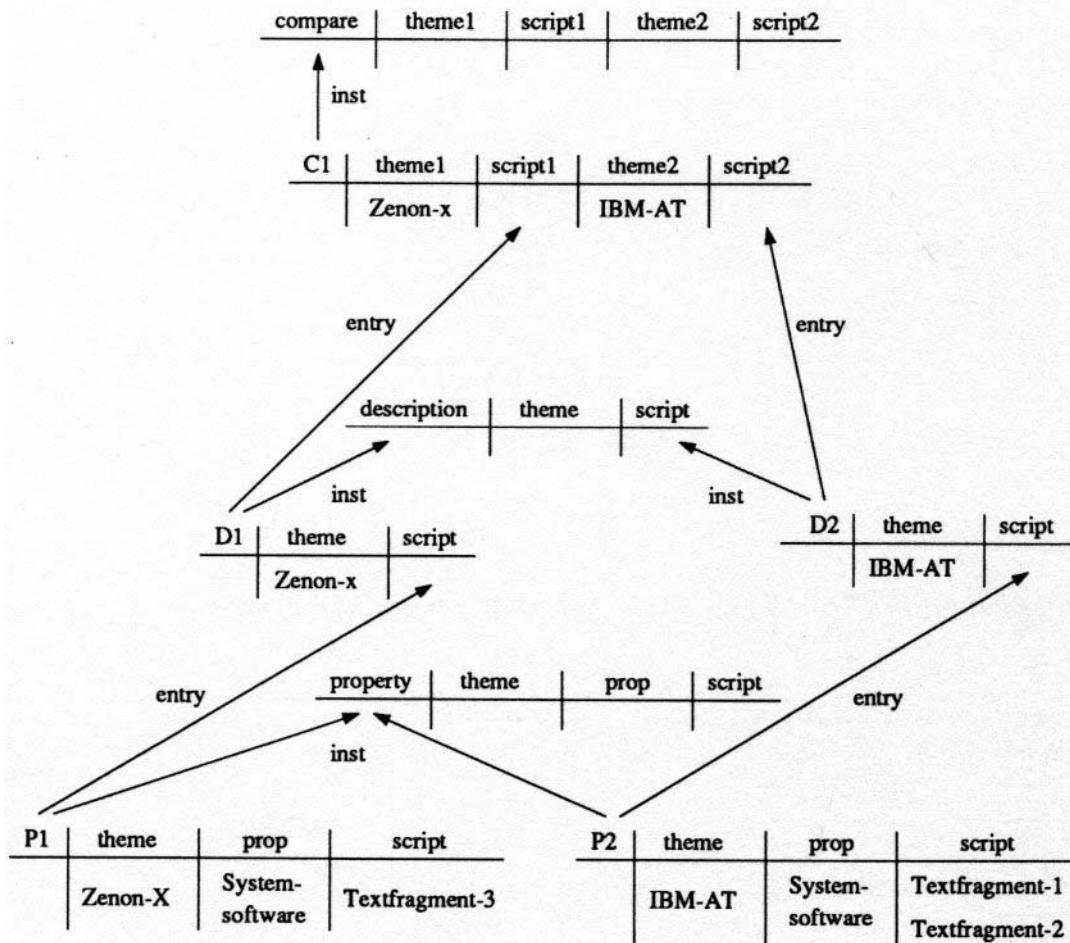


Abbildung 24 Die dargestellte Ausprägung eines Scripts-Netzwerks repräsentiert ein Pfadsystem, dessen thematische Struktur weitgehend mit der in Abb. 12 dargestellten übereinstimmt. Script-Slots und –Einträge sind als in der Folge ihres Auftretens sortiert aufzufassen.

9 Zusätzliche Kriterien für Auswahl und Anordnung von Text-Einheiten

Die Kriterien zur Auswahl und Anordnung von Texteinheiten, wie sie bisher definiert wurden, sind ausschließlich thematisch-strukturell begründet. Zur Auswahl relevanter oder zur Diskriminierung thematisch äquivalenter Text-Segmente müssen zusätzliche Kriterien formuliert werden.

9.1 Bezug auf die Ordnung des Originaltextes

Berücksichtigt man den heuristischen Charakter derzeitig verfügbarer Texterschließungsverfahren, so ist es vorteilhaft, wenn eine nach rein thematischen Kriterien aufgebaute Textsequenz durch Übereinstimmung von Teilsequenzen mit den jeweiligen Originaltexten abgesichert werden kann. Die Bevorzugung von Hypertext-Pfaden, die sich innerhalb des gleichen Original-Dokuments bewegen, kann auch dazu beitragen, stilistische Brüche zwischen den Text-Einheiten zu vermeiden. In schwächerer Form gilt das Argument für verschiedene Originalartikel des gleichen Autors oder solchen, die dem gleichen Publikationsorgan entnommen wurden. Die ursprüngliche Anordnung von Text-Einheiten in den Original-Texten, kann durch eigene, voll instanzierte Scripts verfügbar gehalten werden. Zusätzliche Angaben zu den bibliographischen Angaben, wie Autor und Publikationsorgan können ebenfalls bereitgestellt werden.

Zusätzliche Evidenz kann eine thematisch begründete Text-Sequenz auch durch Zitierungen zwischen den Original-Dokumenten (Croft 89) erhalten, die ebenfalls über spezielle Scripts zugänglich gemacht werden können.

9.2 Thematische Auswahl aufgrund von Relevanzinformation

Die bisher definierten Auswahl- und Sequenzialisierungskriterien sind ausschließlich text-immanent. Sie formalisieren Wohlgeformtheitsbedingungen, die erlaubte, d.h. kohärente Pfade, von inkohärenten und daher nicht erlaubten unterscheiden. Sie sind nicht geeignet relevante, d.h. zur Befriedigung eines Interesses oder zur Erfüllung einer Aufgabe benötigte Information, vor irrelevanter zu bevorzugen. Relevanzinformation kann entweder durch explizite Angabe von Konzepten (analog zu konventionellen Retrievalsystemen) in das System eingebracht werden oder — im Fall kooperativer Systeme — aus Benutzer- (Kobsa 85) oder Aufgabenmodellen erschlossen werden. Im Kontext dieser Arbeit kann nur auf die Einbeziehung explizit vorgegebener Interessenprofile in eine thematisch begründete Navigationsstrategie eingegangen werden. Ebenso, wie sich die Salienz der im Originaltext verwendeten Begriffe zurückführen lässt auf ein Relevanzentscheidung des Autors, so kann die Salienz der in einem Hypertext-Pfad auftretenden Begriffe zu einem Interessenprofil in Beziehung gesetzt werden.

Ein solches Interessenprofil wird als eine Menge aktiver Frame-Strukturen in einer gesonderten Wissensbasis (kb_p) repräsentiert. Eine interessenbezogene Textrepräsentation kann dann durch eine Filteroperation ($rel \in Frames \times Frames \rightarrow Frames$) erzeugt werden, die nur solche Konzepte als salient gelten lässt, die sich mit dem Interessenprofil in Verbindung bringen lassen. Anknüpfungspunkte für weitere Navigation sollten unabhängig von einem vorformulierten Profil aufgezeigt werden können. Repräsentierte Konzept-Erwähnungen werden daher unverändert übernommen. Analog zu den bisher definierten Filteroperationen bleiben die eigentlichen Frame-Strukturen unverändert.

- $$\forall kb, kb_p : id(kb, rel(kb_p)(kb))$$
- (9.1) $\forall kb, kb_p, f : mentioned(kb, f) \leftrightarrow mentioned(rel(kb_p)(kb), f)$
- $$\forall kb, kb_p, f, s : m\text{-prop}(kb, f, s) \leftrightarrow m\text{-prop}(rel(kb_p)(kb), f, s)$$

Ein Konzept wird dann als relevant angesehen, wenn es entweder selbst oder wenn ein Oberbegriff im Interessenprofil erwähnt ist. Ein Merkmal eines Konzepts wird als relevant angesehen, wenn es im Interessenprofil dem Konzept als salientes Merkmal zugeordnet ist, oder ein Oberbegriff ein korrespondierendes salientes Merkmal hat.

- $$\forall kb, kb_p, f : salient(rel(kb_p)(kb), f) \leftrightarrow \exists f' : salient(kb_p, f') \wedge$$
- $$\wedge salient(gen(\{sf(f)(kb)\})(kb_p), f')$$
- $$\forall kb, kb_p, f, s : sal\text{-prop}(rel(kb_p)(kb), f, s) \leftrightarrow \exists f', s' : sal\text{-prop}(kb_p, f', s') \wedge$$
- $$\wedge sal_prop(gen(\{ss(f)(s)(kb)\})(kb_p), f')$$

Diese Abbildung entspricht einer konzept- bzw. merkmalsorientierten — daher die Filter *sf* bzw. *ss* — und zusätzlich textspezifischen Anwendung des Filters zur Makro-Strukturierung von Textmengen (s. Formeln 7.6, 7.7). Die Relevanzentscheidung erfolgt also nicht allein aufgrund der aktuell repräsentierten Inhalte einer Texteinheit, sondern auch aufgrund des möglichen makro-strukturellen Kontextes.

Als Relevanzmenge kann man dann die Texteinheiten auffassen, die bezüglich des Interessenprofils relevante Frames/Slots enthalten. Als ein Qualitätskriterium für eine Suchanfrage kann, neben dem Recall, der Grad der thematischen Abgeschlossenheit der Relevanzmenge verwendet werden, die als das Verhältnis der aus relevanten Texteinheiten in die Relevanzmenge zurück verweisenden thematischen Referenzen zur Gesamtzahl aller von der Relevanzmenge ausgehenden Referenzen definiert werden kann. Das anzustrebende Verhältnis von Recall und thematischer Abgeschlossenheit ist abhängig vom geplanten Interaktionsstil. Bei eher systemgeführter Interaktion ist eine geleitete Navigation innerhalb einer weitgehend geschlossenen Relevanzmenge von Vorteil, während assoziative Exploration aus der Relevanzmenge herausführen können soll. Im Fall des Orientierungsverlustes kann dann zu einer in die Relevanzmenge zurückführenden geleiteten Navigation übergegangen werden.

10 Scriptgesteuerte Navigation

Ein auf den bisher definierten Hypertext-Strukturen definiertes Interaktionsmodell muß, gerade weil die Strukturen relativ komplex sind, möglichst einfach sein, um eine Überforderung des Benutzers zu vermeiden, d.h. eine kleine Zahl mächtiger generischer Operatoren sollte modusfrei in jedem Kontext konsistent anwendbar sein. Diese Operatoren, die sich kognitiv plausibel in die jeweils gültige Interaktions-Metapher einfügen müssen, können dann spezifisch für die zu manipulierenden *informationellen Objekte* realisiert werden. Am Beispiel des Dialogmodells des graphischen Retrievalsystems TOPOGRAPHIC (Thiel/Hammwöhner 87) soll eine Möglichkeit der Interaktion mit Textwissensbasen gezeigt werden. Dieses Dialogmodell wird dann im Bezug auf Hypertext-Navigation diskutiert und entsprechend angepaßt.

10.1 Interaktion mit Textwissensbasen: Das Dialogmodell von TOPOGRAPHIC

Der Dialog mit TOPOGRAPHIC wird im wesentlichen durch drei genetische deiktische Operatoren gesteuert, die durch Zeigen mit der Maus und Betätigen einer der Maus-Tasten ausgelöst werden können:

- *select*: Auswahl eines Referenz-Objekts zur Fokussierung von nachfolgenden Dialogschritten.
- *browse*: Der Kontext des zugehörigen Referenzobjekts wird gezeigt.
- *zoom*: Wechsel des Abstraktionsgrades der Darstellung.

Formulierung der Query

Der Aufbau einer Suchfrage geschieht in TOPOGRAPHIC, indem während explorativer Navigation im Weltwissen relevante Konzepte ausgewählt werden. Die Erkundung der Taxonomie beginnt bei den allgemeinsten Begriffen (*Produkt*, *Markt*, etc.) in einer monohierarchischen Darstellung der Begriffshierarchie. Durch sukzessive *browse*-Operationen können immer spezifischere Begriffe erreicht werden (s. Abb. 27).

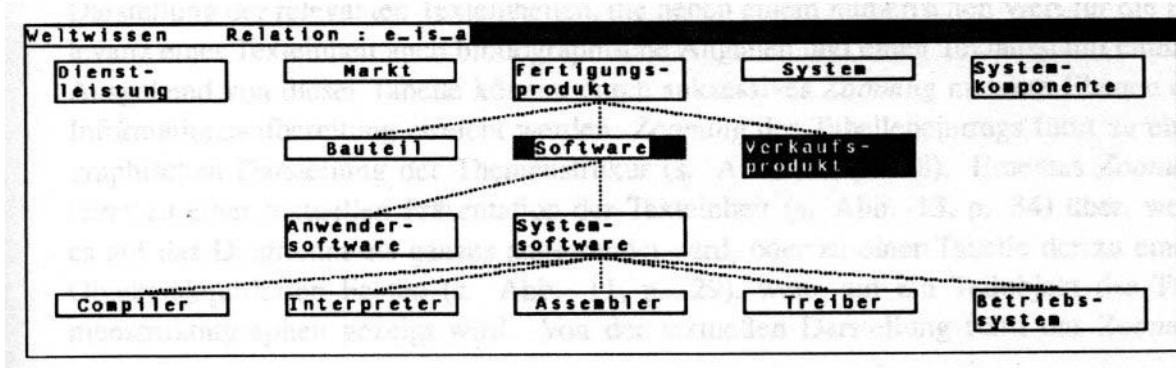


Abbildung 25 Hierarchische Darstellung der Ober-/Unterbegriffshierarchie des Weltwissens

Erneutes Zeigen auf ein Konzept bewirkt³⁷ die Erweiterung des Kontextes auf weitere relationale Verbindungen, die dann bezogen auf genau dieses Konzept polyhierarchisch dargestellt werden (s. Abb. 28).

³⁷ Auch in natürlichsprachlichen Dialogen (Schmauks 86) wird der Wiederholung von Zeigehandlungen eine besondere Bedeutung zugemessen, die bei gleichen Referenten im allgemeinen einer Verstärkung – dementsprechend hier der Wunsch nach mehr Kentext-Information – entspricht.

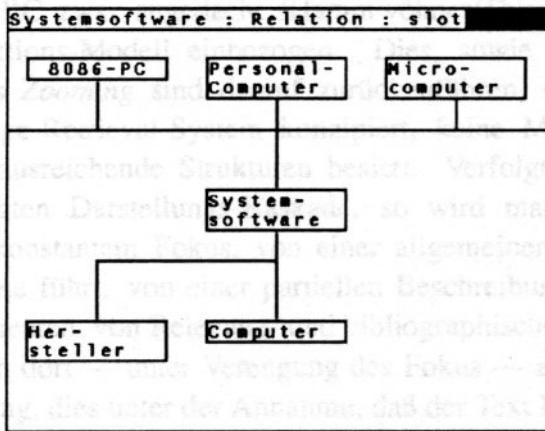


Abbildung 26 Polyhierarchische Darstellung der relationalen Verknüpfung eines Konzepts – hier: Merkmalsrelation

Die Auswahl von Konzepten für die Suchfrage erfolgt durch Anwendung des Selektions-Operators auf ein Konzept oder eine Relationskante, so daß ein Themenprofil entsteht, das den Textrepräsentationen strukturgleich ist. Dabei wird durch eine sofortige Überprüfung der Text-Repräsentationen sichergestellt, daß nur solche Konzepte angewählt werden können, zu denen auch Texte vorhanden sind. Ein *Zoom* auf das Weltwissen schränkt den Fokus auf die relevanten Konzepte ein, so daß die Suchanfrage, analog dem Themenprofil einer Texteinheit (s.a. Abb. 10, p. 28) als Graph präsentiert werden kann. Interpretiert man die Suchanfrage nicht als ein von den Texteinheiten unabhängig existentes Objekt, sondern als eine partielle Beschreibung der Makro-Struktur der gesuchten Textmenge, so läßt sich der Übergang von Suchanfrage zu Relevanzmenge als ein Navigationsschritt (*Zooming*) auffassen, es ergibt sich also eine konsistente Einbettung des Matching in das räumliche Paradigma.

Exploration der Relevanzmenge

Durch *Zooming* der Suchanfrage gelangt der Benutzer zu einer tabellarischen Darstellung der relevanten Texteinheiten, die neben einem numerischen Wert für die Relevanz einer Texteinheit auch bibliographische Angaben und einen Textausschnitt enthält. Ausgehend von dieser Tabelle können durch sukzessives *Zooming* mehrere Ebenen der Informationsaufbereitung erreicht werden. *Zooming* des Tabelleneintrags führt zu einer graphischen Darstellung der Themenstruktur (s. Abb. 10, p. 28). Erneutes *Zooming* leitet zu einer textuellen Präsentation der Texteinheit (s. Abb. 13, p. 34) über, wenn es auf das Diagramm als ganzes angewendet wird, oder zu einer Tabelle der zu einem Objekt akquirierten Fakten (s. Abb. 11, p. 29), wenn auf ein Teilobjekt des Themenstrukturgraphen gezeigt wird. Von der textuellen Darstellung führt das *Zooming* zu einem unter Einbeziehung des Interessenprofils formulierten Abstract des Gesamttextes und schließlich zum Gesamttext selbst, der dann in der ursprünglichen Lesefolge durchgeblättert werden kann.

Ansätze zu einer Navigation zwischen Texteinheiten wurden im Rahmen des Projekts TOPOGRAPHIC zwar angedacht (Hammwöhner/Thiel 87), aber nicht konsequent in das Interaktions-Modell einbezogen. Dies, sowie einige Inkonsistenzen in der Konzeption des *Zooming* sind darauf zurückzuführen, daß TOPOGRAPHIC, ursprünglich als Passage-Retrieval-System konzipiert, keine Modellierungsebene für über Textpassagen hinausreichende Strukturen besitzt. Verfolgt man den Ablauf der durch *Zooming* erzeugten Darstellungs-Kaskade, so wird man feststellen, daß sie zunächst, jeweils bei konstantem Fokus, von einer allgemeineren zu einer detaillierteren Darstellungs-Ebene führt: von einer partiellen Beschreibung der Makro-Struktur zu konkreten Textfragmenten, von Relevanz- und bibliographischer Information zur thematischen Struktur, von dort — unter Verengung des

Fokus — zu Faktenangaben oder zur textuellen Darstellung, dies unter der Annahme, daß der Text Details enthält, die von der Analyse nicht erschlossen werden. Der nächste Dialogschritt führt zum Abstract des Gesamttextes, das bedeutet eine Erweiterung des Fokus unter Verallgemeinerung der Inhalte, und damit unseres Erachtens einen Bruch im Zooming-Konzept, der darauf zurückzuführen ist, daß alle Navigationsschritte auf Textpassagen bezogen werden.

10.2 Hypertext-Navigation in Textwissensbasen

Während die Aufgabe von TOPOGRAPHIC in erster Linie in einer graphisch interaktiven Formulierung einer Suchanfrage und der sukzessiven Präsentation der relevanten Textfragmente auf verschiedenen Abstraktionsniveaus (*Zooming*) ist, wird eine Interaktionskomponente für Hypertexte mehr Gewicht auf die Interdependenzen zwischen Texteinheiten legen, die durch intertextuelle Navigation auf gleichem Abstraktionsniveau erreicht werden können (*Browsing*). Analog zu TOPOGRAPHIC lassen sich eine erste Dialogphase zur Definition einer Relevanzmenge und eine zweite Exploration dieser Textmenge (und darüber hinaus) unterscheiden.

Einbettung des Matching

Die Formulierung einer Suchanfrage kann, wie in TOPOGRAPHIC, durch Setzen von Aktivierungen im Weltwissen erfolgen. Hinsichtlich der Einbettung des Matching in das Dialogmodell ergibt sich jedoch eine Alternative. Eine allgemein gehaltene Query kann, wie oben beschrieben, als partielle Beschreibung der Makro-Struktur einer Menge von Text-Passagen gedeutet werden und durch Zooming exploriert werden. Eine Anfrage mit konkreten Begriffen kann aber auch als Repräsentation einer virtuellen Texteinheit aufgefaßt werden, auf die rhetorische Relationen bezogen werden können. Enthält eine solche Query z.B. konkrete Faktenangaben, können von ihr aus durch *Browsing* Texteinheiten direkt erreicht werden, die diese Angaben bestätigen, elaborieren oder auch widerlegen.

Browsing in Hypertexten

Das *Browsing* entspricht der Navigation entlang von Hypertext-Pfaden. Jedes *Browse* wird in Bezug auf die im Augenblick aktiven Pfade wie folgt ausgewertet:

- Verweist eine *Browse-Operation* ohne Spezifikation eines thematischen Fokus auf eine Text-Einheit, so wird der aktuelle Pfad fortgesetzt. Kommen mehrere Text-, Einheiten in Frage, so wird durch Menüs eine Auswahl aus den im Rahmen des Scripts erlaubten Relationsverbindungen ermöglicht.
- Wird ein Fokus spezifiziert, indem beim *Browsing* zusätzlich auf ein Konzept gezeigt wird, so heißt das, daß sich folgende rhetorische Relationen exakt auf dieses Konzept beziehen sollen. Im einfachsten Fall bedeutet das den Einsatz einer entsprechenden Filteroperation beim nächsten Navigationsschritt im gleichen Script. Ist eine Bezugnahme auf dieses Konzept in dem aktuellen Script jedoch nicht erlaubt, so wird versucht, diese Aktion in einem Super- oder Subscript zu interpretieren, die falls nicht vorhanden auch neu instanziert werden können. Das aktuelle Script sei z.B. der redundanzfreien Elaboration von Merkmalen eines Micro-Computers gewidmet (*Zenon-x*), wobei die Merkmale *Cpu* und *Betriebssystem* schon durch je eine Text-Einheit belegt sind. Für die weitere Navigation ergeben sich je nach Fokus der Broutfe-Operation folgende Alternativen:
 - Wird kein Fokus spezifiziert, oder bezieht er sich auf ein noch nicht erwähntes Merkmal (z.B. *Anwender-Software*), so wird der Pfad fortgesetzt

(im letzteren Fall mit einer Text-Einheit zur *Anwender-Software* des *Zenon-x*).

- Ist ein bereits erwähntes Merkmal im Fokus (z.B. *Betriebssystem*), wird ein Sub-Script instanziert, das der Elaboration dieses Merkmals dient.
- Wenn sich die Operation auf einen anderen Micro-Computer bezieht, muß sie im Rahmen eines Super-Scripts interpretiert werden, das den Vergleich der beiden f Rechner vorsieht.

. Die ersten Dialogschritte nach Formulierung der Query können entweder im Rahmen eines vorgegebenen Pfadsystems (z.B. *Beschreibung eines Objekts*) interpretiert werden, oder aber die Auswahl eines geeigneten Pfades induzieren

Zooming in Hypertexten

Das Explorieren längerer Kaskaden von Darstellungsvarianten, die zudem jeweils unterschiedlich zu manipulieren sind, durch *Zooming* — analog zur Navigation im TOPOGRAPHIC-System — würde das Interaktionsmodell überfrachten. Das *Zoom-wg*-Konzept wird deshalb vereinfacht:

- Zu jedem Hypertext-Pfad kann durch *Zooming* ein Abstract angefordert werden, das Abstract eines Original-Textes ist ein Sonderfall davon.
- *Zoom* auf einen Objekt-Bezeichner erzeugt eine Tabelle mit den im jeweiligen Kontext — Script bzw. Text-Einheit — akkumulierten Fakten.
- Text und Strukturdiagramm sind alternative Darstellungen zwischen denen gewechselt werden kann.

11 Aspekte einer Implementation

In Abschnitt 3.3 wurden *Informationelle Objekte* als konstruktive Elemente graphischer Interaktion eingeführt. Indem sie die Abbildung von Texten und Elementen der Repräsentationssprache auf prototypische graphische Layouts definieren, stellen die informationellen Objekte die höchste Beschreibungsebene einer Hypertext-Benutzerschnittstelle dar. Somit lassen sich die auf der Systemoberfläche zugänglichen generischen Kommandos als Methoden auf informationellen Objekten definieren, die aus Methoden der Repräsentations-Objekte (z.B. Abfragen der von einem Konzept ausgehenden sematischen Relationen) und der graphischen Strukturen (Einfügen von Knoten in eine hierarchische Darstellung) konstruiert werden. Das Zusammenspiel von Referenzobjekten, graphischen Strukturen und informationellen Objekten lässt sich vergleichen mit dem von *Internat Objects*, *Layout Objects* und *Representation Defining Objects* des DBMS User Interface PROTEUS (Anderson et al. 1986), oder den *Application Objects*, *Representation Objects* und *Interaction Objects* des **GWUIMS**³⁸ (Sibert et al 86). Analog zu PROTEUS können auch Kommandos als Objekte verwaltet werden — eine Ergänzung zu den informationellen Objekten, auf die in diesem Kontext nicht eingegangen werden konnte (vgl Thiel/Hammwöhner 1987). Parallelen sind auch erkennbar zu den "Active Values" genannten *constraints* im Coral-System (Szekely/Myers 1988). Durch die in den *constraints* fest vorgegebenen Beziehungen zwischen Datenobjekten und Graphik wird die Flexibilität gegenüber den *informationellen Objekten*, von denen jedem Referenzobjekt mehrere zugeordnet werden können, jedoch reduziert. Indem die *informationellen Objekte* verschiedene Sichten auf ein Referenzobjekt erlauben, sind sie den *Perspectives* (Stefik/Bobrow 84) von KRL vergleichbar.

Die Implementation der Benutzerschnittstelle von TOPOGRAPHIC erfolgte durch die Einbettung von Konstrukten objektorientierter Sprachen³⁹ in Prolog. Das Message-Passing geschieht dabei durch Variablen-Instanzen (s. Shapiro/Takeuchi 1983), während die einer Objektklasse zugeordneten Methoden durch Klauseln definiert sind, wobei der Klauselkopf den Methodenfilter und der Klauselkörper den Methodenkörper stellt. Zustände von Objekten (Belegung der Instanzvariablen) werden im Gegensatz zur Darstellung von Objekten als rekursiven Klauseln (Shapiro/Takeuchi) durch Fakten in der Prolog-Datenbasis repräsentiert. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt das SPOOL-System (Fukunaga/Hirose 1986); aber anders als dort ist im TOPOGRAPHIC-UIMS die Möglichkeit zur nicht-deterministischen Programmierung nicht eingeschränkt, da etwaige Seiteneffekte (z.B. Änderung der Wissensbasis) im Fall von *backtracking* rückgängig gemacht werden (Hammwöhner/Thiel 1986). Daher können die auf Objekten definierten Methoden, die durch Hornklauseln spezifiziert werden, auch als Transaktionen aufgefaßt werden, so daß nicht erfolgreich abgeschlossene Aktionen selbst beim Fehlen einer expliziten Fehlerbehandlung immer einen definierten Zustand erzeugen. Der Zugriff auf die Wissensbasen wird dabei durch die Bereitstellung von backtrack-fähigen FRM-Zugriffsoperationen, die in etwa den in dieser Arbeit verwendeten Basisprädikaten (F. 5.5 - F. 5.11) entsprechen, in Prolog (Dambon 86) ermöglicht.

Das oben skizzierte objektorientierte System verfügt über keine Mechanismen zur Vererbung und zur Änderung von FRM-Wissensbasen. Für die Planung von Hypertext-Pfaden, die auf sukzessiver Instanzierung von Scripts beruht, ist insbesondere die Möglichkeit zum Wissensbasis-Update entscheidend. Beschränkt man sich hier auf die Manipulation von Instanzen, lässt also das Gefüge der Spezialisierungshierarchie unangetastet, lassen sich

³⁸ George Washington User Interface Management System

³⁹ Prinzipielle Eigenschaften objektorientierter Systeme erläutern Goldberg/Robson (83)

entsprechende Änderungsoperatoren als Modal-Operatoren in einen ansonsten unveränderten Prolog-Interpreter einbetten. Damit wird, entsprechend der von Warren (84) vorgeschlagenen modallogischen Interpretation von Datenbank-Änderungen, eine formal fundierte Erweiterung von Prolog erzielt. Damit ist auch die Grundlage gebildet für eine Integration von frame-orientierter Wissensrepräsentation und objektorientierter Schnittstellenspezifikation, wie sie durch strukturelle Parallelen nahegelegt wird (Rathke 86). Indem die Repräsentation der deklarativen Aspekte von Objekten, d.h. Typ und Belegung von Instanzvariablen, sowie Abhängigkeiten zwischen ihnen, in Form von Frames erfolgt, kann unter Ausnutzung der Spezialisierungshierarchie auch ein Klassen-Mechanismus für Objekte eingeführt werden, der die Spezifikation von allgemeinen Regularitäten im Verhalten der Schnittstelle vereinfacht.

12 Ausblick

Ein auf der thematischen Struktur von Textmengen basierender Hypertext, wie er anhand des in dieser Arbeit vorgestellten Modells konstruiert werden kann, stellt einen erheblichen Fortschritt gegenüber kontextfreien Retrieval-Systemen dar. Die Anwendung textlinguistisch fundierter Prinzipien für die Strukturierung von Hypertexten ist allerdings auch über das Information Retrieval hinaus von Interesse. Die formalisierte Version dieses Ansatzes ist allerdings nur für deskriptive Texte adäquat, argumentative oder narrative Hypertexte müssen darüber hinaus weitergehende semantische bzw. pragmatische Relationen bereitstellen. Voraussetzung ist, daß derartige Relationen im Originaltext erkannt werden können — eine Anforderung an eine elaboriertere Textanalyse — bzw. daß die Vorbedingungen für das Bestehen der Relationen an den Textrepräsentationen überprüft werden können — eine Anforderung an eine mächtigere Repräsentations sprache.

Der nächste Schritt einer konsequenten Weiterentwicklung des oben beschriebenen Hypertext-Modells in Richtung wissensbasierter Hypertext-Konstruktion scheint uns die Einbeziehung von Verben und damit eine detailliertere Untersuchung der MikroKohärenz von Texten in den Textverständens- und Repräsentationsprozeß zu sein, insbesondere müssen Konstrukte für die Repräsentation von Kasus-Rahmen (Fillmore 68) und Aktionsfolgen, z.B. Scripts, in die Repräsentationssprache aufgenommen werden.

13 Literatur

- Agricola, E. 72: Semantische Relationen im Text und im System. The Hague, Paris, 1972.
- Akscyn, R. / McCracken, D. / Yoder, E. 87: KMS: Distributed Hypermedia System for Managing Knowledge in Organizations. In: Hypertext '87 Papers, Chapel Hill, NC, University of North Carolina, 1987, pp. 1-20.
- Alterman, R. 86: Summarization in the Small. In: Sharkey, N.E. (ed): Advances in Cognitive Science 1, Chichester, 1986, pp. 72-93.
- Andersen, T.L. / Ecklund, E.F. / Maier, D. 86: PROTEUS: Objectifying the DBMS User Interface. In: Dittrich, K. / Dayal, U. (ed): Proceedings 1986 International Workshop on Object-Oriented Database Systems, 1986, pp. 133-145. Ballmer, T.T. 76: Macrostructures. In: van Dijk, T. A. (ed.): Pragmatics of Language and Literature. Amsterdam, 1976, pp. 1-22.
- Bates, M.J. 85: An Exploratory Paradigm for Online Information Retrieval. In: Brookes, B. C. (ed): Intelligent Information Systems for the Information Society. Proceedings of the Sixth International Research Forum in Information Science, 1985, pp. 91-99.
- de Beaugrande, R.-A. / Dressler, W.U. 81: Einführung in die Textlinguistik, Tübingen, 1981.
- Begthol, C. 86: Bibliographic Classification Theory and Text Linguistics: About-ness Analysis, Intertextuality and Cognitive Act of Classifying Documents. In: Journal of Documentation, Vol. 42, No. 2, 1986, pp. 84-113. Belkin, N.J. / Croft, B.W. 87: Retrieval Techniques. In: Williams, Martha E. (ed): Annual Review of Information Science and Technology, Vol. 22, 1987, pp. 104-145.
- Belkin, N. J. / Oddy, R. N. / Brooks, A. M. 82: ASK for Information Retrieval. Part I: Background and Theory. In: Journal of Documentation, Vol. 38, No. 2, 1982, pp. 61-71.
- Bernstein, M. 88: The Bookmark and the Compass: Orientation Tools for Hypertext Users. In: SIGOIS Bulletin, Vol. 9, Nr. 4, 1988, pp. 34^5. Bertin, J. 82: Graphische Darstellungen und die graphische Weiterverarbeitung der Information. Berlin etc., 1982.
- Bigelow, J. / Riley, V. 87: Manipulating Source Code in Dynamic Design. In: Proc. of the Hypertext '87 Conference, 13.-15.11.87, Univ. of NC, Chapel Hill, NC, 1987, pp. 397-408.
- Bis was, G. / Bezdek, J. C. / Marques, M. / Subramanian, V. 87: Knowledge-Assisted Document Retrieval: H. The Retrieval Process. In: Journal of the American Society for Information Science, Vol. 38, No. 2, 1987, pp. 97-110. Blair, D. C. 80: Searching Biases in Large Interactive Retrieval Systems. In: Journal of the American Society for Information Science, Vol. 31, 1980, pp. 271-277.
- Blair, D.C. / Maron, M.E. 85: An Evaluation of Retrieval Effectiveness for a Full Text Document Retrieval System. In: Communications of the ACM, Vol. 28, No. 3, 1985, pp. 289-299.
- Bolter, J.D. / Joyce, M. 87: Hypertext and Creative Writing. In: Proc. of the Hypertext '87 Conference, 13.-15.11.87, Univ. of NC, Chapel Hill, NC, 1987, pp. 41-50.
- Bookstein, A. 85: Probability and Fuzzy-Set Applications to Information Retrieval. In: Williams, M. (ed): Annual Review of Information Science and Technology, Vol. 20, 1985, pp. 117-151.
- Borges, J.L. 81a: Die Bibliothek von Babel. In: Borges, J.L.: Gesammelte Werke, Erzählungen, Bd. 1, München, Wien, 1981, pp. 145-154.

- Borges, J.L. 81b: Der Garten der Pfade, die sich verzweigen. In: Borges, J.L.: Gesammelte Werke, Erzählungen, Bd. 1, München, Wien, 1981, pp. 155-167.
- Boyle, C. / Snell, J. 89: Knowledge Based Navigation under Hypertext. In: Proc. Hypertext II, York, 1989, in Vorbereitung.
- Brachman, R.J. / Schmolze, J.G. 85: An Overview of the KL-ONE Knowledge Representation System. In: Cognitive Science, Vol. 9, 1985, pp. 171-216.
- Brajnik, G. / Guida, G. / Tasso, C. 87: User Modeling in Intelligent Information Retrieval. In: Information Processing & Management, Special Issue: Intelligent Information Retrieval, Vol. 13, No.4, 1987, pp. 305-320.
- Brown, P.J. 87: Turning Ideas into Products: The Guide System. In: Hypertext '87 Papers, Chapel Hill, NC, University of North Carolina, 1987, pp. 33-40.
- Burchfield, R.W. 76: A Supplement to the Oxford English Dictionary, Oxford, 1976.
- Buxton, W. 86: Chunking and Phrasing and the Design of Human-Computer Dialogues. In: Kugler, H.-J. (ed): Information Processing '86, Amsterdam etc., 1986, pp. 475-480.
- Campbell, B. / Goodman, J.M. 87: KAM: A General-Purpose Hypertext Abstract Machine. In: Hypertext '87 Papers, Chapel Hill, NC, University of North Carolina, 1987. pp. 21-32.
- Canter, D. / Rivers, R. / Storrs, G. 85: Characterizing User Navigation through Complex Data Structures. In: Behaviour and Information Technology, Vol. 4, No. 2, 1985, pp. 93-102.
- Carroll, L. 39: Through the Looking-Glass. In: The Complete Works of Lewis Carroll, Glasgow, 1939, pp. 126-250.
- Chang, S. / Lin, B. / Waisser, R. 80: A Generalized Zooming Technique for Pictorial Database Systems. In: Chang / Fu (eds): Pictorial Information Systems. Berlin etc., 1980, pp. 257-269.
- Charney, D. 87: Comprehending Non-Linear Text: The Role of Discourse Cues and Reading Strategies. In: Proc. of the Hypertext '87 Conference, 13.-15.11.87, Univ. of NC, Chapel Hill, NC, 1987, pp. 109-120.
- Christodoulakis, S. / Ho, F. / Theodoridou, M. 86: The Multimedia Object Presentation Manager of Minos: A Symmetrie Approach. In: Sigmod Record, Vol. 15, No. 2, 1986, pp. 295-310.
- Cohen, P.R. / Kjeldsen, R. 87: Information Retrieval by Constrained Spreading Activation in Semantic Networks. In: Information Processing & Management, Vol. 23, No. 4, 1987, pp. 255-268.
- Collier, G.H. 87: Thoth-II Hypertext with Explicit Semantics. In: Hypertext '87 Papers, Chapel Hill, NC, University of North Carolina, 1987, pp. 269-289.
- Conklin, J. 87: A Survey on Hypertext, MCC Technical Report No STP-356-86, Rev. 1, 1987.
- Conklin, J. / Begeman, M.L. 87: gIBIS: AHypertext Tool for Team Design Deliberation. In: Hypertext '87 Papers, Chapel Hill, NC, University of North Carolina, 1987, pp. 247-251.
- Cooke, P. / Williams, I. 89: Design Issues in Large Hypertext Systems for Technical Documentation. In: McAleese, R. (ed.): Hypertext: Theory into Practice. London, 1989, pp. 93-104.
- Cove, J.F. / Walsh, B.C. 88: Online Text Retrieval via Browsing. In: Information Processing & Management, Vol. 24, No. 1, 1988, pp. 31-37.

- Critz, J.T. 82: Frame Based Recognition of Theme Continuity. In: Horecky, J. (ed): COLING-82, Amsterdam etc., 1982, pp. 71-75.
- Croft, W.B. / Thompson, R.H. 87: I3R: A New Approach to the Design of Document Retrieval Systems. In: Journal of the American Society for Information Science, Vol. 38, No. 6, 1987, pp. 389-404.
- Croft, W.B. / Turtle, H. 89: A Retrieval Model for Incorporation Hypertext Links. In: Proc. Hypertext '89, Pittsburg, 1989, pp. 213-224.
- Dambon, P. 86: Validierung eines in C implementierten Frame-Datenmodells anhand einer Spezifikation in PROLOG. Konstanz: Univ. Konstanz, Informationswissenschaft, 1986 (Bericht TOPOGRAPHIC-7/86).
- Daneš, F. 74: Functional Sentence Perspective and the Organization of Text. In: Daneš, F. (ed): Papers on Functional Sentence Perspective, Prag, 1974, pp. 106-128.
- Daneš, F. 78: Zur linguistischen Analyse der Textstruktur. In: Dressler, Wolfgang (ed): Textlinguistik, Darmstadt, 1978, pp. 184-192.
- Danserau, D.F. / Holley, C.D. 82: Development and Evaluation of a Text Mapping Strategy. In: Flammer, A. / Kintsch, W. (eds): Discourse Processing. Amsterdam etc., 1982, pp. 536-554.
- Defude, B. / Chiamarella, Y. 87: A Prototype of an Intelligent System for Information Retrieval: IOTA. In: Information Processing & Management, Vol. 13, No. 4, 1987, pp. 284-303.
- DeJong, G. 82: An Overview of the FRUMP System. In: Lehnert, W. / Ringle, M. (eds): Strategies for Natural Language Processing. Hillsdale/London, 1982, pp. 149-176.
- DeRose, S.J. 89: Expanding the Notion of Links. In: Proc. Hypertext '89, Pittsburg, 1989, pp. 249-258.
- van Dijk, T. 79: Relevance Assignment in Discourse Comprehension. In: Discourse Processes, Vol. 2, No. 2, 1979, pp. 113-126.
- van Dijk, T. 80a: Macrostructures, Hillsdale, 1980.
- van Dijk, T. 80b: Textwissenschaft, München, 1980.
- Dorfmüller-Karpusa, K. / Dorfmüller, T. 85: Some Interdisciplinary Remarks about Coherence. In: Sözer, E. (ed): Text Connexity, Text Coherence. Papiere zur Textlinguistik Band 49, Hamburg, 1985, pp. 555-566.
- Doyle, L.B. 62: Indexing and Abstracting by Association. In: American Documentation, Vol. 13, No. 4, 1962, pp. 378-390.
- Eco, U. 90: Lector in Fabula. München 1990.
- Fähnrich, K.P. / Ziegler, J. 85: Direkte Manipulation als Interaktionsform an Arbeitsplatzrechnern. In: Bullinger, H.J. (ed): Software-Ergonomie '85. Stuttgart, 1985, pp. 75-85.
- Fillmore, C J. 68: The Gase for Case. In: Bach, E. / Harms, R.T. (eds): Universals in Linguistic Theory. New York, 1968, pp. 1-88.
- Firbas, F. 74: Some Aspects of the Czechoslovak Approach to Problems of Functional Sentence Perspective. In: Daneš, F. (ed): Papers on Functional Sentence Perspective, Prag, 1974, pp. 11-37.

- Fischer, G. / McCall, R. 89: JANUS: Integrating Hypertext with a Knowledge-Based Design Environment. In: Proc. Hypertext'89, Pittsburg, 1989, pp. 105-117.
- Foss, C.L. 88: Effective Browsing in Hypertext Systems. Proc. RIAO 88, pp. 92-97.
- Fox, E.A. 87: Development of the Coder System: A Testbed for Artificial Intel-ligence Methods in Information Retrieval. In: Information Processing & Management, Vol. 23, No. 4, 1987, pp. 341-366. f
- Frei, H. P. / Jauslin, J. F., 83: Graphical Presentation of Information and Services: A User Oriented Interface. In: Information Technology: Research and; Development, No. 2, 1983, pp. 23-42.
- Fridman, L.G. 88: Thematische Absatzkomplexe als Texteinheiten. In: Wissenschaftliche Zeitschrift, Gesellschaftswissenschaftliche Reihe, Friedrich Schiller[^] Universität Jena, Vol. 37, No. 3, 1988, pp. 267-275. I
- Frisse, M.E. 87: Searching for Information in a Hypertext Medical Handbook. In: Proc. of the Hypertext '87 Conference, 13.-15.11.87, Univ. of NC, Chapel Hill, NC, 1987, pp. 57-66.
- Frisse, M.E. 88: From Text to Hypertext. In: Byte, Vol. 13, No. 10, 1988, pp. 247-253.
- Fukunaga, K. / Hirose, S. 86: An Experience with a Prolog-Based Object-Oriented Language. In: OOPSLA '86 Proceedings, 1986, pp. 224-231.
- Fum, D. / Guida, G. / Tasso, C. 82: Forward and Backward Reasoning in Automatic Abstracting. In: Proc. 9th Int. Joint. Conf. on Artificial Intelligence, 1982, pp. 840-844.
- Fum, D. / Guida, G. / Tasso, C. 84: A Propositional Language for Text Rep-re-sentation. In: Bara, B.G. / Guida, G. (ed): Computational Models of Natural Language Processing, 1984, pp. 121-150.
- Garcia-Berrio, A. / Mayordomo, T.A. 88: Compositional Structure: Macrostruc-ture. In: Petöfi, J. (ed): Text and Discourse Constitution. Berlin et al., 1988, pp. 170-211.
- Garg, P.K. / Scacchi, W. 87: On Designing Intelligent Hypertext Systems for Information Management in Software Engineering. In: Proc. of the Hypertext '87 Conference, 13.-15.11.87, Univ. of NC, Chapel Hill, NC, 1987, pp. 409-432.
- Giora, R. 83a: Functional Paragraph Perspective. In: Petöfi, J.S. / Sözer, E. (ed): Micro and Macro Connexity of Texts. Hamburg, 1983, pp. 153-182.
- Giora, R. 83b: Segmentation and Segment Cohesion: On the Thematic Organiza-tion of the Text. In: Text, Vol. 3, No. 2, 1983, pp. 155-181.
- Glushko, RJ. 89: Design Issues for Multi-Document Hypertexts. In: Proc. Hypertext '89, Pittsburg, 1989, pp. 51-60.
- Goldberg, A[^]Robson, D. 83: Smalltalk-80, Reading, Massachusetts et al., 1983.
- Grice, H.P. 75: Logic and Conversation. In: Cole, R. / Morgan, J. L. (ed): Syntax and Semantics, Vol. 3, Speech Acts, New York et al., 1975, pp. 41-58.
- Große, E.U. 74: Texttypen, Stuttgart et al. 1974.
- Gülich, E. / Raible, W. 77: Linguistische Textmodelle. Basel etc., 1977.
- Hahn, Udo 86: Methoden der Volltextverarbeitung in Informationssystemen. In: Kuhlen, Rainer (ed): Informationslinguistik. Tübingen, 1986, pp. 195-216.
- Hahn, U. / Reimer, U. 86a: TOPIC-Essentials. In: COLING-86. Proceedings of the 1 Ith International Conference on Computational Linguistics, 1986, pp. 497-503.

- Hahn, U. / Reimer, U. 86b: Semantic Parsing and Summarizing of Technical Texts in the TOPIC-System. In: Kuhlen, R. (ed): *Informationslinguistik*, Tübingen, 1986, pp. 153-193.
- Hahn, U. 87: Lexikalisch verteiltes Text-Parsing. Eine objekt-orientierte Spezifikation eines Wortexpertenstems auf der Grundlage eines Aktorensystems. Dissertation, Konstanz, 1987.
- Hahn, U. 90: Topic Parsing Accounting for Text Macro Structures in Full-Text. In: *Information Processing & Management*, Special Issue on Natural Language Processing and Information Retrieval. Vol. 26, No. 1, 1990, pp. 135-170.
- Hahn, U. / Reimer, U. 88: Knowledge-Based Text Analysis in Office Environments: The Text Condensation System TOPIC. In: Lamersdorf, W. (ed): *Office Knowledge: Representation, Management and Utilization*. Amsterdam, 1988, pp. 197-215.
- Hammwöhner, R. / Thiel, U. 86: Die Behandlung graphischer Seiteneffekte in Prolog. In: Schindlet, S. (ed): *Tagungsband der 16. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik in Berlin, 6.-10. Oktober 1986, Band I*, Berlin et al. Springer, 1986, pp. 314-321.
- Hammwöhner, R. / Thiel, U. 87: Content Oriented Relations between Text Units — A Structural Model for Hypertexts. In: *Hypertext '87 Papers*, Chapel Hill, NC, University of North Carolina, 1987, pp. 155-174.
- Hammwöhner, R. 90: Macro-Operations for Hypertext Construction. In: Jonassen, D. (ed): *Proceedings NATO Advanced Research Workshop "Designing Hyper-text/Hypermedia for Learning"*. Rottenburg, FRG, 3.-7. Juli 1989, erscheint im Frühjahr 1990.
- Hatakeyama, K. / Petöfi, J. / Sözer, E. 85: Text, Connexity, Coherence. In: Sözer, Emel (ed): *Text Connexity, Text Coherence*. Papiere zur Textlinguistik Band 49, Hamburg, 1985, pp. 36-105.
- Hayes, P. 80: Expanding the Horizons of Natural Language Interfaces. In: *Proc. of the 18th Annual Meeting of the ACL*, 1980, pp. 71-74.
- Herot, C.F. / Carling, R. / Friedell, M. / Kramlich, D. 80: A Prototype Spatial Data Management System. In: *Computer Graphics*, Vol. 14, No. 3, 1980, pp. 63-70.
- Heydrich, W. 89: Relevant Objects and Situations. In: Conte, M.E. / Petöfi, J.S. / Sözer, E.: *Text and Discourse Connectedness*. Amsterdam / Philadelphia, 1989, pp. 413-425.
- Hobbs, J.R. 83: Why is Discourse Coherent? In: Neubauer, Fritz (ed): *Coherence in Natural Language Texts*. Papiere zur Textlinguistik Band 38, Hamburg, 1983, pp. 29-70.
- Hobbs, J.R. 85: On the Coherence and Structure of Discourse. Stanford University, Report CSLI-85-37, 1985.
- Horányi, Ö. 85: Discoherent Remarks on Coherence. In: Sözer, Emel (ed): *Text Connexity, Text Coherence*. Papiere zur Textlinguistik Band 49, Hamburg, 1985, pp. 567-594.
- Howell, G. 89: Hypertext Meets Interactive Fiction. In: *Proc. Hypertext II Conference*, York, Juli 1989, in Vorbereitung.
- Hutchins, W.J. 77: On the Problem of 'Aboutness' in Document Analysis. In: *Journal of Informatics*, Vol. 1, No. 1, 1977, pp. 17-35.
- Hutchins, J. 87: Summarization : Some Problems and Methods. In: K. P. Jones (ed.): *Informatics 9, Proc. of Informatics 9*, King's College, Cambridge, 26-27 March 1987, London, 1987, pp. 151-173.

- JanoS, J. 79: Theory of Functional Sentence Perspective and its Application for the Purposes of Automatic Extracting. *Information Processing and Management*, Vol. 15, No. 1, 1979, pp. 19-25.
- Jonassen, D. 89: Semantic Networking Approaches to Structuring Hypertext. In: Proc. Hypertext H, York, 1989, in Vorbereitung.
- Jones, W.P. 87: How Do We Distinguish the Hyper from the Hype in Non-Linear Text? In: Bullinger, H.J. / Shackel, B. / Kornwachs, K. (eds): *Human-Computer Interaction — INTERACT 87*, Proceedings of the Second IFIP Conference on Human-Computer Interaction, Univ. Stuttgart, FRG, 1.-4. Sept. 1987.
- Kieras, D.E. 82: A Model of Reader Strategy for Abstracting Main Ideas from Simple Technical Prose. In: *Text*, Vol. 2, No. 1-3, 1982, pp. 47-81.
- Knopik, T. / Ryser, S. 89: AI-Methods for Structuring Hypertext-Information. In: Proc. Hypertext H, York, 1989, in Vorbereitung.
- Kobsa, A. 85: *Benutzermodellierung in Dialogsystemen*. Berlin, 1985.
- Koen, F. / Becker, A. / Young, R. 69: The Psychological Reality of the Paragraph. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, Vol. 8, No. 1, 1969, pp. 49-53.
- Koh, T.T. / Chua 89: On the Design of a Frame-Based Hypermedia System. In: Proc. Hypertext H, York, 1989, in Vorbereitung.
- Kommers, P.A.M. 89: Conceptual Mapping for Knowledge Exchange by HYPERTEXT. In: Jonassen, D. (ed): *Proceedings NATO Advanced Research Work-shop "Designing Hypertext/Hypermedia for Learning"*. Rottenburg, FRG, 3.-7. Juli 1989, erscheint im Frühjahr 1990.
- Kopperschmidt, J. 85: An Analysis of Argumentation. In: van Dijk, T. (ed): *Handbook of Discourse Analysis*, Vol. 2, London, 1985, pp. 159-168.
- Kuhlen, R. 1984: Some Similarities and Differences between Intellectual and Machine Text Understanding for the Purpose of Abstracting. In: Dietschmann, H.J. (ed): *Representation and Exchange of Knowledge as a Basis of Information Processes*, Proceedings IRFIS 5, Amsterdam et al., 1984, pp. 87-109.
- Kuhlen, R. 89: Hypertext — bloß ein neues Hyper — oder ein realistisches Instrument der Darstellung von Wissen und der Erarbeitung von Information. Proc. Deutscher Dokumentartag, in Vorbereitung.
- Kuhlen, R. 90: Hypertext — ein nicht-lineares Medium zur Darstellung von Wissen und Erarbeitung von Information. In Vorbereitung.
- Kuhlen, R. / Hammwöhner, R. / Sonnenberger, G. / Thiel, U. 89: TWRM-TOPOGRAPHIC: Ein wissensbasiertes System zur situationsgerechten Aufbereitung und Präsentation von Textinformation in graphischen Retrievaldialogen. In: *Informatik Forschung und Entwicklung*, Vol. 4, No. 2, 1989, pp. 89-107.
- Kuhlen, R. / Yetim, F. 89: Hyper-Topic — A System for the Automatic Construction of a Hypertext-Base with Intertextual Relations. In: *Online Information 89. 13th International Online Information Meeting*. Oxford, 1989, pp. 257-264.
- Lakin, F. 87: Visual Grammars for Visual Languages. In: *AAAI87 — Proceedings 6th Nat. Conf. on Art. Int.*, Vol. u, Los Altos, 1987, pp. 683-688.
- Landow, G.P. 87: Relationally Encoded Links and the Rhetoric of Hypertext. In: *Hypertext '87 Papers*, Chapel Hill, NC, University of North Carolina, 1987, pp. 331-344.

- Landow, G.P. 89: The Rhetoric of Hypermedia: A Guide for Authors. In: Jonassen, D. (ed): Proceedings NATO Advanced Research Workshop "Designing Hypertext/Hypermedia for Learning". Rottenburg, FRG, 3.-7. Juli 1989, erscheint im Frühjahr 1990.
- Langleben, M.M. 83: An Approach to the Microcoherence of a Text. In: Neubauer, F. (ed): Coherence in Natural-Language Texts. Hamburg, 1983, pp. 71-98.
- Langleben, M.M. 85: A Long Way to the Füll Interpretation. In: Sözer, E. (ed): Text Connexity, Text Coherence. Papiere zur Textlinguistik Band 49, Hamburg, 1985, pp. 106-137.
- Larson, R.P. 88: Hypertext and Information Retrieval: Towards the Next Generation of Information Systems. In: Information & Technology, Proc. of the 51 st Meeting of the American Society for Information Science, Atlanta, Georgia, 1988, pp. 195-199.
- Leggett, J. / Schnase, J. / Kacmar, C. 89: Practical Experiences with Hypertext for Learning. In: Jonassen, D. (ed): Proceedings NATO Advanced Research Workshop "Designing Hypertext/Hypermedia for Learning"¹¹. Rottenburg, FRG, 3.-7. Juli 1989, erscheint im Frühjahr 1990.
- Liebsch, H. / Werchosch, F.-U. 88: Zur Integration von grafisch-figürlichen und lexisch-grammatischen Mitteln in der schriftlichen sprachlichen Kommunikation. In: Potsdamer Forschungen der Pädagogischen Hochschule "Karl Liebknecht" Potsdam, Reihe A, Vol. 89, 1988, pp. 157-165.
- Litman, D J. 89: Linguistic Coherence: A Plan-Based Alternative. In: 24th Ann. Meeting of the Assoc. for Comp. Linguistics, Proceedings of the Conference, ACL, 1986, pp. 215-223.
- Longacre, R.E. 74: Sentence Structure äs a Statement Calculus. In: Brend, Ruth M. (ed): Advances in Tagmemics. Amsterdam et al., 1974, pp. 251-283.
- Longacre, R.E. 76: Discourse. In: Brend, Ruth M. / Pike, K.L. (ed): Tagmemics —Aspects of the Field. Paris, 1976, pp. 1-44.
- Longacre, R.E. 79: The Paragraph äs a Grammatical Unit. In: Givon, T. (ed): Syntax and Semantics 12, New York, 1979.
- Losee, R.M. / Bookstein, A. 88: Integrating Boolean Queries in Conjunctive Normal Form with Probabilistic Retrieval Modes. In: Information Processing & Mf Management, Vol. 23, No. 3, 1988, pp. 315-321.
- Lundquist, L. 85: From Structures to Processes. In: Sözer, E. (ed): Text Connexity, Text Coherence. Papiere zur Textlinguistik Band 49, Hamburg, 1985, pp. 151-175.
- Lundquist, L. 89: Coherence in Scientific Texts. In: Heydrich, W. / Neubauer, F. / Petöfi, J. / Sözer, E. (ed): Connexity and Coherence, Berlin / New York, 1989.
- Maes, P. 87: Computational Reflection. In: Morik, K. (ed): GWAI-87 — llth German Workshop on Artificial Intelligence, Berlin et al., 1987, pp. 251-265.
- Mann, W.C. / Thompson, S.A. 86a: Relational Proposition in Discourse. In: Discourse Processes, Vol. 9, No. 1, 1986, pp. 57-90.
- Mann, W.C. / Thompson, S.A. 86b: Rhetorical Structure Theory: Description and Construction of Text Structures. In: Kempen, G. (ed): Natural Language Generation. New Results in Artificial Intelligence, Psychology and Linguistics. Dordrecht etc., 1986, pp. 85-95.
- Mann, W.C. / Thompson, S.A. 88: Rhetorical Structure Theory: Toward a Functional Theory of Text Organization. In: Text, Vol. 8, No. 3, 1988, pp. 243-281.

- Marchionini, G. / Shneiderman, B. 88: Finding Facts vs. Browsing Knowledge in Hypertext Systems. In: Computer, Vol. , No. 1, 1988, pp. 70-79.
- Marshall, C.C. / Irish, P.M. 89: Guided Tours and Online Presentations: How Authors Make Existing Hypertext Intelligible for Readers. In: Proc. Hypertext '89, Pittsburg, 1989, pp. 15-26.
- McAleese, R. 89: Concepts äs Hypertext Nodes: The Ability to Navigate through Hypertext Nets. In: Jonassen, D. (ed): Proceedings NATO Advanced Research Workshop "Designing Hypertext/ Hypermedia for Learning". Rottenburg, FRG, 3.-7. Juli 1989, erscheint im Frühjahr 1990.
- McKnight, C. / Richardson, J. / Dillon, A. 89: Journal Articles äs Learning Resource: What can Hypertext Offer. In: Jonassen, D. (ed): Proceedings NATO Advanced Research Workshop "Designing Hypertext/ Hypermedia for Learning". Rottenburg, FRG, 3.-7. Juli 1989, erscheint im Frühjahr 1990.
- Miller, G.A. 56: The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. In: Psychological Review, Vol. 63, No. 2, 1956, pp. 81-96.
- Minsky, M. 75: A Framework for Representing Knowledge. In: P.H. Winston (ed): The Psychology of Computer Vision, New York: McGraw-Hill, pp. 211-277.
- Nansard, J. / Nansard, M. / Richy, H. 88: Conceptual Documents: A Mechanism for Specifying Active Views in Hypertext. In: Proc. ACM-Conference on Document Processing Systems, Dec. 5-9, 1988, Santa Fe, New York, 1988, pp. 37-42.
- Negoita, C.V. / Flonder, P. 76: On Fuzziness in Information Retrieval. In: International Journal of Man-Machine Studies, Vol. 8, No. 6, 1976, pp. 711-716.
- Nelson, T.H. 87: Literary Machines, Edition 87.1. (erhältlich von den Verteilern: 702 South Michigan, South Bend, IN 46618), 1987.
- Nielsen, J. 89: Evaluating Hypertext Usability. In: Jonassen, D. (ed): Proceedings NATO Advanced Research Workshop "Designing Hypertext/Hypermedia for Learning". Rottenburg, FRG, 3.-7. Juli 1989, erscheint im Frühjahr 1990.
- Nievergelt, J. 82: Errors in Dialog Design and How to Avoid Them. In: International Zürich Seminar, 1982, 199-205.
- Norman, D.A. 73: Memory, Knowledge and the Answering of Questions. In: Solso, R.L. (ed): Contemporary Issues in Cognitive Psychology. New York, 1973, pp. 135-167.
- Oberquelle, H. 81: Communication by Graphical Net Representation. Universität Hamburg, Bericht Nr. 75, 1981.
- Paris, C.L. / McKeown, K.R. 87: Discourse Strategies for Describing Complex Physical Objects. In: Kempen, G. (ed): Natural Language Generation. Dordrecht et al, 1987, pp. 97-115.
- Parsaye, K. / Chignell, M. Khoshafian, S. / Wong, H. 89: Intelligent Databases. Object-Oriented, Deductive, Hypermedia Technologies. New York etc., 1989.
- Phillips, M. 85: Aspects of Text Structure — An Investigation of the Lexical Organization of Text. Amsterdam et al., 1985.
- Pike, K.L. / Pike, E.G. 77: Grammatical Analysis. Dallas, 1977.
- Plett, H.F. 79: Textwissenschaft und Textanalyse, Heidelberg, 1979.

- Radecki, T. 88a: Trends in Research on Information Retrieval — The Potential for Improvements in Conventional Boolean Retrieval Systems. In: *Information Processes & Management*, Vol. 24, No. 3, 1988, pp. 219-227.
- Radecki, T. 88b: Probabilistic Methods for Ranking Output Documents in Conventional Boolean Retrieval Systems. In: *Information Processes & Management*, Vol. 24, No. 3, 1988, pp. 281-302.
- Rapp, R. / Wettler, M. 90: Simulation der Suchwortgenerierung im Information-Retrieval durch Propagierung in einem konnektionistischen Wortnetz. In: *Nachr. Dok.*, No. 41, 1990, pp. 27-32.
- Rathke, C. 86: Objektorientierte Wissensrepräsentation. In: Fischer, G. / Günzenhäuser, R. (eds): *Methoden und Werkzeuge zur Gestaltung benutzergerechter Computersysteme*, Berlin, 1986, pp. 45-72.
- Rau, L.F. 87a: Information Retrieval from Never-Ending Stories. In: *AAAI87 — Proc. 6th Nat. Conf. on Art. Int.*, Vol. I, Los Altos; Morgan Kaufman, 1987, pp. 317-321.
- Rau, L.F. 87b: Spontaneous Retrieval in a Conceptual Information System. In: *Proc. of the 10th Int. Joint Conf. on AI*, Milan, 1987, pp. 155-162.
- Rauh, G. 88: Tiefenkasus, thematische Relationen und Thetarollen. Tübingen 1988.
- Raymond, D.R. / Tompa, F.W. 87: Hypertext and the New Oxford English Dictionary. In: *Proc. of the Hypertext '87 Conference*, 13.-15.11.87, Univ. of NC, Chapel Hill, NC, 1987, pp. 143-153.
- Reddig, C. 84: Word Expert Parsing: ein Überblick. In: Rollinger, C.R. (ed): *Probleme des (Text-) Verstehens. Ansätze der künstlichen Intelligenz*. Tübingen, 1984, pp. 77-88.
- Reimer, U. 86: A Repräsentation Construct for Roles. *TOPIC-Report* No. 16, Konstanz, 1986.
- Reimer, U. 89: FRM: Ein Frame-Repräsentationsmodell und seine formale Semantik. Berlin, Heidelberg, 1989.
- Reimer, U. 90: Automatic Acquisition of Terminological Knowledge from Texts. Erscheint in: *Proc. ECAI 90*.
- Reimer, U. / Hahn, U. 88: Text Condensation as Knowledge Base Abstraction. In: *Proceedings — The Fourth IEEE Conference on Artificial Intelligence Application*, San Diego, California, Washington, D.C.: Comp. Soc. of the IEEE, 1988.
- Robertson, S.E. / Sparck Jones, K. 76: Relevance Weighting of Search Terms. *Journal of the American Society of Information Science*. Vol. 27, No. 3, 1976, pp. 129-146.
- Robertson, S. E. 80: Some Recent Theories and Models in Information Retrieval. In: Harbo, O. / Kajberg, C. (ed): *Theory and Applications of Information Research*, London, 1980, pp. 131-136.
- Rosenberg, J.K. / Moran, T.P. 85: Generic Commands. In: Shackel, B. (ed): *Human-Computer Interaction — INTERACT '84*. Proc. of the IFIP Conf., Amsterdam et al.: North-Holland, 1985, pp. 245-250.
- Rumelhart, D.E. 75: Notes on a Schema for Stories. In: Bobrow, D.G. / Collins, A. (eds): *Representation and Understanding: Studies in Cognitive Science*. New York, 1975, pp. 211-236.
- Salton, G. / Fox, E.A. / Wu, H. 83: Extended Boolean Information Retrieval. In: *Journal of the American Society of Information Science*, Vol. 36, No. 3, 1985, pp. 200-210.

- Salton, G. / McGill, M.J. 83: *Introduction to Modern Information Retrieval*. New York, 1983.
- Samet, J. / Schank, R. 84: Coherence and Connectivity. In: *Linguistics and Philosophy*, Vol. 7, No. 1, 1984, pp. 57-82.
- Schank, R.C. 77: Rules and Topics in Conversation. In: *Cognitive Science*, Vol. 1, No. 4, 1977, pp. 421-441.
- Schank, R.C. / Abelson, R.P. 77: *Scripts, Plans, Goals, and Understanding*, New York etc., 1977.
- Schmauks, D. 86: Form und Funktion von Zeigegesten — Ein interdisziplinärer Überblick. Universität des Saarlandes, Sonderforschungsbereich 314, Bericht Nr. 10, 1986.
- Schnotz, W. 82: How Do Different Readers Learn with Different Text Organizations? In: Flammer, A. / Kintsch, W. (eds): *Discourse Processing*. Amsterdam etc., 1982, pp. 87-97.
- Shapiro, E. / Takeuchi, A. 83: Object Oriented Programming in Concurrent Prolog. In: *New Generation Computing*, Vol. 1, 1983, pp. 25-48.
- Shneiderman, B. 83: Direct Manipulation: A STEP beyond Programming Languages. In: *IEEE Computer*, Vol. 16, No. 8, 1983, pp. 57-69.
- Shneiderman, B. / Kearsley, G. 89: *Hypertext Hands-On! An Introduction to a New Way of Organizing and Accessing Information*, Reading, MA, 1989.
- Sibert, J.L. / Hurley, W.D. / Bleser, T.W. 86: An Object Oriented User Interface Management System. In: *Computer Graphics*, Vol. 20, No. 4, 1986, pp. 259-268.
- Simmons, R.F. 87: A Text Knowledge Base from the AI Handbook. In: *Information Processing & Management*, Vol. 13, No. 4, 1987, pp. 321-339.
- Smith, J.B. / Weiss, S.F. / Ferguson, G.J. / Boiler, J.D. / Lansman, M. / Beard, W. D.V. 86: WE: A Writing Environment for Professionals. University of North Carolina, TR86-025, 1986.
- Smolensky, P. / Bell, B. / Fox, B. / King, R. / Lewis, C. 87: Constraint-Based Hypertext for Argumentation. In: *Hypertext '87 Papers*, Chapel Hill, NC, University of North Carolina, 1987, pp. 215-245.
- Sonnenberger, G. 88: Flexible Generierung von natürlichsprachigen Abstracts aus Textrepräsentationsstrukturen. In: Trost, H. (ed): 4. Österreichische Artificial Intelligence Tagung, Wiener Workshop — Wissensbasierte Sprachverarbeitung, Berlin etc., 1988, pp. 72-82.
- Stark, H.A. 88: What do Paragraph Markings Do? In: *Discourse Processes*, Vol. 11, No. 3, 1988, pp. 275-303.
- Stefik, M. / Bobrow, D. G. 86: Object Oriented Programming: Themes and Variations. In: *The AI Magazine*, Vol. 6, No. 4, 1986, pp. 40-62.
- Stibic, V. 85: Printed Versus Displayed Information. In: *Nachrichten für Dokumentation*, Vol. 36, No. 4/5, 1985, pp. 172-178.
- Stotts, P.D. / Furuta, R. 88: Adding Browsing Semantics to the Hypertext Model. In: Proc. ACM-Conference on Document Processing Systems, Dec. 5-9, 1988, Santa Fe, New York, 1988, pp. 43-50.
- Streitz, N.A. / Hannemann, J. 89: Elaborating Arguments: Writing, Learning, and Reasoning in a Hypertext Based Learning Environment. In: Jonassen, D. (ed): *Proceedings NATO*

- Advanced Research Workshop "Designing Hypertext/ Hypermedia for Learning¹¹. Rottenburg, FRG, 3.-7. Juli 1989, erscheint im Frühjahr 1990.
- Streitz, N.A. / Hannemann, J. / Thüring, M. 89: From Ideas and Arguments to Hyperdocuments: Travelling through Activity Spaces. In: Proc. Hypertext '89, Pittsburg, 1989, pp. 343-364.
- Strong, S.M. 74: An Algorithm for Generating Structural Surrogates of English Text. In: Journal of the American Society of Information Science, Vol. 25, No. 1, 1974, pp. 10-24.
- Szekely, P. / Myers, B.A. 88: A User Interface Toolkit Based on Graphical Objects and Constraints. In: Sigplan Notices, Vol. 23, No. 11, 1988, pp. 36-45
- Tait, J.I. 85: Generating Summaries using a Scriptbased Language Analyzer. In: Steels, L. / Campbell, J.A. (eds): Progress in Artificial Intelligence, Chichester, 1985, pp. 312-318.
- Tenopir, C., 85: Full-Text Database Retrieval Performance. In: Online Review, Vol. 9, No. 2, 1985, pp. 149-164.
- Thiel, U. / Hammwöhner, R. 87: Informational Zooming: An Interaction Model for the Graphical Access to Text Knowledge Bases. In: Yu, C.T. / Van Rijsbergen, C. J. (eds): Proceedings of the 10th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval. New York, 1987, pp. 45-56.
- Thiel, U. 90: Konversationale graphische Interaktion mit Informationssystemen: Ein sprechakttheoretischer Ansatz. Konstanz, 1990, Dissertation.
- Thiel, U. / Hammwöhner, R. 89: Interaktion mit Textwissensbasen: Ein objektorientierter Ansatz. In: Paul, M. (ed): Proc. GI- 19. Jahrestagung I, Berlin, Heidelberg, 1989, pp. 81-95.
- Thomas, J. / Gould, J. 75: A Psychological Study of Query by Example. In: National Computer Conference Proceedings, Montvale, 1975, pp. 439-446.
- Tiamiyu, M. / Ajiferuke, I.Y. 88: A Total Relevance and Document Interaction Effects Model for the Evaluation of Information Retrieval Processes. In: Information Processing & Management, Vol. 24, No. 4, 1988, pp. 391-404.
- Tou, F. N. / Williams, M. / Fikes, R. / Henderson, D. A. / Malone, T. 82: RABBIT: An Intelligent Database Assistant. In: AAAI-82, Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence. 1982, pp. 314-318.
- Trigg, R.H. / Irish, P.M. 87: Hypertext Habitats: Experiences of Writers in NoteCards. In: Hypertext '87 Papers, Chapel Hill, NC, University of North Carolina, 1987, pp. 89-108.
- Trigg, R.H. / Weiser, M. 86: TEXTNET: A Network-Based Approach to Text Handling. In: ACM Transactions on Office Information Systems, Vol. 4, No. 1, 1986, pp. 1-23.
- Uutting, K / Yankelovich, N. 89: Context and Orientation in Hypermedia Networks. In: ACM Transactions on Information Systems, Vol. 7, No. 1, 1989, pp. 58-84.
- van de Velde, R. 85: Inferences and Coherence in Text Interpretation. In: Sözer, E. (ed): Text Connexity, Text Coherence. Papiere zur Textlinguistik Band 49, Hamburg, 1985, pp. 261-298.
- Warren, D.S. 84: Database Updates in Pure Prolog. In: Proc. Int. Conf. on Fifth Generation Computer Systems, 1984, Amsterdam etc., pp. 244—253.
- Weyer, S.A. 82: The Design of a Dynamic Book for Information Search. In: International Journal of Man-Machine Studies, Vol. 17, No. , 1982, pp. 87-107.

- Weyer, S.A. / Borning, A.H. 85: A Prototype Electronic Encyclopedia. In: ACM Transactions on Office Information Systems, Vol. 3, No. 1, 1985, pp. 63-88.
- Woelk, D. / Kim, W. / Luther, W. 86: A Object Oriented Approach to Multimedia Databases. In SIGMOD Record, Vol. 15, No.2, 1986, pp. 311-325.
- Wunderlich, D. 74: Grundlagen der Linguistik. Reinbek, 1974.
- Yetim, F. 89: Ein Hypertextmodell für intertextuelle Relationen. Universität Konstanz, 1989 (Diplomarbeit im Aufbaustudium InformationsWissenschaft).
- Zellweger, P.T. 89: Scripted Documents: A Hypermedia Path Mechanism. In: Proc. Hypertext '89, Pittsburg, 1989, pp. 1-14.
- Zimmermann, K. 78: Erkundungen zur Texttypologie, Tübingen, 1978.