

Unterstützung des kooperativen Wissenserwerbs durch Hypervideo-Inhalte



Vom Fachbereich Informatik
der Technischen Universität Darmstadt
genehmigte

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
von

MSc. Matthias Finke
aus Oldenburg

Referenten der Arbeit: Prof. Dr. José L. Encarnação
Prof. Dr. Dr. Friedrich W. Hesse

Tag der Einreichung: 08.08.2005
Tag der mündlichen Prüfung: 20.09.2005

D17
Darmstädter Dissertation 2005

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit behandelt das Problem der Unterstützung des kooperativen Wissenserwerbs auf der Basis von Hypervideoinhalten. Hypervideo wird als ein videobasiertes Hypermedia-Format definiert, das eine nicht-lineare Informationsstruktur mit einer dynamischen audio-visuellen Informationspräsentation kombiniert. Der Medientyp Video, als primärer Informationsträger für Hypervideo, hat in den letzten Jahren an Bedeutung stark zugenommen. Dabei kann Video als Grundlage für eine Gruppendiskussion dienen, um komplexe und zeit-dynamische Prozessvorgänge zu kommunizieren. Dies macht Video zu einem idealen Format für den kooperativen Wissenserwerb innerhalb verteilter Anwendungsumgebungen. Das Konzept des kooperativen Hypervideos erweitert die Vorteile des Videos in Bezug auf gruppenbasierende Diskussionen und/oder Konversationen. Durch den Ansatz des kooperativen Hypervideos können Gruppen ihr Wissen untereinander austauschen und so neues Wissen innerhalb der Gruppe schaffen. Der Wissensaustausch basiert dabei auf ein verteiltes Annotationskonzept, mit dem es ermöglicht wird Objekte in einer Videosequenz zu kennzeichnen und diese Kennzeichnungen mit weiterführenden Informationen zu verknüpfen. Hierdurch entsteht eine nicht-lineare Informationsstruktur, auf die Gruppenteilnehmer effektiv zugreifen können.

Der generelle Lösungsansatz dieser Arbeit basiert auf einem Interaktionsmodell, einer Referenzarchitektur sowie einem Datenmodell für kooperatives Hypervideo. Das Interaktionsmodell definiert ein User-Interface-Konzept in Bezug auf die Visualisierung und die Bedienung innerhalb der kooperativen Hypervideo-Umgebung. Die Referenzarchitektur bietet eine logische Sicht auf ein generisches Hypervideo-System. Diese Architektur bildet die Grundlage für konkrete Systemrealisierungen und dient somit der Umsetzung des generellen Lösungsansatzes für unterschiedliche Anwendungsszenarien. Das Datenmodell definiert ein Kernkonzept zur Organisation der Basiselemente (Knoten, Links, Anker und Metadaten) einer kooperativen Hypervideo-Struktur. Der generelle Lösungsansatz wurde durch eine Systemrealisierung im Rahmen von mehreren Feldversuchsstudien validiert. Das Ergebnis der Studien lieferte einen positiven Beweis für die in dieser Arbeit entwickelten Konzepte. Es konnte damit nachgewiesen werden, dass mit Hilfe einer kooperativen Hypervideo-Umgebung der gemeinsame Wissenserwerb in Gruppen auf der Basis von Videoinhalten maßgeblich gefördert wurde.

Abstract

This work covers the problem of supporting collaborative knowledge construction on the basis of hypervideo content. Thereby, hypervideo is defined as video based hypermedia that combines non-linear information structures with dynamic audio-visual information presentations. Video as the primary content type for hypervideo has become a media of increasing importance in past years. Thereby, videos can constitute an origin for communicating complex and dynamic visual information in an intuitive and effective fashion. This makes video an ideal content for knowledge construction within distributed environments. The concept of collaborative hypervideo enhanced the advantage of video in terms of group based discussion and/or conversation. With collaborative hypervideo group members can easily share their ideas and views with others and so establish a knowledge transfer among each other. This is achieved by the introduction of shared video annotations, in which users can accentuate objects out of the video context and combined these with further multimedia content or other video objects. In such a way a non-linear information structure will be created that can be easily applied for information access.

The conceptual part of this work is based on an interaction model, a reference architecture and a data model for collaborative hypervideo. The model defines a user interface concept in terms of the hypervideo visualisation and interaction within a collaborative environment. The reference architecture provides a logical view of an abstract system. This architecture contributes to concrete system realisations within different application areas. The data model defines a core concept of how elements of a collaborative hypervideo structure like nodes, links, anchors and metadata sets, are organized in an effective manner. The general concept of collaborative hypervideo has been validated by means of four empirical field studies. The results gave great evidence for the conceptual work fulfilled and proofed that with collaborative hypervideo the construction of knowledge within a group based scenario is achieved.

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter an den beiden INI-GraphicsNet Institutionen

ZGDV Zentrum für Graphische Datenverarbeitung Darmstadt

GRIS Fachgebiet Graphisch Interaktive Systeme des Fachbereichs Informatik der Technischen Universität Darmstadt

Mein besonderer Dank gilt den zahlreichen Personen und Institutionen, die auf unterschiedliche Weise zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben. Dazu zählen insbesondere:

- Herr Prof. Dr. José L. Encarnaçao für die Leitung, Durchführung und Unterstützung der Arbeit,
- Herr Prof. Dr. Friedrich W. Hesse für sein Interesse und die Bereitschaft zur Übernahme des Koreferats,
- meine Kollegen Dr. Dirk Balfanz, Matthias Grimm, Saied Tazari, Kai Richter, Carsten Waldeck, Eric Blechschmitt, Johanna Dechau, Dr. Wolfgang Müller und Dr. Norbert Braun, Thomas Rieger und Silke Romero möchte ich für die vielen fachlichen Diskussionen und ihre kritische Unterstützung danken, die wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben,
- Frau Dr. Carmen Zahn und Herr Dr. Elmar Stahl, die die gleiche Begeisterung für dieses Thema mit mir teilen und viele Stunden darüber mit mir diskutierten.
- meinen Diplom- und Studienarbeitern sowie meinen wissenschaftlichen Hilfskräften für Ihre Zusammenarbeit und die Ideen, die sie in ihre Arbeit eingebracht haben – insbesondere Heiner Faber, Ana Kall, Christopf Jung, Marc Authenried, Ivo Berg, Jean Schütz, Stefani Weyrauch, Claus Westermann und Christian Dommasch. Eure Begeisterung und eueren Einsatzwillen für die Unterstützung meiner Arbeit werde ich euch nie vergessen,
- meine beiden besten Freunde Thomas Janssen (Janzon) und Henning Wöbken, die für mich wie eigene Brüder sind,
- und meine Schwestern Mareike und Maja, die mich stets in meinen Bemühungen für diese Arbeit unterstützt haben.

Zum Schluss möchte ich meinen Eltern danken, die besten Eltern, die man sich vorstellen kann. Ihr habt mir all dies ermöglicht und mich zu jedem Zeitpunkt meines Lebens unterstützt. Eure Liebe zu mir hat mir über manche Tiefen hinweggeholfen, vieles Positive erleben lassen und mir gezeigt wie wichtig eine Familie ist. Ihr werdet immer in meinem Herzen sein.

Darmstadt im September 2005

Matthias Finke

Inhaltsverzeichnis

1	EINFÜHRUNG	1
1.1	Motivation	3
1.2	Problemstellung und Zielsetzung	5
1.3	Gliederung der Arbeit	6
1.4	Abgrenzung dieser Arbeit	6
2	GRUNDLAGEN	9
2.1	Hypertext und Hypermedia	9
2.1.1	Einordnung	9
2.1.2	Komponenten eines Hypermedia-Dokuments	12
2.1.3	Dexter-Hypertext-Referenzmodell	15
2.1.4	Diskussion: Wissensvermittlung und Hypermedia-Forschung	17
2.1.5	Beschreibungssprachen für Multimedia- und Hypermedia-Anwendungen	19
2.2	Hypervideo	23
2.2.1	Hypervideo-Terminologie	24
2.2.2	Detaillierungsgrad von Videoinhalten	26
2.2.3	Einordnung Hypervideo	28
2.2.4	Hypervideo-Umgebungen	29
2.3	Zusammenfassung	30
3	ANFORDERUNGSANALYSE	33
3.1	Anforderungen an den Wissenserwerb	33
3.1.1	Gedächtnismodelle	33
3.1.2	Wissen und Wissenserwerb	34
3.1.3	Kooperativer Wissenserwerb	35
3.1.4	Multimedialer Wissenserwerb	36
3.2	Funktionale Anforderungen an eine kooperative Hypervideo-Umgebung	39
3.2.1	Interaktives Video	40
3.2.2	Hypervideo	42
3.2.3	Kooperatives Hypervideo	46
3.3	Technische Anforderungen an eine kooperative Hypervideo-Umgebung	48
3.3.1	Netzbasierende Umgebung	49
3.3.2	Systemumgebung	49
3.3.3	Datenmodell / Datenstruktur	50
3.4	Zusammenfassung	51
4	ANALYSE EXISTIERENDER SYSTEME	53
4.1	Betrachtete Systeme	53

4.1.1	„HyperFilm“	53
4.1.2	„VideoClix“	55
4.1.3	„Hyper-Hitchcock“	57
4.1.4	„HyperSoap“	59
4.1.5	„VisualShock MOVIE“	60
4.1.6	„DEBORA“	63
4.1.7	„MRAS“	65
4.2	Diskussion der Analyse	66
4.2.1	Gemeinsamkeiten der betrachteten Systeme	67
4.2.2	Unterschiede der betrachteten Systeme	68
4.2.3	Probleme und Kritik	69
4.3	Zusammenfassung	71
5	LÖSUNGSKONZEPT	73
5.1	Konzeptrahmen	73
5.1.1	Genereller Lösungsansatz und Einordnung	73
5.1.2	Modellierung des dynamischen Informationsraums	74
5.1.3	Vorgehensweise bei der Konzeptbildung	80
5.1.4	Definition einer kooperativen Hypervideo-Umgebung	83
5.2	Bedienungskonzept	85
5.2.1	Sichtenmodell	86
5.2.2	Funktionsraum	88
5.2.3	Video-Annotation	89
5.2.4	Videointeraktion	102
5.2.5	Navigation	104
5.2.6	Dialogführung	115
5.3	Entwurf einer abstrakten kooperativen Hypervideo-Umgebung	116
5.3.1	Referenzarchitektur einer kooperativen Hypervideo-Umgebung	117
5.3.2	Komponenten und Schnittstellen der Referenzarchitektur	118
5.3.3	Zusammensetzung der Referenzarchitektur	124
5.3.4	Überprüfung der vorgeschlagenen Referenzarchitektur	126
5.4	Konzept eines Datenmodells für die kooperative Hypervideo-Struktur	129
5.4.1	Organisation und Verwaltung der Daten	129
5.4.2	Modellierung der kooperativen Hypervideo-Struktur	131
5.4.3	Formale Definition des Datenmodells	132
5.4.4	XML-Schema Beschreibung des Datenmodells	135
5.5	Zusammenfassung und Diskussion	138
6	REALISIERUNG EINER KOOPERATIVEN HYPERVIDEO-UMGEBUNG	141
6.1	Eigenschaften der Systemumgebung	141
6.2	Systemarchitektur	144
6.3	Schnittstellendefinition	146
6.4	Applikationsschicht	147

6.4.1	Communication Engine.....	147
6.4.2	Navigation Engine.....	148
6.4.3	Information Engine.....	150
6.4.4	Annotation Engine.....	152
6.4.5	Video Engine.....	152
6.5	Bedienungsschicht	153
6.5.1	Presentation Engine.....	154
6.5.2	Hypervideo-Player	157
6.6	Zusammenfassung	160
7	VALIDIERUNG UND BEWERTUNG.....	163
7.1	Interactive Internet Broadcasting Projekt.....	163
7.1.1	Studie 1a: Design von Hypervideo-Inhalten	163
7.1.2	Ergebnisse	166
7.1.3	Diskussion.....	167
7.1.4	Studie 1b: Wissenserwerb mit Hypervideo-Inhalten.....	168
7.1.5	Ergebnisse	170
7.1.6	Diskussion.....	170
7.2	MUMMY Projekt.....	171
7.2.1	Studie 2a: Erstellung von Hypervideo-Inhalten	172
7.2.2	Ergebnisse	175
7.2.3	Studie 2b: Vorgehensmodel bei der Erstellung von Hypervideo-Inhalten.....	180
7.2.4	Ergebnisse	181
7.2.5	Diskussion.....	185
7.3	Zusammenfassung	187
8	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....	189
8.1	Datenmodell	190
8.2	Referenzarchitektur	190
8.3	Bedienungskonzept.....	191
8.4	Bewertung und Ausblick.....	191
9	LITERATURVERZEICHNIS.....	193
	ANHANG A: XML-SCHEMA DATENMODELL	205
	ANHANG B: LEBENS LAUF.....	215

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiele für Videoinhalte mit Zusatzinformationen	1
Abbildung 2: Hypervideo-Konzept	3
Abbildung 3: Taxonomie von Medientypen.....	10
Abbildung 4: Typischer Aufbau einer Hypertext-Struktur.....	11
Abbildung 5: Hypermedia als Schnittmenge von Hypertext und Multimedia	12
Abbildung 6: Inhaltlicher Aufbau eines Knotens	13
Abbildung 7: Taxonomie von Linktypen nach [DeRo89].....	13
Abbildung 8: Hypermedia Organisationsstrukturen.....	14
Abbildung 9: Dexter-Schichten Modell [HaSc94]	15
Abbildung 11: Beschreibung und Darstellung eines SMIL Beispiels	20
Abbildung 12: Schematische Sicht eines Hypervideos	23
Abbildung 13: Bedienungsoberfläche des Hypervideo-Systems von [Lies94].....	24
Abbildung 14: Genereller Aufbau eines Hypervideo-Dokuments	25
Abbildung 15: Elemente eines Hypervideo-Dokuments	26
Abbildung 16: Beispiel eines Detaillierungsgrads im Einzelbild.....	27
Abbildung 17: Verweise auf Videosequenzen, Videoszenen und Videoobjekte	27
Abbildung 20: Cognitive Model of Multimedia Learning, [Maye01].....	38
Abbildung 22: Relation Video zu Einzelbild	40
Abbildung 23: Konzept interaktives Video	41
Abbildung 24: Relation zwischen Nutzerinteraktion und Hypervideo-Präsentation.....	43
Abbildung 26: Einordnung Kognitives Werkzeug und Präsentationssystem.....	46
Abbildung 27: Three-stakeholder Model nach [Dill02]	47
Abbildung 28: Zentralisierte Datenhaltung von Wissensinhalten	50
Abbildung 29: HyperFilm-Player [PoRT02].....	54
Abbildung 30: Bedienungsoberfläche des VideoClix-Systems [Vide05]	55
Abbildung 31: Autorenwerkzeug des VideoClix-Systems.....	57
Abbildung 32: Hyper-Hitchcock [ShGW03].....	58
Abbildung 33: Interaktion des Betrachters im HyperSoap-System [BDCA00].....	59
Abbildung 34: Bedienungsoberfläche des VisualShock Movie Systems [Mits00].....	61
Abbildung 35: Autorenwerkzeug des VisualShock Movie Systems [Mits00].....	62
Abbildung 36: Bedienungsoberfläche des DEBORA Systems [NPDL00]	64
Abbildung 37: Bedienungsoberfläche des MRAS System [BGGS01].....	65
Abbildung 38: Dynamischer Informationsraum.....	74
Abbildung 39: Orthogonalität der Basiselemente im dynamischen Informationsraum	76
Abbildung 40: Visualisierung hierarchischer Strukturen bei dem Microsoft Explorer.....	78
Abbildung 41: Metadaten für Elemente der Hypervideo-Struktur	79
Abbildung 42: Genereller Aufbau einer Komponente nach [BGEK00]	81
Abbildung 43: Basisarchitektur eines offenen Systems nach [Bues94]	82
Abbildung 44: Relationen sensitiver Regionen in Hypervideo-Strukturen.....	83
Abbildung 45: Eigenschaften einer kooperativen Hypervideo-Umgebung.....	85
Abbildung 46: Abstraktes Sichtenmodell.....	86
Abbildung 47: Beispiele für eine Konkretisierung des abstrakten Sichtenmodells	87
Abbildung 48: Beispiel zur Verlinkung der Basiselemente im Hypervideo	90
Abbildung 49: Modellierung des Prozesses zur Generierung sensitiver Regionen.....	92
Abbildung 50: Flächendefinition mit Rechtecken.....	92
Abbildung 51: Beispiel für Flächendefinitionen sensitiver Regionen.....	93
Abbildung 52: Lineare Interpolation einer Fläche	94
Abbildung 53: Objektverfolgung mit der Keyframe-Methode.....	95
Abbildung 54: Konzept der Definition von Zeitintervallen	95
Abbildung 55: Gestaltungskonzepte sensitiver Regionen	96
Abbildung 56: Verbesserung der Visibilität durch Kontrast-Filter	96
Abbildung 57: XML Beschreibung einer sensitiven Region.....	97

Abbildung 58: Verbindungsarten einer kooperativen Hypervideo-Struktur	101
Abbildung 59: Verwendung des Mauszeigers zur De-/Aktivierung sensitiver Regionen	104
Abbildung 60: Bedienungskonzept zur Linkauswahl in der Videosicht	106
Abbildung 61: Visualisierung einer aktivierten sensitiven Region	107
Abbildung 62: Videodarstellung mit Menüauswahl	108
Abbildung 63: Bedienungskonzept zur Linkauswahl in der Kommunikationssicht	109
Abbildung 64: Beispiel für eine Kommunikationssicht	110
Abbildung 65: Bedienungskonzept zur Linkauswahl in der Informationssicht	111
Abbildung 66: Bedienungskonzept zur indirekten Linkauswahl	111
Abbildung 67: Textuelle Repräsentation der kooperativen Hypervideo-Struktur	112
Abbildung 68: Filmstreifen-Metapher	112
Abbildung 69: Graphische Repräsentation der Hypervideo-Struktur [Weyr03]	113
Abbildung 70: Suche im dynamischen Informationsraum	114
Abbildung 71: Dialoge als Teil der Hypervideo-Struktur	115
Abbildung 72: Aufbau der Annotation Engine	119
Abbildung 73: Aufbau der Navigation Engine	120
Abbildung 74: Aufbau der Video Engine	121
Abbildung 75: Aufbau der Information Engine	122
Abbildung 76: Aufbau der Communication Engine	123
Abbildung 77: Weiterleitung von Nutzereingaben als Systemereignisse	125
Abbildung 78: Referenzarchitektur einer kooperativen Hypervideo-Umgebung	126
Abbildung 79: Abstrakte Datenstruktur eines Hypervideo-Dokuments	130
Abbildung 80: Webbasiertes User-Interface der Systemrealisierung	141
Abbildung 81: JMF Architektur	144
Abbildung 82: Systemarchitektur der kooperativen Hypervideo-Umgebung	145
Abbildung 83: Dynamisch generierte Übersicht von Kommunikationsbeiträgen	148
Abbildung 84: Textbasierte Visualisierung der kooperativen Hypervideo-Struktur	149
Abbildung 85: Graphische Repräsentation der Hypervideo-Struktur	150
Abbildung 86: Eingabemasken zur Integration von Zusatzinformationen	151
Abbildung 87: Präsentation von Video, Zusatzinformation und Navigation	155
Abbildung 88: Präsentation von Video, Kommunikation und Navigation	155
Abbildung 89: Definition von Zusatzinformationen	156
Abbildung 90: Generierung von sensitiven Regionen	156
Abbildung 91: Visualisierungspipeline des Videorendering-Prozesses	158
Abbildung 92: Beispiel von sensitiven Regionen in Videoinhalten	158
Abbildung 93: Verweisaktivierung durch Popup-Menü in der Videosicht	160
Abbildung 94: Thematische Schwerpunkte der ersten Teilstudie	164
Abbildung 96: Architektur des MUMMY-Systems	172
Abbildung 97: Bedienungsoberfläche des MOVieEditors	175
Abbildung 98: Bewertung der Verknüpfung von Videoobjekten mit Zusatzinformation	176
Abbildung 99: Erstellung eigener Hypervideo-Links	177
Abbildung 100: Bewertung der Bedienungsoberfläche	177
Abbildung 101: Visualisierung der Hypervideo-Struktur	178
Abbildung 102: Verwendung der Struktur-Visualisierung	178
Abbildung 103: Hypervideo zur Analyse von Videomaterial	182
Abbildung 104: Abstimmung zwischen Videoinhalten und Informationsinhalten	182
Abbildung 105: Bewertung des Wissenserwerb anhand der Kompetenzen	183
Abbildung 106: Funktionalitäten der Bedienungsoberfläche	184
Abbildung 107: Darstellung der Verweildauer sensitiver Regionen im Videobild	184
Abbildung 108: Adressierte Bereiche des Lösungsansatzes	189
Abbildung 109: Überblick des Datenmodells	205

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Strukturierte Organisationsformen	14
Tabelle 2: Vergleich zwischen eingebetteten und externen Verweisen [GrBS97].....	17
Tabelle 3: Spezifikation der SMIL-Module	19
Tabelle 4: Elementbeschreibung Dublin Core.....	23
Tabelle 5: Gedächtnistypen nach [AtSh68].....	34
Tabelle 6: Wissensformen nach [ReMa98]	35
Tabelle 7: Kognitive Prozesse zur Wissensbildung	39
Tabelle 8: Formen der kognitiven Belastung	39
Tabelle 9: Kategorisierung von Metadaten nach [MuSw00].....	79
Tabelle 10: Beschreibung des Gestaltungskonzepts sensitiver Regionen	96
Tabelle 11: Filter zur Erzeugung sensitiver Regionen	97
Tabelle 12: Verweisformen von Hypervideo-Systemen	98
Tabelle 13: Erweiterung des Konzepts der Linkstrukturen	100
Tabelle 14: Video-Funktionen zur Steuerung der Videoebene	103
Tabelle 15: Anforderungen an die Hypervideo-Referenzarchitektur	117
Tabelle 16: Streamingserver für JMF Clients.....	153
Tabelle 17: Fragestellungen zu gewählten Designparametern	164
Tabelle 18: Gruppenzusammensetzung.....	165
Tabelle 19: Beschreibung der verwendeten Videosequenzen	165
Tabelle 20: Versuchaufbau.....	169

1 Einführung

Seit nun mehr 100 Jahren faszinieren bewegte Bilder die Menschheit. Die Anfänge des Films lassen sich auf das Ende des 19. Jahrhunderts zurück datieren. Viele Erfinder waren zu dieser Zeit mit der Lösung diverser Einzelfragen der Wiedergabe bewegter Bilder in den damaligen Industrieländern beschäftigt. Seit diesen Anfängen werden bewegte Bilder für die Verbreitung von Informationen mittels einer Präsentation genutzt. Die Weiterentwicklung der audiovisuellen Filminhalte steigerte dabei den Wirklichkeitseindruck für den Betrachter prägnant.

In vielen Anwendungsszenarien werden bei der Vermittlung von Information durch Filminhalte neben den Bewegungsbildern als Ausgangsbasis der Präsentation zusätzliche Informationen angeboten. Diese *Zusatzinformation* unterstützt und verdeutlicht die Inhalte des Films für den Betrachter. Somit können synchron zur Ausstrahlung Schwerpunkte im Bildmaterial gesetzt werden. Ein Vorteil der Zusatzinformation ist ihre flexible Einsatzmöglichkeit. Mit ihr können weitere Detailinformationen zum Filminhalt gegeben werden, vgl. dazu die Abbildung 1. Der Anteil von Zusatzinformationen z.B. im Bereich der Sportübertragung stellt dabei einen elementaren Bestandteil der Berichterstattung dar. Zusatzinformationen können dabei einen multimedialen Charakter besitzen. So werden beispielsweise zur Unterstützung der Präsentation von Filminhalten multimediale Datenobjekte insbesondere visueller Art, wie Bilder und Graphiken, als Träger verfügbarer Inhalte verwendet. Das Massenmedium Fernsehen verwendet die Kombination aus Filminhalten und Zusatzinformation für die Ausstrahlung ihrer Beiträge, die für eine breite Öffentlichkeit bestimmt sind. Dem einzelnen Zuschauer ist dabei primär die Rolle des passiven Betrachters zuzuordnen. Das heißt auf die Art und Weise der Berichterstellung hat er generell keinen Einfluss, weder auf den zeitlichen Ablauf noch auf die inhaltliche Aufbereitung der präsentierten Inhalte.



Abbildung 1: Beispiele für Videoinhalte mit Zusatzinformationen

Das Internet als Kommunikations- und Informationsmedium kann heute als ein weiteres wichtiges Massenmedium neben dem Fernsehen betrachtet werden. Dem Nutzer des Internets wird im Gegensatz zum Medium Fernsehen eine primär aktive Rolle zugeordnet. Die Interaktion des Nutzers entscheidet maßgeblich über den Zeitpunkt, die Darstellung sowie die Inhalte der Präsentation. Die Anfänge der Entstehungsgeschichte des Internets lassen sich mit den ersten Netzwerken in den USA auf die sechziger Jahre datieren. Es ist ein Symbol für die Vernetzung verschiedenster Interessensgruppen in einem gemeinsamen virtuellen Raum.

Dem Internet ist von seinen Anfängen in den sechziger Jahren bis zur Gegenwart eine rasante Ausbreitung widerfahren. Bis Anfang der neunziger Jahre wurde dieses weltweit größte Netz primär von Forschern genutzt. Mit der Einführung des World-Wide-Web (WWW) [BCGP92] als weiteren Internetdienst wurde dieses Forschungsnetz für Spezialisten in ein weltweites

öffentliches Netz für Millionen von Nutzern umgewandelt. In diesem Zusammenhang werden in der Literatur als Hauptinitiatoren Tim Berners-Lee und Robert Cailliau am Europäischen Kernforschungszentrum CERN in Genf genannt. Durch die Einführung von grafischen Browsern wie dem MOSAIC Browser 1993 entwickelte sich das WWW explosionsartig. Seit der Einführung des WWW ist durch die Entwicklung von immer leistungsfähigeren WWW-Servern und WWW-Browsern die Nutzungsvielfalt des Internets enorm gewachsen. Das WWW nutzt die globale Vernetzung des Internets primär zur Informationsverbreitung von Dokumenten mit multimedialen Inhalten, wie Text, aber auch Bilder, Videos und Musik. Das WWW bietet die Möglichkeit der Online-Betrachtung, diese ist auch die Voraussetzung für das Surfen, das fortlaufende Verfolgen von Links, die auf Dokumente, welche sich auf einem WWW-Server irgendwo im Internet befinden, verweisen. Die Akquisition der Information geht von der Interaktion des Nutzers aus. Die Nutzerinteraktion ist damit fester Bestandteil der Präsentation von Inhalten durch das Medium Internet. Die Realisierung eines höheren Grads an Interaktionsmöglichkeiten bezüglich Web-Inhalte wurde durch die 1995 vorgestellte Programmiersprache Java erzielt. Der hohe Stellenwert des Internets und der damit verbundene Einfluss auf unsere Gesellschaft zeigt, dass Benutzer die Interaktion als solche verstehen, aufnehmen und verwenden.

Das WWW ist das mit Abstand größte und bekannteste Beispiel für ein Hypermedia System. Hypermedia Systeme ermöglicht dem Benutzer seinen Weg durch Informationsinhalte anhand einer Auswahl von Links selbst zu realisieren. Diesen nicht-linearen Vorgang bezeichnet man auch als Navigation. Die Orientierung in solchen Systemen kann durchaus Probleme aufwerfen und wird auch als "Lost-in-hyperspace"- Syndrom bezeichnet, [Kuhl91].

Mit der Erfahrung aus dem Internet einen multimedialen Dokumenteninhalte aktiv zu beeinflussen und zu steuern wird das Interesse beim Benutzer geweckt, diese Art der Interaktion auch auf andere komplexere Medien, wie zum Beispiel den Film, zu übertragen. Die Forderung nach direktem Einfluss auf die Wiedergabe von Filminhalten, würde demnach eine direkte oder indirekte Interaktion auf dem bewegten Bild zu Grunde liegen - mit dem Ergebnis einer möglichen Veränderung sowohl der Filminhalte als auch der damit verbundenen Zusatzinformationen. Überlegungen aus Sicht der Forschung mit dem Filminhalt direkt zu interagieren, gibt es schon seit einiger Zeit. Gerade die Forschungsbereiche Hypermedia [Niel90] und Interaktives TV sind Gegenstand vieler Projekte mit der Zielsetzung, dem Benutzer eine erhöhte Interaktionsmöglichkeit in der Erlebniswelt Film anzubieten.

Die Interaktion mit bewegten Bildern ist damit ein maßgeblicher Faktor, der die Struktur eines passiv linear ausgerichteten Filmablaufs aufbricht. Der Nutzer bestimmt durch seine Interaktion die Wahl eines Ausschnitts aus einem Informationsraum. Dies hat direkte Auswirkungen auf Inhalt und Ablauf bezüglich der damit verbundenen Wiedergabe zur Folge. Daraus ergeben sich neue Konstellationen für den Betrachter, der beispielsweise auf den Zeitpunkt der Darstellung einer für ihn wichtigen Information aktiv Einfluss nehmen kann.

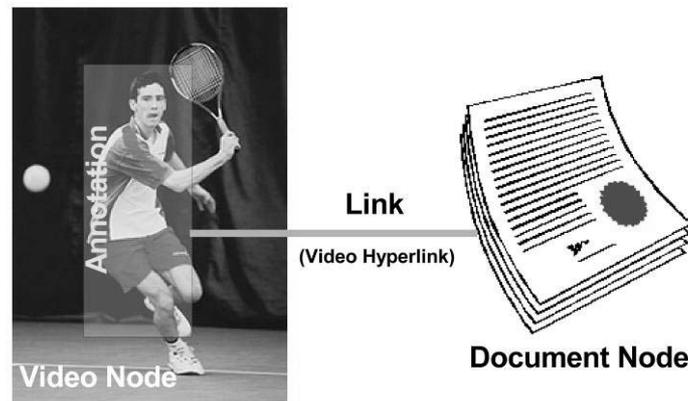


Abbildung 2: Hypervideo-Konzept

Im Bereich Hypermedia werden für die Beschreibung von interaktiven Filminhalten die Begriffe *Hypervideo*, *hyperlinked Video* oder auch *Hyper-Film* verwendet [SaBS96], vgl. Abbildung 2. Ähnlich dem Organisationskonzept Hypertext [Conk87] wird eine nicht-lineare Informationsstruktur für digitale Videoinhalte definiert. Es werden innerhalb des digitalen Videoinhaltes Links (Video Hyperlinks) definiert, die auf Knoten (Dokumentinhalte) verweisen. Hypervideo-Links besitzen dabei eine sowohl zeitliche als auch räumliche Repräsentation. Bei der Verwendung eines Hypervideos werden dabei audiovisuelle Informationsinhalte dargestellt und gleichzeitig ein intuitives Interface zur direkten Manipulation und Interaktion mit Filminhalten geliefert.

Die Realisierung solcher nicht-linearen dynamischen Wiedergabeformen mit einem stark ausgeprägten Interaktionsbezug stellt einerseits eine Fülle von neuen innovativen Möglichkeiten der Präsentation gerade für die Massenmedien dar. Sie haben allerdings gleichzeitig eine erhöhte Anforderung an die technische Umsetzung und Erstellung solcher Inhalte zur Folge. Das Forschungsgebiet der vorliegenden Arbeit bezieht sich auf die Thematik *Hypervideo* und adressiert dabei sowohl den Erstellungs- als auch den Präsentationsprozess.

1.1 Motivation

Die Informationsdarstellung durch multimediale Inhalte, als Kombination aus verschiedenen Medientypen, wie z.B. Bild, Text oder Audio, ist heute weit verbreitet. Die Strukturierung und Organisation dieser Informationsinhalte ist eine der Hauptaufgaben von Hypermedia und Hypertext Systemen, die Verbindungen (Links) zwischen Dokumenten (Knoten) definieren. Dokumente können dabei unterschiedlichen Medientyps sein. Im Gegensatz zu Hypertext und Hypermedia liegt der Schwerpunkt der zu präsentierenden Inhalte bei Hypervideo auf dem Medium Video.

Digitale Videoformate sind bereits innerhalb des Internets stark verbreitet und besitzen eine hohe Zuwachsrate. Die technologischen Weiterentwicklungen im Bereich der Übertragungstechnologie und Datenkompression tragen zur wachsenden Verbreitung dieses Medientyps entscheidend bei. Das Medium Video besitzt dabei eine starke Aussagekraft und kann eine Fülle von Informationen audiovisuell vermitteln. So können beispielsweise mit Video dynamische Prozessabläufe anschaulich dargestellt werden. Im Vergleich zu anderen Medien ist das Video allerdings sehr komplex und verlangt für die Darstellung einen erhöhten Aufwand. Der Vorteil und Erfolg von audiovisuellen Videoinhalten bei dem individuellen Wissenserwerb wird häufig in Verbindung mit der Dual-Code-Theorie von Paivio [Paiv86] beschrieben. Diese Theorie, als häufig zitiertes Gedächtnismodell der Kognitionspsychologie,

geht davon aus, dass das Gedächtnis zwei unterschiedliche kognitive Kodierungen für verbale (begrifflich) und nicht-verbale (bildlich) Informationen besitzen. Diese beiden Kodierungssysteme sind voneinander unabhängig, können aber miteinander Informationen austauschen. Die Kernaussage der Theorie von Paivio ist, dass die Behaltenswahrscheinlichkeit von Wissen am höchsten ist, wenn Informationsinhalte, wie z.B. audiovisuelle Videoinhalte, gleichzeitig sowohl verbal, als auch nicht-verbal präsentiert werden. Ein weiterer Aspekt, der die Informationsaufnahme und folglich den Wissenserwerb bei multimedialen Inhalten fördert, ist die aktive Teilnahme der Beteiligten mittels Nutzerinteraktionen [Brem00].

Hypermedia-Systeme, wie das WWW, bieten bei der Interaktion mit Videoinhalten in Hypermedia-Dokumenten vorrangig Funktionalitäten an, die mit denen eines Videorecorders vergleichbar sind, wie z.B. Play, Stop, Pause, etc. Durch die Verwendung von so genannten Hypervideo-Links, welche die Definition von Knoten innerhalb von Videosequenzen ermöglichen und dadurch mittels eines Links auf andere Dokumente verweisen, wird die "VCR"-Funktionalität von klassischen digitalen Videopräsentationen bedeutend erweitert ([Lies94], [ChCG99], [ChBG98]). Der Vorteil für den Anwender liegt primär in der Konvertierung des linearen Mediums Video in ein nicht-lineares Format. Im Gegensatz zum linearen Video entscheidet der Anwender durch seine Interaktion beim nicht-linearen Video (Hypervideo), welche Inhalte als nächstes präsentiert werden. Der Anwender nimmt durch diese Form der direkten Manipulation Einfluss bzgl. des Präsentationsverlaufes, der dadurch eine inhaltliche, räumliche sowie zeitliche Veränderung erfahren kann.

Die Einsatzbereiche für Hypervideo-Inhalte sind vielfältig. Primär zeigen Anwendungsgebiete, die schon heute Videoinhalte nutzen, ein großes Potential für diese Form des interaktiven Films. Verschiedene Hypervideo-Strukturen finden sich dabei sowohl im offline Bereich (CD-ROM, DVD) als auch im online Bereich wieder:

- Virtuelle Lernumgebungen
- Forschung und Entwicklung
- Computer-Based Training (CBT)
- Unterhaltung
- Produktmarketing

Entscheidend für den Erfolg von interaktiven Videoinhalten mit Hypervideo-Links ist neben den Präsentationssystemen vor allem eine funktionelle Authoring-Umgebung. Wichtige Faktoren auf dem Gebiet des Authorings sind unter anderem Wiederverwendbarkeit, Austauschbarkeit von Arbeitsergebnissen und die Integration von Neu- und Weiterentwicklungen. Eine weitere Thematik von Authoring-Umgebungen, welche in den letzten Jahren immer mehr Beachtung erhält, wird häufig mit dem Begriff "distributed Authoring" bezeichnet ([Whit97], [Whit00]). Auch wenn das WWW heute zum größten Teil für das Lesen von Informationsquellen genutzt wird, so wurde es dennoch auch als ein schreibbares kollaboratives Medium entwickelt. Seit Mitte der neunziger Jahre gibt es eine ganze Reihe von Produkten mit denen es möglich ist, verteilt - also an verschiedenen Orten - Hypertext- und Hypermedia-Inhalte auf entfernt gelegenen Servern über das Internet zu editieren (siehe dazu Microsoft Word 97, Lotus WordPro 97, Netscape Navigator Gold). Der große Vorteil, der sich damit ergibt, ist die Eigendynamik solcher Inhalte, welche durch eine verteilte Authoring-Umgebung erstellt und gepflegt werden. Durch sie wird die Möglichkeit gegeben, Inhalte nicht nur über das Internet zu lesen sondern auch mit Wissen weiter anzureichern. Dies schafft die Voraussetzung für den kooperativen Wissenserwerb innerhalb eines verteilten Gruppenszenarios mit der Zielsetzung des Austausches und der Aufnahme von Informationsinhalten an unterschiedlichen Orten und zu verschiedenen Zeitpunkten. Die Entwicklung konzeptioneller Lösungsansätze sowie deren Umsetzung in einer konkreten

Umgebung zur Unterstützung des kooperativen Wissenserwerbs mit Hilfe von Hypervideo-Inhalten stellt das zentrale Forschungsgebiet dieser Arbeit dar.

1.2 Problemstellung und Zielsetzung

Ein Erfolg für Hypervideo konnte für Massenmedien wie dem Internet und somit für die breite Öffentlichkeit noch nicht erzielt werden. Ein Grund dafür war in der Vergangenheit unter anderem die Einschränkung bezüglich der nutzbaren Bandbreite, welche die Verwendung von Videoinhalten mit hohem Datenvolumen stark begrenzte. Die Entwicklung zeigt aber, dass auf diesem Gebiet Fortschritte erzielt wurden. Teilweise sind sie bereits umgesetzt, teilweise befinden sie sich im Prozess einer Integrationsphase. Hierzu gehören beispielsweise die X-DSL Technologie für stationäre Netze oder UMTS für mobile Netze. Das bedeutet, dass die grundsätzlichen technischen Voraussetzungen für den Einsatz von Hypervideo-Inhalten mittlerweile geschaffen sind.

Verschiedene Projekte haben sich mit der Präsentation und Erstellung von Hypervideo-Inhalten bis in die Gegenwart auseinandergesetzt, wie z.B. [Lies94], [SaBS96], [DBAC98], [Mits00] und [StSW02]. Dabei sind die entwickelten Lösungsansätze für den Einsatz von Hypervideo-Inhalten zahlreich und vielfältig. Das lässt sich im Wesentlichen mit dem hohen Potential und der Verwendbarkeit dieses relativ neuen Forschungsbereiches begründen.

Weiterhin adressieren die bisher entwickelten Konzepte ausschließlich den individuellen Wissenserwerb. Entsprechend wird dem Einzelnutzer einer Hypervideo-Präsentation die Möglichkeit gegeben, mittels seiner Interaktion durch den vom Hypervideo-Inhalt aufgespannten Informationsraum zu navigieren. Das Verfolgen von Links sowie die Nutzung der Video-Funktionen bilden damit den primären Interaktionsrahmen als Teil des Präsentationssystems gegenwärtiger Hypervideo-Systeme. Ein kooperativer Wissenserwerb, bei dem der Nutzer mit anderen Informationen austauscht und aufnimmt, ist mit derartigen Lösungskonzepten nicht benutzergerecht zu realisieren. Der entscheidende Grund hierfür ist die physische Trennung zwischen der Präsentations- und Authoringumgebung.

Als genereller Lösungsansatz für die Unterstützung des kooperativen Wissenserwerbs mittels Hypervideo-Inhalten innerhalb eines verteilten Gruppenszenarios wird die Integration der interaktiven Präsentations- und Autorenfunktionen innerhalb eines konsistenten Systems adressiert. Damit erhält der Teilnehmer einer Gruppe die Möglichkeit, während einer Hypervideo-Präsentation gleichzeitig den aufgespannten Informationsraum der Inhalte eigenständig zu erweitern. Damit ergibt sich die Möglichkeit eines dynamischen Informationsraums, der durch die Eingaben der Gruppenteilnehmer stetig modifiziert bzw. erweitert werden kann. Dieser Informationsraum stellt weiterhin das für die gesamte Gruppe zugreifbare Wissen zur Bildung des individuellen Wissens des Einzelnen dar.

Auf Grund der zu erwartenden hohen Komplexität von Hypervideo-Inhalten besteht eine generelle Anforderung an die zu entwickelnde System-Umgebung bzgl. der Reduzierung der kognitiven Belastung der Nutzer. Die zur Verfügung stehenden kognitiven Ressourcen sollen auf den Prozess der Wissenskonstruktion gelenkt werden. Hierzu ist bei der Entwicklung der Mensch-Maschinen-Schnittstelle darauf zu achten, dass die Darstellungskonzepte sowie das zu Grunde liegende Interaktionsmodell im Sinne eines *Learner-Centered-Design* Ansatzes [Maye01] entwickelt werden.

Die Zielsetzung dieser Arbeit formuliert die Fragestellung, wie die Unterstützung eines kooperativen Wissenserwerbsszenarios innerhalb verteilter Gruppen bzgl. der Verwendung von Hypervideo-Inhalten zu gestalten ist. Hypervideo-Inhalte werden diesbezüglich verwendet, damit Teilnehmer einer Gruppe über die Erzeugung von Annotationen im

Videobild sowohl Informationen untereinander austauschen können als auch Dialoge miteinander führen können.

1.3 Gliederung der Arbeit

Im Kapitel 2 werden die Grundlagen für die Thematik dieser Arbeit wiedergeben. Hierzu wird eine Einordnung des Begriffs Hypervideo in die Forschungsgebiete Multimedia, Hypertext und Hypermedia geben. Weiterhin wird das Medium Hypervideo detailliert betrachtet und charakteristische Eigenschaften vorgestellt.

Das Kapitel 3 analysiert die Anforderungen, die sich aus der Zielsetzung dieser Arbeit ergeben. Dieses Kapitel beschäftigt sich eingehend mit dem Wissenserwerb innerhalb verteilter Gruppen. Es werden verschiedene Problematiken bei der Nutzung von Hypervideo in einem kooperativen Szenario in Bezug auf eine kognitive Belastung betrachtet. Aus diesen Problematiken werden dann funktionale Anforderungen formuliert, die es bei der Entwicklung von Lösungskonzepten zu erfüllen gilt. Technische Anforderungen, die primär die System-Umgebung betreffen und für die Nutzer tendenziell transparent sind, bilden den Abschluss des Kapitels 3.

Das Kapitel 4 zeigt eine Evaluation, die zu gegenwärtigen Technologien zum Forschungsgebiet Hypervideo durchgeführt wurde. Hierzu dienen die im Kapitel 3 entwickelten Anforderungen als Grundlage. Die Identifizierung von Mängeln im Bezug auf diese Anforderungen stellen einen Schwerpunkt der Arbeit im Kapitel 4 dar und werten die Ergebnisse einer Evaluation zu.

Das Kapitel 5 beschreibt die Entwicklung eines Lösungskonzeptes zur Umsetzung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung. Hierzu dienen die Anforderungen aus Kapitel 3 sowie die identifizierten Mängel aus Kapitel 4, die es zu lösen gilt.

Im Kapitel 6 wird eine Validierung der Lösungskonzepte des Kapitels 5 auf der Basis einer Realisierung einer konkreten Systemsetzung durchgeführt. Hierbei werden primär die technischen Anforderungen und die damit entwickelten Konzepte validiert.

Das Kapitel 7 befasst sich detailliert mit der Validierung der funktionalen Anforderung und den damit verbunden Konzepten aus Kapitel 5. Es wird anhand von Feldversuchsstudien ein Nachweis für die entwickelten Konzepte bzgl. des *Learner-Centered-Design* Ansatzes erbracht. Hierzu wird das Nutzerverhalten mit der System-Umgebung eingehend analysiert und bewertet.

1.4 Abgrenzung dieser Arbeit

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung von Lösungskonzepten zur Entwicklung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung, die ihre Verwendung innerhalb verteilter Gruppenszenarien findet. Das Gruppenszenario adressiert dabei Teilnehmer, die räumlich als auch zeitlich miteinander neues Wissen konstruieren wollten. Die Konzepte bieten diesbezüglich Lösungen an, die sich mit der Darstellung, der Interaktion sowie mit dem Prozess der Aufbereitung von Hypervideo-Inhalten befassen.

Das Medium Hypervideo wird in dieser Arbeit als ein eigenständiges Medium betrachtet, das charakteristische Merkmale aufweist, die in dieser Konstellation für Multimedia, Hypertext und Hypermedia nicht vorhanden sind. Diesbezüglich wird speziell in Kapitel 2 eine

detaillierte Einordnung und Abgrenzung des Begriffs *Hypervideo* zu diesen benachbarten Bereichen durchgeführt.

Innerhalb der Arbeit werden keine Aussagen darüber getroffen, wie Hypervideo-Inhalte gestaltet werden sollen. Es werden somit keine *Design-Guide-Lines* respektiv *Gestaltungsvorschriften* für Hypervideo-Inhalte entwickelt. Derartige Thematiken beschreiben Problemstellungen, die z.B. in der Arbeit von Zahn [Zahn03] detailliert beschrieben sind. Weiterhin wird auch der Prozess der Videoerstellung in dieser Arbeit nicht behandelt. Die hier entwickelten Konzepte gehen von vorliegenden digitalen Videoinhalten aus, die sich innerhalb der System-Umgebung befinden. Es werden ferner keine Aussagen über die Gestaltung der verwendeten Zusatzinformationen sowohl inhaltlich als auch formatbezogen getroffen.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden die benötigten Grundlagen für die Entwicklung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung dargestellt. Ein wichtiger Bestandteil ist dabei die Einordnung und die Abgrenzung der Begriffe Multimedia, Hypertext, Hypermedia und Hypervideo. Weiterhin sollen die domänenspezifischen Terminologien betrachtet werden, die in dem Kontext dieser Arbeit Verwendung finden. Ziel der nachstehenden Abschnitte ist es, die Thematik Hypervideo in Bezug auf die gegenwärtigen Forschungsaktivitäten zu vermitteln.

Dieses Kapitel teilt sich in zwei Bereiche auf. Der erste Bereich beschreibt primär die Forschungsgebiete Hypertext, Multimedia und Hypermedia, welche die Ausgangsbasis für Hypervideo bilden. Als Schluss des ersten Bereiches wird eine Diskussion über die Lernwirksamkeit von Hypertext und Hypermedia aus der Sicht der gegenwärtigen Forschung geführt. Der zweite Bereich konzentriert sich auf die Thematik Hypervideo. Die Einordnung des Begriffs Hypervideo sowie der interne Aufbau einer Hypervideo-Struktur bilden dabei das Hauptziel. Zusätzlich wird ein abstraktes Hypervideo-System beschrieben, das die Grundlage der zu entwickelnden kooperativen Hypervideo-Umgebung als Kernthematik dieser Arbeit näher definiert. Eine abschließende Zusammenfassung der hier geführten Betrachtung und ein Ausblick beendet das Kapitel.

2.1 Hypertext und Hypermedia

Die Forschungsaktivitäten zur Thematik Hypertext und Hypermedia können mittlerweile auf eine lange Geschichte zurückblicken. In der Literatur wird die Geburtsstunde dieses weitumfassenden Forschungsgebiets mit der Publizierung des Artikels „As We May Think“ von Vannevar Bush verbunden [Bush45]. Darin beschrieb Bush ein persönliches Archiv, in dem assoziative Verweise zwischen Dokumenten definiert werden konnten. Eine wichtige Eigenschaft war dabei der schnelle Zugriff auf die relevanten Dokumenteninhalte. Im Zusammenhang mit der Entstehungsgeschichte von Hypertext werden besonders häufig die Namen Douglas Engelbart und Theodor H. Nelson zitiert. Engelbart arbeitete bereits 1962 im Rahmen des Augment-Projekts an einem System, das 1968 unter dem Name oN-Line-System (NLS) der Öffentlichkeit vorgestellt wurde. In diesem System konnten Textdateien hierarchisch oder netzartig miteinander über Verweise verknüpft werden [Enge88]. Nelson prägte 1965 den Begriff „Hypertext“ für nichtlinear miteinander verknüpfte Texte und entwickelte das Hypertext System Xanadau. Für einen tiefergehenden geschichtlichen Überblick zum Forschungsgebiet Hypertext wird auf [Myer98] verwiesen.

Die Definitionen für Hypertext und Hypermedia sind in der Literatur vielfältig. In [Schu02] werden einige Definitionen in diesem Kontext detaillierter analysiert. Häufig wird zwischen den Begriffen Multimedia, Hypertext und Hypermedia nur unscharf differenziert. So werden beispielsweise im Bereich der computerunterstützten Lehr- und Lernumgebungen oft Begriffe wie Hypermedia-Lernsystem, Multimediale Lernumgebungen oder auch Lernen mit Hypertext synonym verwendet.

2.1.1 Einordnung

Multimedia: Allgemein wird mit Multimedia eine Zusammensetzung von verschiedenen Medien betrachtet. Beispiele für Medien sind Text, Ton, Bild, Graphiken oder auch Videosequenzen. Eine Taxonomie von Medientypen wird in der Abbildung 3 wiedergegeben. Bei der Definition von Multimedia gibt es aber in der Wissenschaft große Diskrepanzen. Eine

häufig in der Literatur referenzierte Definition von Multimedia in Verbindung mit Multimedia-Systemen wird von Steinmetz formuliert [Ste95]:

„Ein Multimedia-System ist durch die rechnergesteuerte, integrierte Erzeugung, Manipulation, Darstellung, Speicherung und Kommunikation von unabhängigen Informationen gekennzeichnet, die in mindestens einem kontinuierlichen (zeitabhängigen) und einem diskreten (zeitunabhängigen) Medium kodiert sind“.

Kritik an dieser Definition wird in [Schu02] mit der Fragestellung, warum die Zusammensetzung von nur diskreten oder nur kontinuierlichen Medien nicht als Multimedia bezeichnet werden darf, geübt.

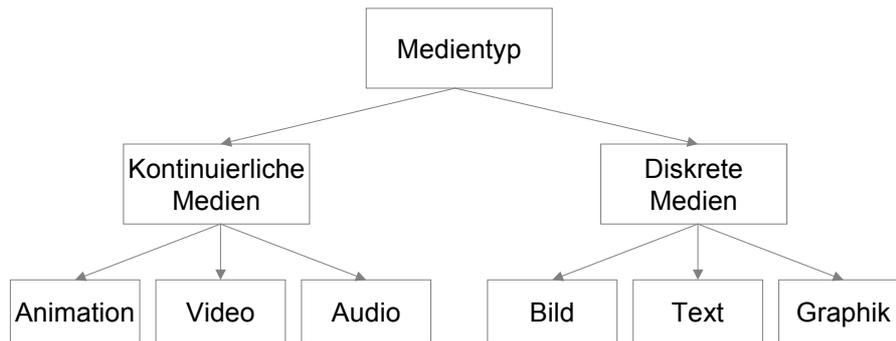


Abbildung 3: Taxonomie von Medientypen

Schulmeister hebt in seiner Definition von Multimedia die Interaktion als einen wesentlichen Bestandteil hervor. Gleichzeitig bezeichnet er Multimedia-Inhalte als symbolisches Wissen, das erst durch den Zugriff der Benutzer interpretiert wird und somit die Basis für eigene kognitive Konstruktionen liefert. Die Definition des Begriffs Multimedia formuliert Schulmeister [Schu02] als eine

„ [...] interaktive Form des Umgangs mit symbolischem Wissen in einer computergestützten Interaktion“.

Aus diesen Betrachtungen wird gefolgert, dass der zentrale Aspekt von Multimedia die Kombination von diskreten und kontinuierlichen Medien ist. Im Rahmen dieser Arbeit bezieht sich dabei die Darstellung von Multimedia-Inhalten auf den Einsatz rechnerunterstützter Multimedia-Systeme. Folglich liegen alle Multimedia-Inhalte innerhalb einer Systemumgebung in digitaler Form vor. Des Weiteren ist die Nutzerinteraktion ein Bestandteil von Multimedia, die aber in ihrer Verwendung sehr unterschiedlich ausgeprägt sein kann. Das Potential von Multimedia, Wissen zu vermitteln, wurde in vielen empirischen Versuchen nachgewiesen. Der Erfolg der Wissensvermittlung hängt jedoch stark von der Abstimmung zwischen den verwendeten Multimedia-Inhalten ab [Maye01].

Hypertext: Der Begriff Hypertext beschreibt eine strukturelle Charakteristik für die Darstellung von Informationsinhalten. Ähnlich wie bei dem Begriff Multimedia gibt es keine allgemeingültige Definition für Hypertext. In der einschlägigen Literatur wird Hypertext oft durch die Abgrenzung zu anderen Strukturen beschrieben, vgl. [Frei97], [Kuhl91] und [Terg02]. Ein Hypertext wird als ein nicht-linearer Text verstanden. Die Nicht-Linearität bezieht sich dabei auf die inhaltliche Struktur des Dokuments, die bei konventionellen Informationsmedien, z.B. bei einem Buch, sequenziell ausgeprägt ist.

Eine Grundidee bei Hypertext wird dadurch ausgedrückt, dass bei dem Erstellungsprozess die Information bereits in kohärente Einheiten aufgeteilt wird. Durch Verknüpfungen dieser

Einheiten untereinander ist der Nutzer in der Lage, durch seinen Zugriff die Reihenfolge der Informationsaufnahme selber zu bestimmen. Dies kann sich positiv auf seine Wissensbildung auswirken. In der Literatur wird diese netzwerkartige Verknüpfung von Informationseinheiten in enge Relation mit der Art und Weise, wie der Mensch Wissen im Gedächtnis mental repräsentiert, gesetzt, vgl. dazu auch Abschnitt 2.1.4.

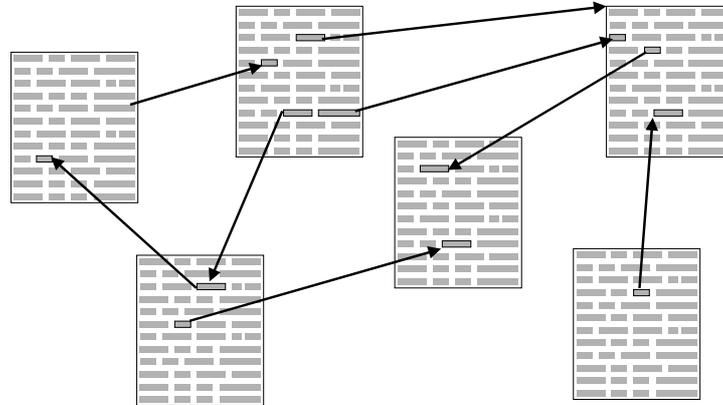


Abbildung 4: Typischer Aufbau einer Hypertext-Struktur

Hypertext-Strukturen erlauben den Nutzern das Verfolgen von Querverweisen innerhalb eines Hypertext-Dokuments, um einen Zugriff auf relevante Informationsinhalte zu erhalten, vgl. Abbildung 4. Conklin sieht als eine hervorragende Eigenschaft von Hypertext-Systemen die Realisierung von maschinenunterstützten Querverweisen. Gleichzeitig nennt er in einem bekannten Artikel "Hypertext: An Introduction and Survey" auch Risiken, die durch die Verwendung von Hypertext ausgehen können [Conk87]. Unter anderem beschreibt er die Gefahr der Desorientierung bei der Navigation innerhalb eines Hypertexts und definiert diesen Zustand als „Getting lost in hyperspace“. Dadurch wird ausgedrückt, dass in komplexen Hypermedia-Strukturen auf Grund der großen Informationsmengen nur Teilausschnitte dargestellt werden können und somit die Gefahr besteht die Orientierung innerhalb derartiger Dokumentenformen zu verlieren. Dieses Phänomen wird in der Literatur auch als „lost in hyperspace“ bezeichnet. Die Gefahr einer solchen Desorientierung muss durch die Bereitstellung von Orientierungs- und Navigationsmitteln minimiert werden, vgl. dazu [Haac02]. Für weiterführende Betrachtungen zur Thematik Hypertext wird auf [Gloo97], [GrTr99] und [LoHa99] verwiesen.

Hypertext ↔ Multimedia: Im Gegensatz zum Hypertext ist mit Multimedia kein theoretisches Konzept verbunden. Das bedeutet, dass bei verschiedenen Multimedia-Systemen die Art und Weise der Organisation von Informationseinheiten sehr unterschiedlich ausfallen kann, da keine allgemeingültige Strukturvorgabe vorhanden ist. Auch wenn Multimedia-Systeme die Möglichkeit zur Interaktion mit dem Nutzer bieten, so ist die Darstellung vorrangig auf eine lineare Struktur ausgerichtet und somit stark vom Autor abhängig. Dies trifft nicht auf Hypertext-Systeme zu, da die Informationsinhalte einer nicht-linearen Anordnung folgen. Auf Grund der Nicht-Linearität von Hypertexten kann der Autor im Vorhinein nicht wissen, welcher Pfad schlussendlich von den Nutzern innerhalb der Struktur gewählt wird.

Hypermedia: Wie der Begriff Hypermedia bereits erahnen lässt, handelt es sich hier um eine erweiterte Form des Hypertext-Konzepts. Die Erweiterung der Integration unterschiedlicher Medien innerhalb einer netzförmigen Hypertext-Struktur wird in der Literatur häufig als Hypermedia bezeichnet, vgl. [Niel90],[LoHa99] und [GrTr99]. Ein Hypermedia-Dokument kann demnach Multimedia-Inhalte aufnehmen und diese über Querverweise miteinander verknüpfen. Die Organisation dieser Informationsinhalte folgt dem entsprechend assoziativen

Netzen und bildet eine Hypermedia-Struktur. Es ist nachvollziehbar, dass Hypermedia einerseits eine enge Verbindung zu Hypertext auf Grund des Organisationsschemas der Informationsinhalte besitzt, andererseits durch die Integration verschiedener Medien innerhalb netzförmiger Strukturen auch Merkmale von Multimedia beinhaltet. Dieser Umstand wird von vielen Autoren in der Literatur damit begründet, dass Hypermedia als Schnittmenge von Multimedia und Hypertext definiert werden kann, siehe dazu Abbildung 5. Auf dieser Weise kommt Schulmeister zur folgenden Definition [Schu02]: „Hypermedia ist ein Subset von Hypertext, und Hypermedia ist zugleich ein Subset von Multimedia. Vermutlich ist es besser, Multimedia und Hypertext als zwei unabhängige Entitäten mit einer Schnittmenge zu betrachten, die man als Hypermedia bezeichnen könnte“ [Schu02].

In der Literatur werden die Begriffe Hypertext und Hypermedia und auch die ausführenden Systeme oft als Synonym verwendet, vgl. [LoHa99]. Das Potential und somit der Einsatz verschiedener Medien für die Vermittlung von Informationen innerhalb einer netzwerkartigen Hypermedia-Struktur findet große Akzeptanz speziell bei der Wissensbildung innerhalb hypermedialer Lernumgebungen [GuCB00].

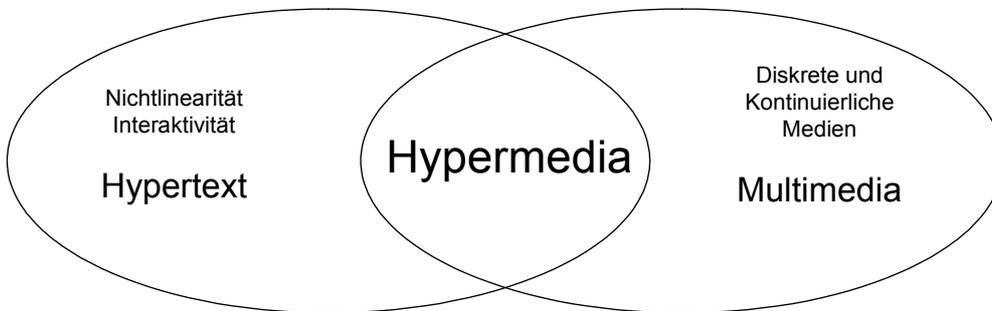


Abbildung 5: Hypermedia als Schnittmenge von Hypertext und Multimedia

Im Kontext netzwerkartiger Hypermedia-Strukturen wird häufig der Begriff *Annotation* (ergänzende Information) zitiert. Die W3C-Annotation Working Group [W3C03] definiert den Begriff Annotation wie folgt: „In general, an annotation is defined as any object that is associated with another object by some relationship. The annotation object may be of any type and the relationship between the annotation object and the object it annotates may also be of any type.“ In [HuKM97] wird folgende Definition zur Annotation eines Web-Dokuments gegeben: „An annotation of a web page is any object, which is displayed within or accessible from the original by accessing the original.“ Eine Annotation besitzt somit die Information über die Art und Weise wie zwei Objekte miteinander verknüpft sind.

2.1.2 Komponenten eines Hypermedia-Dokuments

Ein Hypermedia-Dokument setzt sich aus einer netzförmigen Anordnung bzw. einem Beziehungsnetzwerk von Informationseinheit und Querverweisen zusammen. Die Informationseinheiten werden als Knoten bezeichnet und die Querverweise als Kanten respektive Links. Die netzwerkförmige Anordnung wird dabei auch in der Literatur als Hypergraph bezeichnet. Die Abbildung 6 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Hypermedia-Dokuments aus der Sicht der Erweiterung von Hypertext und Multimedia. Im Folgenden soll der Aufbau eines Hypermedia-Dokuments näher analysiert werden, da dies für die spätere Betrachtung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung wichtig ist.

Knoten: Die Information, die durch ein Hypermedia-Dokument vermittelt wird, wird durch die Knoten repräsentiert. Dabei wird die Information in kohärente Einheiten aufgeteilt. Eine

informative Einheit wird auf einem Knoten abgebildet und kann durch nur ein Medium (z.B. Text, Bild oder Video) oder durch eine Kombination verschiedener Medien (z.B. Text/Bild, Text/Audio oder Bild/Ton) kodiert sein. In diesem Zusammenhang definiert Kuhlen Knoten als „grundlegende atomare Informationseinheiten“ [Kuhl91]. Ein Knoten lässt sich in drei abstrakte Bestandteile unterscheiden:

- *Knotenname*: Der Knotenname wird zur Identifizierung innerhalb einer Hypermedia-Struktur verwendet und muss somit innerhalb der Grenzen eines Hypermedia-Dokuments eine Eindeutigkeit besitzen.
- *Knoteninhalt*: Der Knoteninhalt ist die eigentliche Information, die durch den Knoten repräsentiert wird.
- *Verweise*: Die Verweise respektive Links innerhalb des Knotens ermöglichen es dem Nutzer, zwischen verschiedenen Knoten frei zu navigieren und somit die Reihenfolge der Präsentation der Knoteninhalte im Kontext der Wahlmöglichkeit selbst zu steuern.

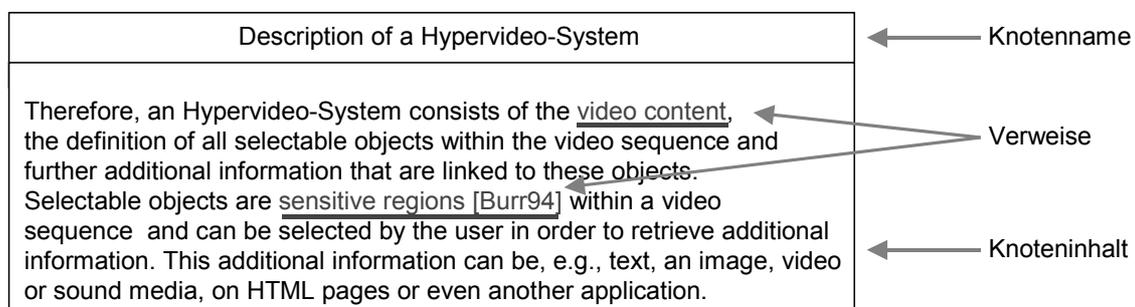


Abbildung 6: Inhaltlicher Aufbau eines Knotens

Anker: Die Beschreibung eines Bereiches bzw. einer Position innerhalb eines Knotens wird mit Hilfe so genannter Anker realisiert. Ein Anker beschreibt die Kopplungsstelle zwischen einem Knoten und einem Verweis. Eine derartige „Berührungsstelle“ wird als Anker in Abbildung 6 durch die Darstellung der Wortfolgen „video content“ definiert.

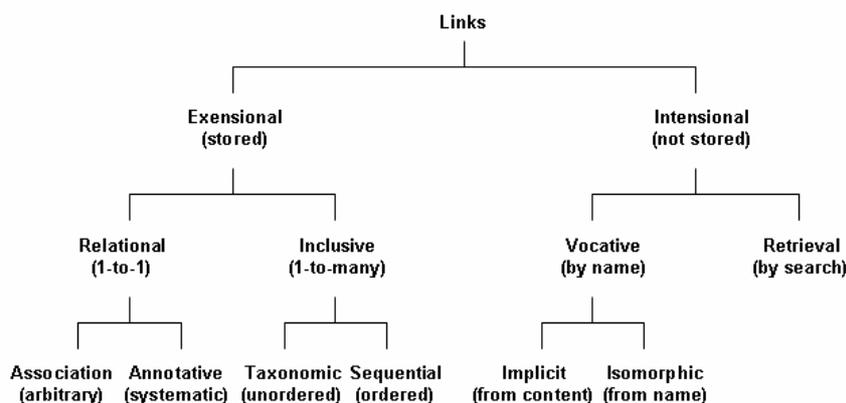


Abbildung 7: Taxonomie von Linktypen nach [DeRo89]

Links: Die generelle Aufgabe von Links, die auch als Hyperlinks bezeichnet werden, ist die Verbindung von Knoten innerhalb eines Hypermedia-Dokuments. Mittels der Links befindet sich der Nutzer in der Lage, autonom zwischen den Knoten eines Hypermedia-Dokuments zu navigieren. Der Vorteil bei Verwendung von Links innerhalb digitaler Medien ist der damit

verbundene effiziente und direkte Zugriff auf Informationseinheiten innerhalb einer nicht-lineare Informationsstruktur.

Prinzipiell definiert sich ein Link aus Ursprung und Ziel. Ein Unterscheidungskriterium von verschiedenen Linktypen wird durch ihre Richtung angegeben. Es wird dabei zwischen bidirektionalen Links und unidirektionalen Links unterschieden. Eine detaillierte Betrachtung verschiedener Ausprägungen von Linktypen wird durch [DeRo89] beschrieben, vgl. dazu die Abbildung 7.

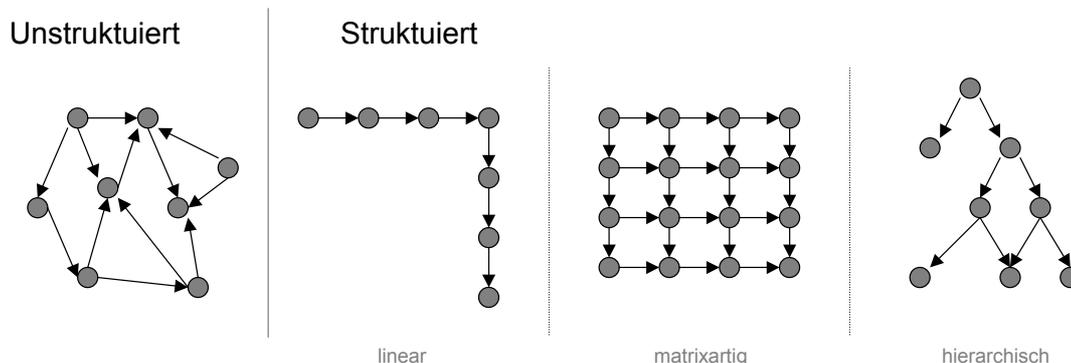


Abbildung 8: Hypermedia Organisationsstrukturen

Struktur: Die Anordnung von Knoten und Links innerhalb eines Hypermedia-Systems wird auch als Organisationsstruktur bezeichnet, vgl. [Terg02]. Generell kann man die Organisationsstruktur unterteilen in eine unstrukturierte Form und eine strukturierte Form Abbildung 8. Die unstrukturierte Form kommt der Grundidee des Hypertexts am nächsten, da sie wertneutrale Verknüpfungen beinhaltet und somit vollständig eine selbstorganisierte Form des Lernens unterstützt. Eine derartige Organisationsstruktur wird aber nur selten in der Praxis angewendet, da sie eine tendenziell höhere Gefahr der Desorientierung für den Nutzer innerhalb eines Hypermedia-Dokuments darstellt. Organisationsstrukturen, die eine strukturierte Form aufweisen, können in lineare, matrixartige und hierarchische Formen unterteilt werden.

Struktur	Verwendung
<i>linear</i>	Die lineare Form einer Organisationsstruktur legt die Reihenfolge der Aufnahme von Informationseinheiten fest. Sie findet ihre Anwendung in Bereichen, in denen ungeübte Benutzer bei der Orientierung und Navigation stark unterstützt werden müssen.
<i>matrixartig</i>	Die matrixartige Form kann als Erweiterung der linearen Form erachtet werden. Auch hier wird der Benutzer in der Wahl der Informationseinheiten stark geführt, kann aber im Gegensatz zur linearen Form innerhalb eines eingeschränkten Rahmens die Reihenfolge der Informationseinheiten wählen.
<i>hierarchisch</i>	Die hierarchische Form eignet sich hervorragend zur Abstraktion von Informationsinhalten. Somit kann ein Dokument auf verschiedenen Ebenen einen unterschiedlichen Detaillierungsgrad aufweisen. Auch die Bedeutung von Informationseinheiten im Kontext des gesamten Hypermedia-Dokuments lässt sich so unterschiedlich betonen.

Tabelle 1: Strukturierte Organisationsformen

2.1.3 Dexter-Hypertext-Referenzmodell

Eines der am meisten referenzierten Architekturmodelle für Hypertext- und Hypermedia-Systeme ist das *Dexter-Hypertext-Referenzmodell*. Die Entwicklung des Dexter-Hypertext Modells begann bereits 1988 unter der Beteiligung von führenden Vertretern damaliger existierender Hypertextsysteme wie z.B. Augment, Intermedia, HyperCard, NoteCards oder KMS. Das Modell wurde 1994 in einem Artikel von Halasz und Schatz veröffentlicht [HaSc94]. Die Zielsetzung bezog sich dabei auf die Entwicklung eines Referenzmodells, das die Gemeinsamkeiten vorhandener Systeme aufzeigte und die Erstellung neuer Systeme unterstützen sollte. Unter anderem wurde angestrebt, eine einheitliche Terminologie von Verweisen (*engl. links*) und Knoten (*engl. nodes*) zu definieren, ein formales Modell zur Beschreibung von Daten und Funktionen festzulegen und eine Basis für die Erstellung von Austauschformaten sowie Interoperabilität zu geben.

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass das Dexter-Hypertext-Modell trotz seines Namens auch die Verwendung unterschiedlicher Medientypen, wie z.B. Bilder, Graphiken oder Videoinhalte explizit vorsieht und somit auch eine Grundlage für die Entwicklung von Hypermedia-Systemen bietet.

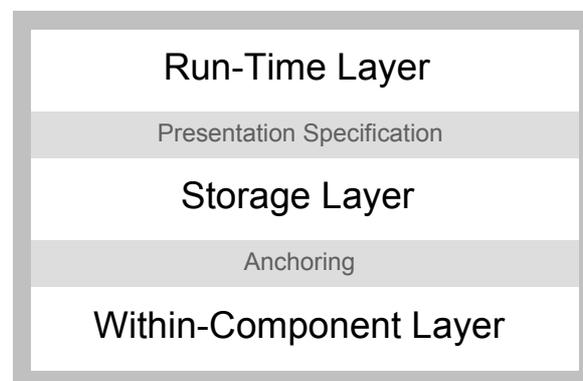


Abbildung 9: Dexter-Schichten Modell [HaSc94]

Inhaltlich besteht das Dexter-Modell aus drei Schichten. Die Schichten werden als *Within-Component Layer*, *Storage Layer* und *Run-Time Layer* bezeichnet.

- Im *Within-Component Layer* befinden sich die Inhalte der Knoten, die im Dextermodell als Komponenten (*engl. Components*) bezeichnet werden. Das Modell beschreibt dabei nicht die interne Datenstruktur der Komponenteninhalte dieser systemspezifischen Schicht, da auf Grund der Vielzahl unterschiedlicher Medientypen (z.B. Texte, Bilder, Audio, Video) eine derartige Modellierung kaum realisierbar wäre.
- Der *Storage Layer* beschreibt den eigentlichen Aufbau der Hypermedia-Struktur als eine Zusammensetzung vorhandener Komponenten und bildet damit die zentrale Einheit des Modells.
- Der *Run-Time Layer* ist für die Darstellung der Komponenten aus dem Storage Layer sowie für die Eingaben der Nutzerinteraktionen verantwortlich.

Der Informationsaustausch zwischen den drei Schichten wird mittels Schnittstellen realisiert. Die Schnittstelle zwischen dem *Within-Component Layer* und dem *Storage Layer* wird durch die Ankerspezifikation gebildet. Die Präsentationsspezifikation (*engl. Presentation*

Specification) beschreibt die Schnittstelle zwischen dem Run-Time Layer und dem Storage Layer. Die Abbildung 9 zeigt das Dexter-Schichtenmodell.

Zur Bildung einer Hypermedia-Struktur definiert der Storage Layer sogenannte Komponenten. Diese Komponenten werden in die Kategorien *atomare Komponenten*, *Link-Komponenten* und *zusammengesetzte Komponenten* klassifiziert.

- Eine atomare Komponente (*engl. atomic components*) beschreibt einen Knoten, der typischerweise durch einen einheitlichen Medientyp repräsentiert wird.
- Durch die Link-Komponente (*engl. link component*) können die Knoten in Relationen zueinander gesetzt werden.
- Eine zusammengesetzte Komponente (*engl. composite components*) besteht aus vorhandenen Komponenten des Storage Layer zusammen und spezifiziert somit neben der Link-Komponente eine hierarchische Komponentenstruktur, die einem azyklisch gerichteten Graphen entsprechen muss.

Jede Komponente innerhalb des Storage Layer ist über eine eindeutige UID (*engl. unique identifier*) referenzierbar. In Bezug auf die UID definiert der Storage Layer die Funktion *Accessor* und *Resolver*. Die *Accessor* Funktion ermöglicht in Verbindung mit einer UID den Zugriff auf eine Komponente. Mit Hilfe der *Resolver* Funktion kann das Ziel eines Verweises und somit die UID bestimmt werden, um assoziative Zugriffe auf Komponenten zu ermöglichen.

Im Dexter-Hypertext-Referenzmodell besitzt jeder Anker eine Ankererkennung (*engl. anchor ID*), die innerhalb der Komponente eindeutig definiert ist. Dadurch lässt sich ein Anker mittels seiner ID und der UID der Komponente eindeutig referenzieren. Ein Anker bildet die Schnittstelle zwischen Storage Layer und Within-Component Layer. Diese Kopplungsstelle eines Ankers wird durch seinen Ankerwert spezifiziert, der die Position bzw. den Bereich innerhalb der Komponente definiert. Wie der Ankerwert strukturell aufgebaut ist, hängt von dem jeweiligen verwendeten Medientyp ab.

Der interne Aufbau einer Komponente im Dexter-Hypertext Modell variiert in Bezug auf die Kategorien atomare Komponenten, Link-Komponenten und zusammengesetzte Komponenten. Allen gemeinsam ist die Komponenteninformation. Die Komponenteninformation gibt Auskunft über die Definition der Anker innerhalb der Komponente mit Angaben der Ankererkennung und des Ankerwerts. Weiterhin wird hier auch die Präsentationsspezifikation beschrieben, die Angaben zur Präsentation der Komponente für den Run-Time Layer beinhaltet. Auch Attribute werden hier mittels Key / Value Paaren definiert, die beliebige Angaben, wie z.B. Autor, Ort, Datum repräsentieren. Eine Link-Komponente besitzt außerdem zwei oder mehrere sogenannte Specifier. Ein Specifier besteht aus einer UID, einer Anker ID, einer Definition des Linktyps sowie den Angaben der Präsentationsspezifikation, die durch den Run-Time Layer ausgewertet wird. Atomare Komponenten besitzen neben der Komponenteninformation auch die Repräsentation ihrer Inhalte. Zusammengesetzte Komponenten besitzen zudem eine Liste mit allen UIDs, die sie beinhalten.

Neben der Darstellung von Komponenten beinhaltet der Aufgabenbereich des Run-Time Layers die Umsetzung der Benutzereingaben und somit die Initiierung entsprechender Prozessabläufe. Hierzu werden die bereits erwähnten Präsentationsspezifikationen verwendet, die Auskunft über die Art und Weise geben, wie die jeweiligen Komponenten dem Nutzer präsentiert werden sollten. Die Präsentationsspezifikationen bilden dadurch eine Schnittstelle, um die Trennung zwischen Run-Time Layer und Storage Layer aufrecht zuhalten, sowie

Beziehungen zwischen der Präsentation von Komponenten sowie deren Vernetzungen zu etablieren. Auf Grund der unterschiedlichen Anwendungsrahmen von Hypermedia-Systemen und der damit verbundenen Anforderungen an eine Benutzeroberfläche wird für den Run-Time-Layer kein allgemeingültiges Modell in Bezug auf die Präsentationsmechanismen angegeben.

	Embedded address approach	Dexter-based approach
Storage of links	Jump addresses inside content	link objects in separate database
Openness with respect to linking	Closed: requires special content format, e.g. HTML, VRML	Open: no requirement on content formats- applications' own formats can be linked
Media support	Links are mostly supported from text based data	Anchors may reference segments in any datatype, e.g. video
Maps of link structures	Difficult (often impossible) to see who is referencing a specific node	Link relation can be inspected and maps generated
Distribution	Simple to distribute - only content has to be distributed	More complicated to distribute – also links and anchors
Collaboration	Collaborative manipulation of link network is difficult	Collaborative manipulation of links is easier – requires no write permission to content

Tabelle 2: Vergleich zwischen eingebetteten und externen Verweisen [GrBS97]

2.1.4 Diskussion: Wissensvermittlung und Hypermedia-Forschung

Durch die enorme Entwicklung von immer leistungsfähigeren Computern und Netzwerken lassen sich heute Hypermedia-Systeme im Bereich der Lehre und somit zur Wissensvermittlung wiederfinden [EnGS02]. Durch die netzwerkartigen Strukturen bieten Hypermedia-Systeme den Vorteil des schnellen Zugriffs auf eine Vielzahl von Dateninhalten. Globale Netzwerke, wie das Internet, bieten Hypermedia-Systemen zudem die Möglichkeit auch entfernte Informationsressourcen respektive Dokumente miteinander zu verknüpfen und dem Nutzer zugänglich zu machen. Die Wissensvermittlung bzw. die Lernwirksamkeit von Hypermedia ist Gegenstand intensiver Forschungsaktivitäten der Gegenwart. Es wird untersucht, ob für die Wissensvermittlung der Einsatz von nicht-linearen Hypertexten gegenüber linearen Texten einen Lernvorteil für den Nutzer birgt.

Weitere Fragestellungen beziehen sich auf Einflussgrößen wie Vorwissen, Lernstrategien oder auch Lernformen, die in Abhängigkeit von Hypertexten die Wissensvermittlung steuern können. Schnotz und Zink haben diesbezüglich die Fragestellung untersucht, welche Einflüsse spezifizierte Zielorientierungen in Form von Lernaufgaben beim Wissenserwerb mit Hypertexten im Vergleich zu linearen Texten haben [ScZi97]. Den Ergebnissen zufolge kann durch eine spezifizierte Zielorientierung ein höherer Wissenserwerb mit nicht-linearen Hypertexten erwartet werden. Hingegen scheinen lineare Texte ohne die Vorgaben von spezifizierten Zielorientierungen Vorteile aufzuweisen. Gerdes kommt auf der Grundlage von zwei Studien zu dem Ergebnis, dass traditionelle lineare Texte im Vergleich zu nicht-linearen Hypertexten bzgl. der Lernwirksamkeit einen größeren Wissenszuwachs beinhalten [Gerd97]. Gleichzeitig wurde aber auch festgestellt, dass mit zunehmendem Vorwissen der Probanden ein immer besseres Lernergebnis mit Hypertexten im Vergleich zu linearen Texten erzielt wurde. Auch wenn unter bestimmten Voraussetzungen Hypermedia Vorteile gegenüber linearen Texten besitzt, konnten bislang durch Studien keine empirisch belegten Beweise präsentiert werden, die einen allgemeinen Vorteil von nicht-linearen Hypertext-Strukturen im Bezug auf die Wissensvermittlung nachweisen. Für eine Übersicht auf weitere Studien zum Thema der Lernwirksamkeit von Hypertexten wird an dieser Stelle auf [Kuhl91], [Hase95] und [DiGa98] verwiesen.

In Verbindung mit der Wissensvermittlung wird in der Hypertextforschung der Begriff der *kognitiven Plausibilität* genannt. Der aus der künstlichen Intelligenz stammende Begriff

kennzeichnet den Zustand der Nachbildung von Algorithmen in Computerprogrammen, die der Struktur kognitiver Prozesse des menschlichen Gedächtnisses entsprechen. Ein System zur Wissensvermittlung erfüllt den Anspruch der kognitiven Plausibilität, wenn zwischen der Repräsentation der Inhalte durch das System und der mentalen Repräsentation des Rezipienten möglichst wenig sogenannte Umformungsprozesse bei einem Wissenstransfer durchgeführt werden müssen. Schulmeister schreibt dazu: „Die Hypothese der kognitiven Plausibilität von Hypertexten unterstellt, dass die Strukturgleichheit von Text und Denken ursächlich für den kognitiven Lernerfolg verantwortlich ist, und ist somit eine Variante der Korrespondenzhypothese von Wissen und Gedächtnis und der Vorstellung, dass Wissen im Gedächtnis wie in Netzen gespeichert werden kann.“ [Schu02]. Hypertexte sollen demnach auf Grund ihrer netzwerkartigen Struktur der Organisationsform des menschlichen Gedächtnisses entsprechen und somit bei einem Wissenserwerb den Aufwand der Umformungsprozesse reduzieren. Für eine nähere Beschreibung dieser Theorie wird auf [Jona89] verwiesen. Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass diese Hypothese der kognitiven Plausibilität im Kontext der Lernwirksamkeit von nicht-linearen Informationsstrukturen, die bislang durch empirische Studien nicht belegt werden konnte, mittlerweile stark kritisiert wird, vgl. [Gerd97], [Hase95] und [Stah01].

Aktives und selbstgesteuertes Lernen setzt einen hohen Grad an einen flexiblen Umgang mit Informationsmaterialien und Informationsstrukturen voraus. Aus Sicht der konstruktivistischen Auffassung ist Wissenserwerb immer ein Prozess an dem der Lernende innerhalb eines sozialen Umfelds aktiv beteiligt ist und selbst die Entscheidung trifft, *ob, was, wann, wie* und *woraufhin* er lernt [Wein82]. In der Literatur wird darauf hingewiesen, dass Hypermedia dem Lernenden auf Grund seiner netzwerkartigen Repräsentationsform die Möglichkeit bietet, bezogen auf seine individuellen Bedürfnisse die Reihenfolge der Informationsaufnahme in Abhängigkeit von seiner Zielsetzung und seinem Vorwissen selbst zu bestimmen und somit ein exploratives Lernen zu ermöglichen, vgl. [Kuh91], [Hase95] und [UnHe99]. Generell sind aber die Anforderungen an einen Lernenden bzgl. des aktiven und selbstgesteuerten Lernens als sehr hoch einzuschätzen. Das hohe Maß an Eigenverantwortlichkeit in Bezug auf den Wissenserwerb kann einen ungeübten Nutzer überfordern und folglich die Lernwirksamkeit stark reduzieren [Terg97b].

In der vorangegangenen Betrachtung wurde die Wissensvermittlung von Hypermedia primär als eine inhaltlich Darstellung diskutiert, die dem Lernenden durch seine aktive Rolle die Auswahl von Informationseinheiten ermöglicht. Damit stellen Hypermedia-Dokumente aus der Sicht des Nutzers ein Medium dar, das als reine, wenn auch interaktive, Präsentationsform genutzt wird. Grundsätzlich bieten aber gerade Hypermedia-Strukturen die Möglichkeit, mit einfachen Mitteln den Informationsraum des Hypermedia-Dokuments zu erweitern. Damit verbunden ist die Generierung von neuen Informationseinheiten und die Einbindung von Querverweisen in eine befindliche Wissensstruktur eines Hypermedia-Dokuments. Prinzipiell lässt sich damit die Konstruktion, Manipulation und Erweiterung von Hypermedia-Strukturen in einem kooperativen Kontext, in dem mehrere Lernende an der Gestaltung eines Hypermedia-Dokuments beteiligt sind, ermöglichen. In diesem Kontext eines kooperativen Erstellungsprozesses berichten Beeman und Anderson von einem höheren Wissenserwerb der Personen, die gemeinsam an der Konstruktion der Wissensmaterialien beteiligt waren, im Vergleich zu denen, die später diese Materialien zum Lernen verwendeten [BeAn87]. Die aktive Teilnahme am Entstehungsprozess eines Hypermedia-Dokuments wird von vielen Wissenschaftlern als ein wesentlicher Vorteil im Kontext der Wissensvermittlung gesehen, vgl. [CuDK93], [DuKu92], [Hamm93] and [GuCB00].

Die hier beschriebenen Vorteile für einen kooperativen Wissenserwerb auf Basis einer gemeinsamen Konstruktion von Hypermedia-Dokumenten bilden eine wichtige Erkenntnis für die Konzeption und Umsetzung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung innerhalb eines globalen Anwendungsszenarios.

2.1.5 Beschreibungssprachen für Multimedia- und Hypermedia-Anwendungen

Nachdem in den vorherigen Abschnitten eine Einordnung sowie die wesentlichen Grundlagen zu den Bereichen Multimedia und Hypermedia diskutiert wurden, soll an dieser Stelle ein Auszug über aktuelle Beschreibungssprachen näher betrachtet werden. Für eine ausführlichere Diskussion zu Beschreibungssprachen im World Wide Web wird auf [Teeg02] verwiesen.

SMIL

Die Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL, ausgesprochen wie engl. „smile“) ist eine vom World Wide Web Consortium (W3C) entwickelte Empfehlung. Der Standard dient der Erstellung von zeitbasierten streamingfähigen Multimediapräsentationen zur Übertragung im Internet. Die Zielsetzung der Entwicklung der Empfehlung war, eine auf XML basierende deklarative Beschreibungssprache zur Synchronisation und Integration von unterschiedlichen Medienobjekten, wie Audio, Texten, Bild, Videos, etc. zu schaffen. Bereits 1997 wurde die erste Version SMIL 1.0 von der W3C SYMM (Synchronized Multimedia) Working Group verabschiedet. Eine erweiterte Version SMIL 2.0 wurde im Jahr 2001 als Empfehlung des W3C veröffentlicht, vgl. dazu [SMIL01], [Bult01] und [Bult02].

1. Animation	6. Meta-Information
2. Content Control	7. Structure
3. Layout	8. Time and Synchronization
4. Linking	9. Time Manipulation
5. Media Objects	10. Transition

Tabelle 3: Spezifikation der SMIL-Module

Die SMIL 2.0 Empfehlung (*Recommendation*) definiert eine Reihe von Elementen und Attributen, die zur Beschreibung der zeitlichen und räumlichen Koordination von Medienobjekten innerhalb einer Multimediapräsentation dienen. Diese Elemente und Attribute sind bzgl. ihrer funktionalen Bereiche in 10 Module jeweils zusammengefasst, vgl. Tabelle 3. Der Vorteil der Definition von Modulen als Container von Funktionsbereichen ist die Wiederverwendbarkeit der SMIL Funktionalität in so genannten *SMIL Implementation Profiles*. Jedes der Profile spezifiziert dabei eine ausgewählte Menge der Module und bietet für verschiedene Applikationen einen optimierten Sprachumfang an. Folgende Profile sind spezifiziert:

- SMIL 2.0 Language Profile (SMIL Profile): gesamter Sprachumfang
- SMIL 2.0 Basic Language Profile (SMIL Basic): speziell für mobile Endgeräte reduzierter Sprachumfang
- XHTML+SMIL: Integration von SMIL in XHTML
- SMIL 1.0: Sprachumfang der Vorgängerversion

Ein Beispiel für eine SMIL Beschreibung findet sich in der Abbildung 10. In diesem Beispiel wird eine Präsentation definiert, die synchron zur Darstellung des Videos einen Textinhalt in die Präsentationsfläche einfügt. Die Präsentationsfläche wird durch das Element `<layout>` festgelegt. Die Abbildung 10 zeigt zu diesem Beispiel ferner die Ausgabe auf einem SMIL Player.

```
<smil xmlns="http://www.w3.org/2001/SMIL20/Language">
  <head><meta name="example1" content="SMIL example"/>
    <meta name="author" content="Vaxjo Universitet"/>
```

```

<meta name="copyright" content=" Vaxjo Universitet"/>
<layout>
  <root-layout width="280" height="240" backgroundColor="black"/>
  <region id="video_region" width="176" height="132" left="52" top="32" fit="fill"/>
  <region id="text_region" height="45" top="195" left="70"/>
</layout>
</head>
<body>
  <seq>
    <par dur="15s" begin="1s">
      <textstream src="realtext.rt" region="text_region"/>
      <video src="video1.rm" region="video_region">
    </par>
  </seq>
</body>
</smil>

```

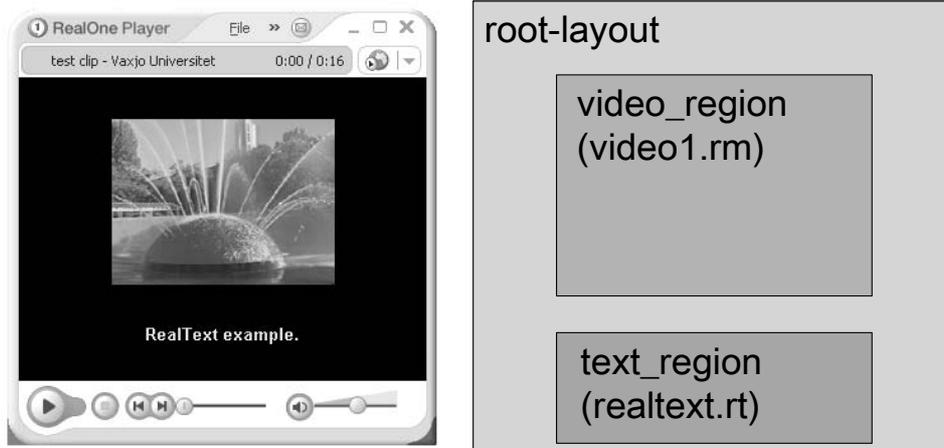


Abbildung 10: Beschreibung und Darstellung eines SMIL Beispiels

SMIL ist sehr komplex und wird durch die verfügbaren Präsentationswerkzeuge meist nur unvollständig unterstützt. So unterstützt der Internet Explorer in der Version 5.5 nur eine Teilmenge der SMIL 2.0 Empfehlung. Ferner unterstützt der Internet Explorer 6 keine zeitbasierten Hyperlinks oder das SMIL Layout Module. Die Gestaltung der Layouts wird in diesem Fall mit Hilfe von Cascading Style Sheets (CSS) durchgeführt. Andere handelsübliche Browser bieten keine SMIL-Unterstützung an. Die Umsetzung des SMIL 2.0 Standard ist anscheinend mit größeren technischen Problemen verbunden. Der Player von RealONE beispielsweise hat zwar laut Herstellung den Standard vollständig integriert, ist aber sehr instabil und neigt zum Absturz der laufenden Präsentation. Apple umgeht dieses Problem, indem es für seinen Player QuickTime nur das *SMIL 2.0 Basic Language Profile* implementiert, damit aber wichtige Funktionen, beispielsweise für ein Hypervideo-System, ausklammert. Der Vorteil durch die Gruppierung der Elemente und Attribute in Module beinhaltet gleichzeitig einen gravierenden Nachteil. Softwareherstellung und Standardisierungsorganisationen entscheiden sich dazu, nur Teile der Spezifikation zu implementieren. Dies führt unweigerlich zu einer inkonsistenten Verbreitung des „Quasi-Standards“ von SMIL 2.0.

SMIL Präsentationen finden im Internet gegenwärtig nur sehr wenig Verwendung. Die geringe Akzeptanz hierzu kann auf die Qualitätsmängel der Player resp. deren Inkonsistenzen zueinander zurückgeführt werden. So ist momentan kein Hypervideo-System bekannt, das SMIL als Grundlage der Realisierung einer nicht-linearen Informationsstruktur sowie Verlinkungsmethodik verwendet.

MPEG7

Die Motion Picture Experts Group entwickelte den MPEG-7 Standard (Multimedia Content Description Interface) zur Beschreibung von audiovisuellen Multimediadaten, vgl. dazu [MaSS02]. Ziel war es, Technologien zur Verfügung zu stellen, um eine einheitliche Beschreibung der Inhalte zu schaffen. Im Gegensatz zu den MPEG-Standards 1, 2 und 4 werden keine Methoden zur Komprimierung von audiovisuellen Multimediainhalten bestimmt. Ein generelles Ziel ist es dabei, eine Möglichkeit für eine effiziente Suche in den beschriebenen Inhalten zu gewährleisten.

Anwendungsbeispiele für MPEG-7 finden sich in vielen Bereichen der vernetzten digitalen Gesellschaft wieder. So stellen digitale Archive von Bibliotheken genauso wie ein Multimedia-Verzeichnis-Service (z.B. eine Musik-Börse) potentielle Anwendungsszenarien für MPEG-7 dar. Es wird auch für Rundfunk- und Fernsehinhalte im Zuge der Digitalisierung dieser Medienlandschaft der Einsatz von MPEG-7 prognostiziert.

MPEG-7 legt als Grundlage zur Beschreibung der Inhalte den XML (eXtensible Markup Language) Standard fest, vgl. dazu [HaMe02]. Die Basis von MPEG-7 bildet eine Multimedia-Bibliothek, die Methoden und Werkzeuge wie folgt bereitstellt:

- *Descriptors*: Ein Descriptor (D) ist die Repräsentation einer Eigenschaft, der die Syntax und die Semantik der Eigenschaft ausdrückt.
- *Descriptor Schemes*: Ein Descriptor Scheme (DS) definiert die Struktur und die Semantik der Relation zwischen Komponenten, die wiederum Descriptors und Descriptor Schemes beinhalten können.
- *Description Definition Language (DDL)*: Mit der Description Definition Language wird dem Anwender die Möglichkeit gegeben, vorhandene Descriptor Schemes zu erweitern oder zu modifizieren.

Das nachfolgende Skript zeigt ein Beispiel für die Beschreibungssprache MPEG-7. Das Beispiel zeigt, wie für einen Videoinhalt die Information des *Titels* anzugeben ist.

```
<Mpeg7 xmlns="http://www.mpeg7.org/2001/MPEG-7_Schema">
  <ContentDescription xsi:type="ContentEntityType">
    <MultimediaContent xsi:type="VideoType">
      <CreationInformation>
        <Creation>
          <Title> Aufzeichnung eines Fussballspiels </Title>
        </Creation>
      </CreationInformation>
    </MultimediaContent>
  </ContentDescription>
</Mpeg7>
```

RDF

Bereits 1999 legte das World Wide Web Consortium (W3C) die Spezifikation Resource Description Framework (RDF) vor, vgl. dazu [Powe03]. Diese Spezifikation beschreibt ein Modell zur Repräsentation von Metadaten. In ähnlicher Weise wie die Beschreibungssprache MPEG-7, verwendet RDF den XML Standard in den meisten Fällen zur Beschreibung seiner Metadaten. Zielsetzung der Spezifikation ist es, in Verbindung mit dem RDF-Schema und der Web Ontology Language (OWL) ein Format festzulegen, mit dem Taxonomien und Ontologien repräsentiert werden können. Durch die Einführung der RDF-Schema

Spezifikation ist es möglich, eine Typisierung und Vererbung von Ressourcen und Eigenschaften zu festzulegen.

Als primärer Anwendungsbereich wird von RDF das semantische Web, als Erweiterung des gegenwärtigen Webs, adressiert. Ziel ist es, die Inhalte so zu beschreiben, dass sie maschineninterpretierbar sind und so intelligente Suchmechanismen in Bezug auf die Semantik der Inhalte erlauben.

Die Strukturierung der Information innerhalb von RDF basiert auf einem Tripel in der Form von *Subjekt*, *Prädikat* und *Objekt*. Dieses Tripel findet sich dann als Aussage in so genannten Statements wieder. Die Tripelelemente sind durch einen Uniform Resource Identifier (URI) eindeutig definiert und werden als *Ressource* benannt. Die Repräsentation einer Anzahl von Tripel kann auch durch einen gerichteten Graphen abgebildet werden. Hierbei entsprechen Subjekt und Objekt jeweils einem Knoten und das Prädikat einer Kante.

Das folgende Beispiel zeigt eine RDF-Beschreibung zur Festlegung eines Autors für ein Dokument mit dem Dateinamen „Studienarbeit_Finke.doc“.

```
<RDF:RDF>
  <RDF:Description RDF:HREF = "http://www.zgdv.de/ Studienarbeit_Finke.doc ">
    <DC:Creator>Finke Matthias</DC:Creator>
  </RDF:Description>
</RDF:RDF>
```

Dublin Core

Dublin Core dient der Beschreibung von Dokumenten und anderen Objekten als Metadatenformat im Internet. Im Gegensatz zu MPEG-7 und RDF, die durch ihre Komplexität und Vielseitigkeit geprägt sind, ist die Zielsetzung des Dublin Core Metadatenformats, eine einfache Menge an Beschreibungselementen zu definieren und somit eine Vielzahl von elektronischen Dokumenten ausreichend zu beschreiben. Die Anfänge dieses Metadatenformat lassen sich auf das Jahr 1995 zurück datieren. In seiner einfachen Version als Dublin Core Metadata Element Set werden 15 Elemente definiert. Die Verwendung der Elemente bei der Beschreibung von Dokumenten ist optional. Ferner können Elemente auch mehrmals benutzt werden. Die Beschreibung der Elemente kann beispielsweise auch durch RDF ausgedrückt werden. Im Folgenden werden diese 15 Elemente der einfachen Version des Metadatenformats vorgestellt.

Elemente	Beschreibung
<i>Title</i>	Name des Dokuments
<i>Creator</i>	Person oder Personengruppe, die für den Inhalt des Dokuments verantwortlich ist
<i>Subject</i>	Die Inhalte oder das Thema können mit diesem Element bezogen auf das Dokument näher beschrieben werden (z.B. durch Schlüsselwörter)
<i>Description</i>	Inhaltliche Beschreibung des Dokuments im Sinne einer Zusammenfassung
<i>Publisher</i>	Verantwortlicher, der die Verbreitung der Inhalte verwaltet
<i>Contributor</i>	Personen, die einen Beitrag zu dem Inhalt des Dokuments geleistet haben
<i>Date</i>	Datum der Veröffentlichung
<i>Type</i>	Genrebezeichnung
<i>Format</i>	Hiermit wird die physikalische Ausprägung des Dokuments beschrieben, wie beispielsweise JPEG, Postscript, etc.

<i>Identifier</i>	Adresse, die das Dokument eindeutig macht
<i>Source</i>	Ist das Dokument von einem übergeordneten Dokument abgeleitet, so kann dieses hier angegeben werden
<i>Language</i>	Die Sprache, die dem Dokument zugeordnet ist
<i>Relation</i>	Beziehungen zu anderen Dokumenten
<i>Coverage</i>	Räumliche und zeitliche Beschreibungen, die dem Dokument zugeordnet werden können
<i>Rights</i>	Verweis auf Copyright-Klausel und weitere rechtliche Vorgaben

Tabelle 4: Elementbeschreibung Dublin Core

2.2 Hypervideo

Der Begriff *Hypervideo* wurde Anfang der 90er Jahre geprägt. Aus den Erfahrungen des Forschungsbereiches Hypertext wurde das Paradigma der Nicht-Linearität auf kontinuierliche Medien übertragen, vgl. [LoCB90], [SaBS96] und [Enca99]. Schweiger bezeichnet Hypervideo als die Verwirklichung einer audio-visuellen Organisationsform der Hypertextidee [Schw01].

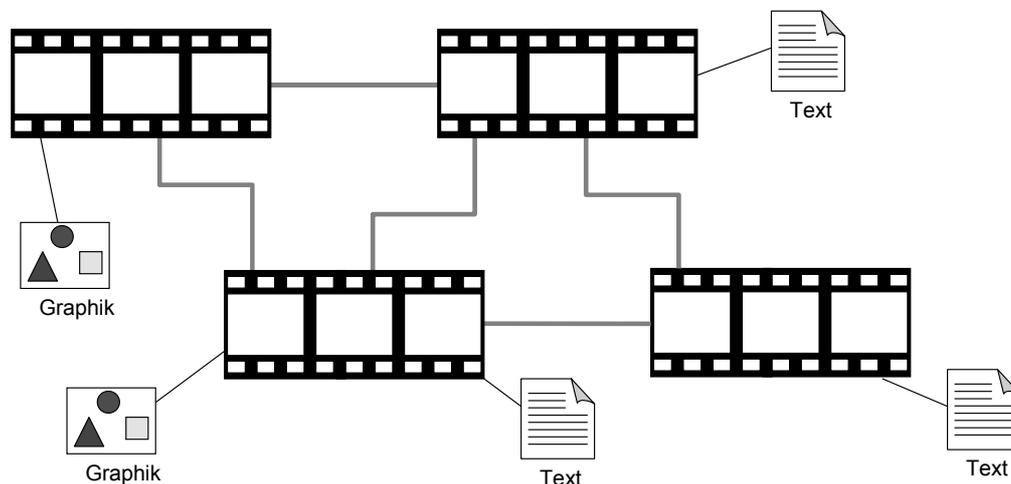


Abbildung 11: Schematische Sicht eines Hypervideos

Hypervideo ermöglicht dem Anwender durch die Einführung des Konzepts von Knoten, Anker und Verweisen aktiv an der Darstellung nicht-linearer audio-visuellen Informationseinheiten durch Benutzerinteraktionen teilzunehmen. Als audio-visuelle Informationseinheiten werden in dieser Arbeit Videoinhalte im engeren Sinne verstanden, die zusätzlich Audiodaten beinhalten können. Die in diesem Kontext beschriebenen Knoten und Verweise beziehen sich dabei explizit auf den visuellen Bereich von Videoinhalten. Die grundlegende Zielsetzung der aktiven Teilnahme des Anwenders am Ablauf videobasierter Präsentationen ist bis zur Gegenwart fester Bestandteil des Forschungsbereiches Hypervideo. Demnach besteht ein Hypervideo-Dokument primär aus Videoinhalten und Verweisen, die diese Inhalte miteinander respektive mit anderen Medientypen, wie beispielsweise Texte, Bilder und Graphiken, verknüpfen kann.

Seit den Anfängen der Entwicklung von Hypervideo hat es viele verschiedene Lösungsvarianten zur Umsetzung der Hypervideoidee gegeben. So wurde 1993 im Kon-Tiki Museum in Oslo, Norwegen erstmals ein Videosystem vorgestellt, das Videosequenzen mit Texten über so genannte „video footnotes“ verknüpfte [Lies94]. Diese *Video-To-Text* Links ermöglichen es den Besuchern neben den Filmausschnitten weitere Zusatzinformationen durch die direkte Interaktion mit der Videopräsentation zu erhalten. Dieser Ansatz basiert

primär auf einem Hauptfilm, der dem Nutzer diskrete Zusatzinformation (primär Text und Bild) an bestimmten Zeitpunkten, synchron zur Präsentation der audio-visuellen Informationseinheit, anbietet. Die Abbildung 12 zeigt die Bedienungsoberfläche des Hypervideo-System mit zwei „video footnotes“ (*The Origins, Statues*).



Abbildung 12: Bedienungsoberfläche des Hypervideo-Systems von [Lies94]

Ein weiteres, sehr bekanntes Forschungsprojekt aus dem Bereich Hypervideo ist Projekt Hypercafe [SaBS96]. Das Hypercafe-System verwendet Videosequenzen als zentrales Medium und fokussiert dabei im Wesentlichen auf Querverweise, die Videosequenzen miteinander verknüpfen (*Video-To-Video* Links). Dieser Ansatz ermöglicht die nicht-lineare Anordnung einer Anzahl von Videosequenzen. Inhaltlich ermöglicht Hypercafe den Nutzern die Betrachtung von verschiedenen audio-visuellen Dialogszenen durch die Aktivierung von Hypervideo-Links. Die Zielsetzung von Hypercafe bestand darin, dem Nutzer den Eindruck zu vermitteln in einem virtuellen Cafe an verschiedenen Gesprächen anderer interaktiv teilnehmen zu können. Auch wenn dieses Projekt eher dem Bereich experimenteller Filmkunst zuzuordnen ist, so beschreiben Sawhney et al. bereits wichtige Grundzüge von Hypervideo, wie beispielsweise die räumlichen und zeitlichen Verknüpfungen zwischen Videosequenzen.

2.2.1 Hypervideo-Terminologie

Die Forschung im Bereich Hypervideo steckt im Vergleich zu der Forschung in den Bereichen Hypertext und Hypermedia noch in den Anfängen ihrer Aktivität. So ist gegenwärtig auch keine Vereinheitlichung des Begriffs Hypervideo erzielt worden. Wie verschiedenartig die Auslegung des Begriffes Hypervideo sein kann, wurde im Abschnitt 2.2 mit zwei sehr unterschiedlichen Lösungsansätzen gezeigt. Im Folgenden werden für eine einheitliche Terminologie innerhalb dieser Arbeit verschiedene Begriffserklärungen im Forschungsbereich Hypervideo wiedergegeben. Diese Terminologie erhebt dabei nicht den Anspruch der Allgemeingültigkeit sowie der Vollständigkeit, sondern soll zur Vereinheitlichung des Gebrauchs von Begrifflichkeiten im Kontext Hypervideo in den folgenden Kapiteln dienen. Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass diese begriffliche Definition der Hypervideo-Terminologie in späteren Kapiteln bzgl. der Entwicklung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung erweitert werden wird.

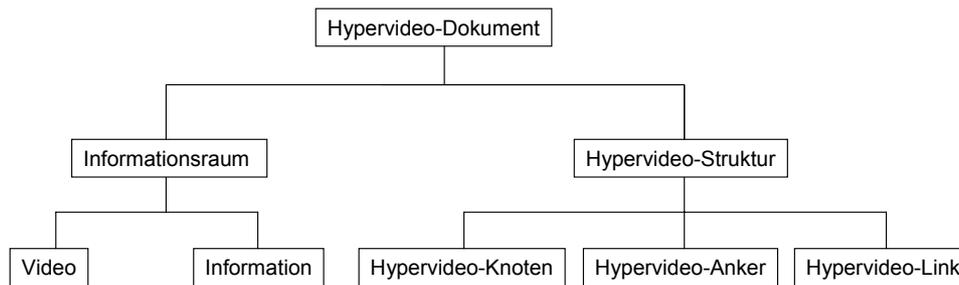


Abbildung 13: Genereller Aufbau eines Hypervideo-Dokuments

- **Hypervideo-Knoten:** Ein Hypervideo-Knoten entspricht einer autonomen Informationseinheit. Es lassen sich in einem Hypervideo-Knoten zwei Knotentypen unterscheiden:
 - *Videoknoten:* Als Videoknoten wird der Knotentyp bezeichnet, der audiovisuelle Informationseinheiten beinhaltet, die gemäß der Beschreibung in Abschnitt 2.1.1 Annotationen beinhalten können. Der Begriff Videoknoten wird auch synonym mit dem Begriff *annotierbares Video* verwendet.
 - *Informationsknoten:* Als Informationsknoten werden primär alle Informationseinheiten diskreten Typs verstanden. Weiterhin zählen auch alle Videoinhalte als Informationsknoten, die nur als Zielknoten definiert sind und somit kein Träger von Annotationen sind.
- **Hypervideo-Link:** Ein Hypervideo-Link verbindet mindestens einen Videoknoten entweder als Ursprungsknoten oder als Zielknoten. Gemäß der Applikation Hypercafe kann ein Hypervideo-Link auch die Verknüpfung zwischen zwei Videoknoten definieren.
- **Hypervideo-Anker:** Die Kopplungsstellen zwischen einem Videoknoten und einem Hypervideo-Link wird als Hypervideo-Anker bezeichnet. Ein derartiger Anker besitzt neben einer Positionsangabe innerhalb eines Videoknotens auch einen Zeitparameter mit einer Spezifikation bzgl. des Start- resp. Endframes in dem er definiert ist.
- **Hypervideo-Struktur:** Eine Hypervideo-Struktur beinhaltet die gesamte Information über die Konstellation zwischen Hypervideo-Knoten, -Link und Anker.
- **Hypervideo-Dokument:** Ein Hypervideo-Dokument setzt sich aus den Informationsinhalten und der Hyperstruktur zusammen. Das Dokument ist somit auch verantwortlich für die interne Datenstruktur resp. das verwendete Datenmodell. Der Begriff Hypervideo-Dokument wird auch synonym mit dem Begriff Hypervideo verwendet.
- **Informationsraum:** Der Informationsraum eines Hypervideo beinhaltet alle annotierbaren Videoinhalte sowie die Informationsinhalte.
- **Video-Annotation:** Als Video-Annotation wird der Prozess verstanden mit dem ein annotierbares Video als Ursprung- oder als Zielknoten mit einem anderen Knoten verknüpft wird. Dieser Prozess beinhaltet zwei Teilprozesse:
 - **Generierung sensitiver Regionen:** Mit diesem Prozess wird ein Hypervideo-Anker resp. eine sensitive Region erstellt.

- **Definition von Hypervideo-Links:** Dieser Prozess bezieht sich auf die Verknüpfung zweier Informationseinheiten. Durch die Angabe einer sensitiven Region kann innerhalb eines Videoknotens die Ankerposition festgelegt werden.
- **Sensitive Region:** Als sensitive Region wird primär die Fläche innerhalb eines Videoknotens bezeichnet, die eine Interaktion des Nutzers mit der Zielsetzung der Aktivierung eines Hypervideo-Links zulässt. Damit kann die sensitive Region als eine visuelle Ausprägung des Hypervideo-Ankers verstanden werden und kann ihre visuelle Ausprägung über eine Anzahl von Einzelbildern innerhalb einer Videosequenz ständig ändern. Der Begriff sensitive Region wird auch synonym mit dem Begriff Hypervideo-Anker verwendet.

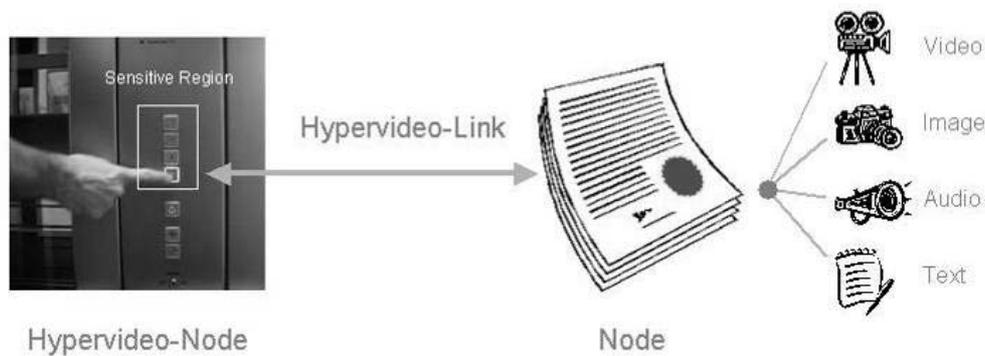


Abbildung 14: Elemente eines Hypervideo-Dokuments

2.2.2 Detaillierungsgrad von Videoinhalten

Wie bereits einleitend beschrieben, basiert die Struktur von Hypervideo primär auf kontinuierlichen Videoinhalten. Daraus ergeben sich verschiedenen Aspekte, die bei rein statischen Medien, wie Bildern, Texten, Graphiken, etc., nicht zu beachten sind. Informationen, die durch statische Medien abgebildet werden, unterliegen keiner zeitlichen Eigenschaft. Das kontinuierliche Medium Video hingegen besteht aus einer sequentiellen Aneinanderreihung von Einzelbildern. Diese Bilder können dabei diskreten oder kontinuierlichen Ursprungs sein.

Eine wichtige Eigenschaft von Hypervideo besteht in der Annotation von Videoinhalten mit weiterführenden Informationen. Eine Annotation verknüpft dabei assoziierte Objekte und drückt somit eine Relation zwischen ihnen aus. Ein Anker wird dazu verwendet einen Teilbereich bzw. ein Detail innerhalb eines Objekts mit einem anderen Objekt zu verknüpfen. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit die Relation einer Annotation nicht auf das gesamte Objekt zu beziehen, sondern nur auf Teilaspekte eines Objektes im Bildbereich. Als Ergebnis wird dadurch ein viel höherer Detaillierungsgrad bzgl. der Relation von Objekten erzielt, was zu einer Verdeutlichung der semantischen Verbindung der Objekte beiträgt. Ein Beispiel hierzu findet sich häufig in HTML-Seiten wieder, in denen Bilder durch eine sogenannte Image-Map einen höheren Detaillierungsgrad erhalten. Das Beispiel in Abbildung 15 zeigt ein Bild, in dem zwei Annotationen jeweils ein Detail mit unterschiedlichen Texten verknüpft. Die semantischen Relationen der beiden Verknüpfungen sind unterschiedlich, da es sich zwar um das gleiche Bild handelt, aber verschiedene Details im Bild adressiert sind.

```

<map name="map1">
  <area href="Text1.htm" alt="Text" coords="3,15,7" shape="circle">
  <area href="Text2.htm" alt="Text" coords="15,46,69,50,13,14"
    shape="poly">
</map>
```



Abbildung 15: Beispiel eines Detaillierungsgrads im Einzelbild

Im Gegensatz zu zwei-dimensionalen Bildern, in denen sich der Detaillierungsgrad nur auf eine räumliche Definition im Bildbereich beschränkt, bietet das Medium Video auf Grund der zeitlichen Eigenschaft mehrere Möglichkeiten unterschiedliche Detaillierungsgrade zu definieren. Die Abbildung 16 zeigt hierzu drei Beispiele. Die unterschiedlichen Detaillierungsgrade beziehen sich dabei auf die Videosequenz, die Videoszene und das Videobjekt.

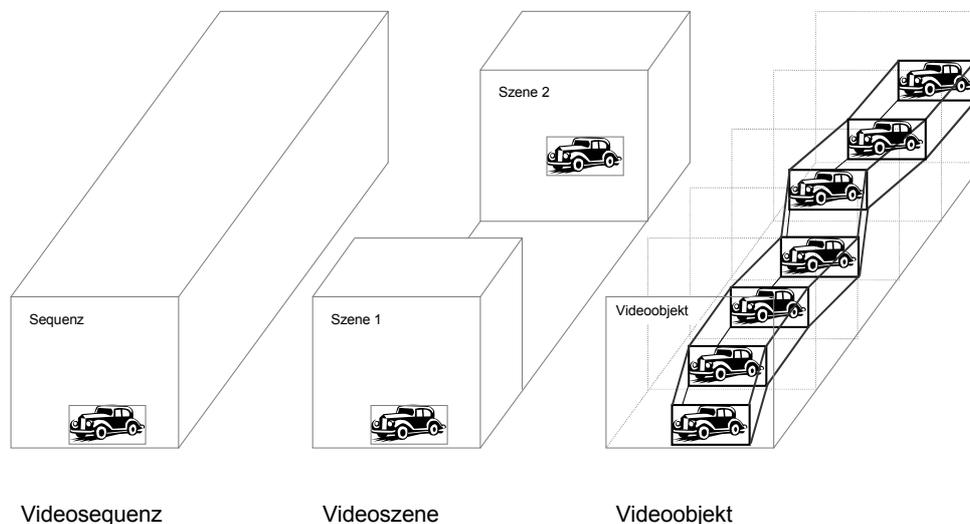


Abbildung 16: Verweise auf Videosequenzen, Videoszenen und Videobjekte

Die Detaillierungsgrade lassen sich wie folgt beschreiben:

- **Videosequenz:** Allgemein kann eine Videosequenz als eine gesamte Informationseinheit durch einen Hypervideo-Link innerhalb eines Hypervideos referenziert werden. Diese Verknüpfung setzt keine Kenntnisse der internen Videostruktur voraus. Das Video wird als ein in sich abgeschlossener autonomer Knoten betrachtet. Der Detaillierungsgrad ist hierbei sehr gering, da nur die gesamte Videosequenz referenziert wird. Dennoch ist es möglich, eine Anzahl verschiedener Videosequenzen in einer nicht-linearen Struktur miteinander zu verknüpfen.

- **Videoszene:** Der zweite Detaillierungsgrad ermöglicht eine Referenz auf eine Szene innerhalb einer Videosequenz. Eine Videoszene beschreibt eine definierte Anzahl von aufeinander folgenden Einzelbildern (*engl. Frames*) innerhalb eines Videos. Dieser Detaillierungsgrad integriert bereits das Konzept einer zeitlichen Komponente, damit auf bestimmte Ausschnitte eine Videosequenz referenziert werden kann. Durch die Definition von Videoszenen als Hypervideo-Anker kann der Nutzer auf verschiedene Teile einer Videosequenz zugreifen. Dieser Detaillierungsgrad findet sich in einer Anwendung von Spiro und Jehng wieder, in der die Nutzer die Möglichkeit haben, verschiedene Szenen innerhalb eines Films auszuwählen [SpJe90].
- **Videoobjekt:** Die dritte und letzte Verweisform (3) definiert neben der Videoszene zusätzlich frei wählbare Regionen innerhalb der Einzelbilder, aus denen sich die Videoszene zusammensetzt. So ist es möglich, in ein und derselben Videoszene mehrere voneinander unabhängige Verweise anzulegen. Aus der Sicht der Autoren können Details bzw. *Videoobjekte* direkt mit weiteren Informationseinheiten in einem Hypervideo verbunden werden. Somit kann eine starke semantische Relation zwischen den verlinkten Objekten ausgedrückt werden.

Hypervideo-Systeme, die Verweise auf Videoobjekte unterstützen, besitzen eine hohe Komplexität, da sie zusätzlich die Verwaltung der Position von Videoobjekten unterstützen müssen. Dies wird dadurch erschwert, dass Videoobjekte innerhalb einer Szene ihre Position zwischen zwei aufeinander folgenden Einzelbildern verändern können.

2.2.3 Einordnung Hypervideo

Nachdem die möglichen Detaillierungsgrade von Videoinhalten für Hypervideo besprochen wurden, soll an dieser Stelle die Einordnung des Begriffs Hypervideo wiedergegeben werden. Aus der Sicht des Autors wird im Rahmen dieser Arbeit Hypervideo als eine „*digitalisierte Form einer videozentralisierten hypermedialen Informationsstruktur*“ betrachtet und besitzt folgende hervorgehobenen Eigenschaften:

Nicht-lineare Struktur: Hypervideos besitzen die Eigenschaft einer nicht-linearen Anordnung von Informationseinheiten in einer Hyperstruktur mit der Ausrichtung auf das Medium Video. Die Hypervideo-Struktur bildet dabei die Grundlage für eine flexible Wahl der Reihenfolge von Informationseinheiten aus einem Hypervideo-Dokument auf der Basis von Nutzerinteraktionen. Sensitiven Regionen können dabei sowohl räumlich als auch zeitlich innerhalb einer Videosequenz definiert sein.

Audio-visuelle Wahrnehmung: Das erste Unterscheidungskriterium zwischen herkömmlichen Hypermedia- und Hypervideo-Inhalten beschreibt die Art und Weise, wie ein Nutzer die jeweiligen Inhalte subjektiv wahrnimmt. Traditionelle Hypermedia-Präsentationen besitzen weitgehend eine textuelle Ausrichtung ihrer Inhalte. Das bedeutet, ein Nutzer nimmt bei der Betrachtung der Darstellung von Hypermedia-Dokumenten die Position eines Lesers ein [ZaSB02]. Bei der Präsentation von Hypervideo ist die Ausrichtung der Inhalte eindeutig auf audio-visuelle Informationen ausgelegt. Dadurch erhält der Nutzer primär das Gefühl, ein Video zu sehen, das über spezielle Verweise auch andere Medientypen wie Texte, Bilder oder auch Graphiken einbinden kann [GuCB00].

Räumliche und zeitliche Eigenschaften: Ein weiteres Unterscheidungskriterium bezieht sich auf die zeitlichen und räumlichen Eigenschaften von Verweisen in Hypervideo-Systemen. Herkömmliche Hypermedia-Systeme definieren als Ursprungsknoten diskrete Medientypen. Verweise, die interne Bereiche bzw. Positionen derartiger Medientypen über Anker referenzieren, sind unabhängig von der Zeit. Hypervideo-Anker bzw. sensitive

Regionen, die einzelne Details innerhalb einer Videosequenz referenzieren, besitzen eine Eigendynamik bezogen auf Raum und Zeit, da sie im Videobild frei beweglich sein können.

Präsentationsablauf: Auf Grund der jeweiligen Ausrichtung von diskreten, respektive kontinuierlichen Medientypen unterscheiden sich Hypermedia- und Hypervideo-Systeme hinsichtlich ihrer Präsentationsgeschwindigkeit. Bei der Präsentation von Hypermedia-Dokumenten bestimmt vorrangig der Nutzer die Geschwindigkeit, mit der die Inhalte dargestellt werden. Bei einem Hypervideo-System hingegen werden primär audio-visuelle Informationseinheiten adressiert. Solange der Nutzer nicht durch seine Interaktion in die Art und Weise der Darstellung der Inhalte eingreift, wird der zeitliche Ablauf der Präsentation allein durch das Hypervideo-System reguliert.

2.2.4 Hypervideo-Umgebungen

Eine Hypervideo-Umgebung setzt sich aus einer Präsentations- und Autorenumgebung zusammen. Im Kontext eines Hypervideo-Systems werden Autorenwerkzeuge (engl. authoring tools) für die Erstellung der Knoten, Verweise und Anker eingesetzt, um eine Hypervideo-Struktur und somit ein Hypervideo-Dokument aufbauen zu können. Besteht die Forderung der Referenzierung von Videoobjekten innerhalb einer Videosequenz, werden Autorenwerkzeuge benötigt, mit denen sensitive Regionen in einer Videosequenz angelegt werden können. Die primäre Aufgabe dieser Werkzeuge ist es, Daten zu generieren, welche die Position einer sensitiven Region über einen definierten Zeitraum in einer Videosequenz beschreiben. Generell gibt es zwei unterschiedliche Verfahren der Generierung dieser Daten.

Einerseits kann die Generierung dieser Daten mit Hilfe sogenannter Tracking-Methoden zur automatischen Objektverfolgung durchgeführt werden, andererseits können hierzu auch halb-automatische Verfahren verwendet werden, die eine höhere Einbindung des Autors im Generierungsprozess fordern.

Merkmale automatischer Tracking-Methoden:

- Die automatische Generierung der Daten, welche die Positionierung der sensitiven Regionen mittels Tracking-Methoden ermöglichen, ist häufig mit einer Zeitersparnis im Authoringprozess verbunden.
- Häufige Probleme von automatischen Tracking-Methoden sind Verdeckungen von Objekten im Video, sprunghafte Positionsänderungen der Objekte sowie Änderungen bzgl. Form, Größe und Farbgebung.
- Vom Autor ist ein gewisses Maß an Kenntnis über die verwendeten Tracking-Methoden erforderlich, um gegebenenfalls verschiedene Einstellungsmöglichkeiten des Tracking-Algorithmus vornehmen zu können.

Merkmale halb-automatischer Tracking-Methoden:

- Halb-automatische Verfahren zur Generierung der Positionsdaten von sensitiven Regionen bieten den Vorteil, dass sie weitgehend unabhängig von den Videodaten arbeiten und somit aus rein technischer Sicht keine Forderung an die Qualität eines digitalen Videos stellen.

- Die schlussendliche Aufgabe der Definition der sensitiven Region über einen bestimmten Zeitraum obliegt dem Autor.
- Die Bedienung dieser Art von Tracking-Methoden ist für den Anwender intuitiv und somit leichter erlernbar.

Die Grundlage einer Hypervideo-Präsentation ist durch die Repräsentation der Daten, die durch ein Hypervideo-Dokument abgebildet werden, vorgegeben. Eine Hypervideo-Präsentation lässt sich in zwei Bereiche aufteilen:

Darstellung: Der erste Bereich beschreibt die reine Darstellung der Hypervideo-Dokumente. Die Präsentationsumgebung hat dafür Sorge zu tragen, dass alle Informationsinhalte des Hypervideo-Dokuments dargestellt werden können. Eine besondere Rolle kommt hier der Komponente zu, welche die Videoinhalte präsentiert, die sensitive Regionen beinhalten. Es ist in den meisten Anwendungen von Hypervideo sinnvoll, vorhandene sensitive Regionen zu visualisieren, um den Nutzern die Existenz von weiterführender Information zu verdeutlichen [Zahn03].

Interaktion: Der zweite Bereich der Hypervideo-Präsentation beschreibt die Interaktion des Nutzers mit der Präsentationsumgebung. Diese muss die Eingaben des Nutzers aufnehmen und entsprechend verarbeiten. Durch die Interaktion kann sich der Nutzer mittels der Navigation im Hypervideo-Dokument bewegen.

2.3 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde primär eine Einordnung von Hypervideo im Forschungsgebiet Multimedia, Hypertext und Hypermedia durchgeführt. Hypervideo kann in diesem Kontext als eine Untermenge von Hypermedia verstanden werden. Auf Grund der audio-visuellen Ausrichtung dieses Medium ergeben sich inhaltliche Eigenschaften, die in herkömmlichen Hypermedia-Anwendungen in dieser Form nicht vorkommen. So hat der Nutzer eines Hypervideos am Ende einer Präsentation vorrangig das Gefühl, einen Film gesehen zu haben, der mit Zusatzinformation aus unterschiedlichen Medientypen wie Bild, Text, Graphiken etc., für ein besseres Verständnis erweitert wurde. Dennoch besitzt Hypervideo viele Eigenschaften, die es mit Hypermedia gemeinsam hat. Eine der vorrangigsten Eigenschaft ist hier sicherlich die nicht-lineare Anordnung der Informationsinhalte in einer Hyperstruktur. Damit wird den Nutzern der Inhalte die Möglichkeit gegeben, die Reihenfolge der Informationseinheiten eigenständig zu wählen.

Inwieweit und unter welchen Voraussetzungen derartige Hyperstrukturen das Lernverhalten eines Nutzers positiv beeinflussen kann, ist bis heute noch nicht vollständig geklärt. Der empirische Nachweis für den Lernvorteil mit Hyperstrukturen stellt einen Kernbereich gegenwärtiger Hyperforschungen dar. Dass Hyperstrukturen bereits mit Erfolg in einer großen Anzahl von Anwendungen im Bereich der Wissensbildung eingesetzt werden, zeigt sich unter anderem im Internet. Virtuelle Universitäten nutzen diese Form der Strukturierung ihrer Inhalte, um ihren Nutzern einen schnellen und effektiven Zugriff auf bedarfsgerechte Informationen zu gewährleisten [Schu01]. Es soll aber an dieser Stelle betont werden, dass nur auf Grund des bloßen Einsatzes von Hyperstrukturen, und das gilt für Hypertext, Hypermedia sowie Hypervideo, ein Vorteil bzgl. der Wissensbildung nicht garantiert ist. Schlüsselrollen spielen hier einerseits die bedarfsgerechte Aufbereitung der zu vermittelnden Inhalte sowie eine angepasste Gestaltung bzw. Design der Anwendungsumgebung, mit der die Inhalte interaktiv präsentiert werden.

Eine Form der Wissensbildung mit Hypertext hat in den letzten Jahren zu positiven Ergebnissen geführt, vgl. dazu 2.1.4. Hierbei wird Wissen durch die gemeinsame Konstruktion von Wissensinhalten in einer Gruppe erworben. Das gemeinsame Erstellen von Wissensinhalten fördert die Motivation des Einzelnen in der Gruppe. Auch das unterschiedliche Vorwissen ist hilfreich, um Strategien zur Lösung von komplexen Aufgabenstellungen zu finden. Weiterhin ist der soziale Umgang innerhalb der Gruppe in Bezug auf die Kommunikation der Teilnehmer untereinander ein wichtiges Instrument, den Prozess der Konstruktion von Wissensinhalten zu fördern. Hyperstrukturen bieten den generellen Vorteil, neue Informationseinheiten im Kontext einer bestehenden, nicht-linearen Anordnung von Knoten und Verweisen schnell und effektiv einzubringen und der Gruppe zur Diskussion bereitzustellen. Die gemeinschaftliche Erweiterung respektive Modifikation eines derartigen hypermedialen Wissensraums - in Hinblick auf einen kooperativen Wissenserwerb - wurde im Bereich der Hypertext-Forschung an verschiedenen Stellen bereits als positiv in Bezug auf die Lernwirksamkeit nachgewiesen, vgl. Abschnitt 2.1.4. Dies dient als Ausgangspunkt für die Realisierung einer Umgebung zur Förderung des kooperativen Wissenserwerbs auf Basis von Hypervideo-Inhalten.

3 Anforderungsanalyse

In diesem Kapitel wird die Aufgabenstellung analysiert und daraus Anforderungen abgeleitet. Die Durchführung der Anforderungsanalyse bezieht sich auf eine kooperative Hypervideo-Umgebung, welche die Konstruktion von Wissen in verteilten Gruppenszenarien unterstützen soll. Die abgeleiteten Anforderungen definieren die Rahmenbedingungen und Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, um einen kooperativen Wissenserwerb innerhalb einer Gruppe mittels Hypervideo zu unterstützen. Im ersten Teil dieses Kapitels werden Grundlagen zu den Bereichen Wissenserwerb, kooperativer Wissenserwerb, Wissenserwerb mit Multimedia und computerunterstützter Wissenserwerb gegeben. Der mittlere Teil des Kapitels analysiert theoretische und empirische Begründungen, unter welchen Voraussetzungen der Einsatz von Hypervideo in einer computerunterstützten kooperativen Umgebung den Wissenserwerb fördert und somit als sinnvoll betrachtet werden kann. Diese Analyse adressiert vorrangig funktionale Anforderungen mit der Zielsetzung, die kognitive Belastung für die Nutzer zu minimieren. Durch diese Analyse werden Problematiken identifiziert und als Anforderungen formuliert. Der letzte Teil des Kapitels befasst sich mit der Betrachtung von technisch motivierten Anforderungen. Diese Anforderungen adressieren primär eine abstrakte Systemumgebung und die damit verbundenen technologieorientierten Problemstellungen. Die hier verwendete Klassifizierung in allgemeine, funktionale und technische Anforderungen unterstützt die Darstellung dieser Anforderungen und bietet eine logische Einordnung bzgl. der Aufgabenstellung. Die so gegliederten Anforderungen werden dann zur Erstellung von Konzepten und zur Bildung von Modellen in den darauffolgenden Kapiteln verwendet.

3.1 Anforderungen an den Wissenserwerb

In diesem Abschnitt werden allgemeine Anforderungen bzgl. einer kooperativen Hypervideo-Umgebung betrachtet. Ein Ziel ist es, ein Verständnis für die kognitiven Prozesse bei der Aufnahme multimedialer Information zu vermitteln. Hieraus werden Problemfelder extrahiert und Anforderungen im Sinne einer Lösungsstrategie abgeleitet. Ein weiteres Ziel adressiert den kooperativen Wissenserwerb als einen thematischen Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit. Der kooperative Wissenserwerb besitzt teilweise andere Anforderungen als der des individuellen Wissenserwerbs. Diese Anforderungen gilt es, unter anderem im Rahmen dieses Kapitels auf der Grundlage gegenwärtiger Forschungsliteratur, zu behandeln.

3.1.1 Gedächtnismodelle

Bereits 1968 entwickelten Atkinson und Shiffrin ein Gedächtnismodell, das zur Erklärung der unterschiedlichen Prozesse in Bezug auf die Behaltensleistung und Informationswiedergabe verwendet wurde, vgl. dazu [AtSh68]. Atkinson und Shiffrin teilten dabei das Modell in drei voneinander getrennte Bereiche auf: das sensorische Gedächtnis, das Kurzzeitgedächtnis und das Langzeitgedächtnis. Jeder dieser drei Gedächtnistypen weist unterschiedliche Eigenschaften auf und soll im Folgenden kurz vorgestellt werden.

Gedächtnis	Beschreibung
<i>Sensorisches Gedächtnis</i>	Das sensorische Gedächtnis wird auch als Ultrakurzzeitgedächtnis bezeichnet. Es besitzt die Fähigkeit, innerhalb kürzester Zeit eine sehr große Informationsmenge aufzunehmen und ermöglicht damit die fast vollständige Abbildung der Umgebung. Der zeitliche Rahmen dieses Gedächtnistyps ist allerdings geringer als eine Sekunde.

<i>Kurzzeitgedächtnis</i>	Im Gegensatz zum sensorischen Gedächtnis liegt der Zeithorizont des Kurzzeitgedächtnisses bei ca. 15 Sekunden. Dieses Gedächtnis nimmt allerdings nicht die Informationsdichte des sensorischen Gedächtnisses auf. Werden die gespeicherten Informationen im Kurzzeitgedächtnis nicht durch Wiederholungen ins Langzeitgedächtnis übertragen, werden sie durch neue verdrängt.
<i>Langzeitgedächtnis</i>	Das Langzeitgedächtnis besitzt von den hier dargestellten Gedächtnistypen die größte Kapazität und kann Informationsinhalte über einen langen Zeitraum speichern.

Tabelle 5: Gedächtnistypen nach [AtSh68]

Das Gedächtnismodell nach Atkinson und Shiffrin wurde von verschiedenen Forschern weiterentwickelt. So entwickelten beispielsweise Paivio [Paiv86] und Mayer [Maye01] auf der Grundlage dieses Modells verschiedene Theorien, die sich tiefgehend mit dem Wissenserwerb bzgl. audiovisueller Informationseinheiten auseinandersetzen. Sie adressierten damit verbundene Problemfelder, die für Hypervideo-Inhalte eine hohe Relevanz, als eine spezielle nicht-lineare Ausprägung, besitzen und somit betrachtet werden müssen, vgl. dazu auch Abschnitt 3.1.4.

3.1.2 Wissen und Wissenserwerb

Die gesamte Menge an Kenntnissen, die ein Mensch aus seinem Gedächtnis jederzeit wiedergeben kann, wird als *Wissen* bezeichnet. Dadurch ist das Wissen folglich das Resultat eines Erkennungsprozesses bzgl. verschiedener Gegebenheiten und der daraus resultierenden Eigenschaften und Beziehungen. Die Ausprägung des Wissens ist, bezogen auf Qualität und Umfang, bei jedem Menschen unterschiedlich. Neben einem zuverlässigen Grundwissen, das zum Beispiel durch die Schule mitgebildet wird, gibt es auch ein Randwissen. Als Randwissen wird die Ergänzung bestehenden Wissens oder das Wissen über revidierte Irrtümer bezeichnet, dessen Reiz vornehmlich in der Neuheit besteht. Alle Menschen besitzen ein bestimmtes individuelles Wissen. Das Wissen wird nach Reinmann-Rothmeier und Mandl [ReMa98] in vier Wissensformen kategorisiert:

Wissensformen	Beschreibung
<i>Deklaratives Wissen</i>	Deklaratives Wissen wird häufig durch Informationen erworben, die Hintergründe zu einem Bereich und Sachverhalt liefern. Dieses Wissen ist einem Menschen bewusst und kann wiedergegeben werden.
<i>Prozedurales Wissen</i>	Prozedurales Wissen ist das Wissen über kognitive Fertigkeiten und betrifft meistens den psychomotorischen Bereich [Edel96: S. 202]. Ein Beispiel für das prozedurale Wissen ist die Fertigkeit zu schreiben oder zu addieren. Mit zunehmender Beherrschung der Fertigkeit wird dieses Wissen immer weniger bewusst [WeKr93: S. 174].
<i>Strategisches Wissen</i>	Strategisches Wissen beinhaltet Wissen über Heuristiken bzw. Problemlösungsstrategien. Dieses Wissen hilft, einen erwünschten Zielzustand zu erreichen. Dabei wird der Erfolg nicht garantiert, aber er wird wahrscheinlicher.
<i>Metakognitives Wissen</i>	Lern- und Denkprozesse können mit Hilfe des metakognitiven Wissens gesteuert und kontrolliert werden. Damit kann einerseits das Wissen über die eigene Person erfasst werden, andererseits

	können Anforderungen und Schwierigkeitsgrade bezogen auf eine gestellte Aufgabe festgestellt werden.
--	--

Tabelle 6: Wissensformen nach [ReMa98]

Die Aneignung von psychomotorischen und sprachlichen Fertigkeiten sowie der Erwerb von Wissen wird im Allgemeinen als Lernen bezeichnet. Der *Wissenserwerb* steht dabei für alle kognitiven Vorgänge zur Konstruktion von Wissen.

3.1.3 Kooperativer Wissenserwerb

Der kooperative Wissenserwerb als eine zentrale Thematik dieser Arbeit beschreibt ein Forschungsgebiet, das seit den frühen 70ern eine immer größer werdende Bedeutung für die Lehre, wie z.B. an Universitäten, findet und definiert sich als eine Lernform, bei der gemeinsam in einer Gruppe Wissen konstruiert wird, [Slav95] und [EnHo02]. Häufig wird dabei das Ziel verfolgt, Sachwissen (deklaratives Wissen) und Fertigkeiten (prozeduales Wissen) innerhalb einer Gruppe mittels Diskussionen, Konversationen und dem Austausch von Informationen untereinander aufzubauen. Dabei kann die Gruppe von dem unterschiedlichen Vorwissen und den Fertigkeiten der einzelnen Teilnehmer profitieren. Hesse, Garsoffky und Hron [HeGH02] verstehen den Wissenserwerb in Gruppen letztlich immer als einen individuellen Prozess, der aber in der Situation, in der sich der Lernende befindet, sozial gestaltet sein kann. Das heißt, im Gegensatz zum individuellen oder selbstgesteuerten Wissenserwerb bestimmt die Gruppe mittels Diskussionen die Vorgehensweise, um beispielsweise ein Ziel gemeinsam zu erreichen. In Anlehnung an Hesse et al. werden die Bezeichnungen „kooperativer Wissenserwerb“ und „kollaborativer Wissenserwerb“ in dieser Arbeit synonym verwendet. Eine Forderung für den Erfolg des kooperativen Wissenserwerbes ist nach Piepenburg eine weitgehend ungehinderte Kommunikation zwischen den Gruppenteilnehmern [Piep91]. Viele Studien wurden seitdem durchgeführt, um die Wirkung dieser Lernform zu erforschen. Einen detaillierten Überblick über die durchgeführten Studien innerhalb dieses Forschungsgebietes geben Johnson und Johnson [JoJS00]. Sie kommen in ihrer Analyse zu dem Ergebnis, dass der kooperative Wissenserwerb dem individuellen Wissenserwerb oft überlegen ist.

Werden für die Verbesserung des kooperativen Wissenserwerbes in Gruppen Computer verwendet, spricht man im Allgemeinen von computerunterstütztem kooperativen Lernen oder auch von CSCL (engl.: computer supported collaborative Learning). Der Einsatz von Computern für diese Lernform lässt sich in vielen lokalen Szenarien wiederfinden. Ein Beispiel dafür ist die gemeinsame Erstellung einer Präsentation mit multimedialen Inhalten mittels computerbasierten Autorenwerkzeugen. Die Teilnehmer der Gruppe konstruieren neues Wissen, indem sie z.B. eine Präsentation vorbereiten. Diese Vorgehensweise wird auch häufig als „learning-by-design“ bezeichnet, vgl. dazu [ZaSB02]. In einem lokalen Szenario, in dem eine so genannte *face-to-face* Situation auftritt, befinden sich die Teilnehmer zur gleichen Zeit am gleichen Ort. Im Gegensatz dazu beschreibt das globale Szenario eine Situation, in der die Teilnehmer sowohl räumlich als auch zeitlich getrennt voneinander zusammen Wissen konstruieren. Eine CSCL-Umgebung kann dabei die Kommunikation und den Austausch von Informationsinhalten zwischen den verteilten Teilnehmern in globalen Szenarien mittels weltweiter Netzwerke, wie dem Internet, unterstützen. Für eine detaillierte und ausführliche Beschreibung und Definition zu CSCL wird an dieser Stelle auf die Arbeiten von [Schu01] und [WePM99] verwiesen.

Verteilte CSCL-Umgebungen besitzen eine Reihe von Nachteilen gegenüber reinen lokalen Lernszenarien. So können soziale und nicht-verbale Hinweisreize (z.B. Mimik, Gestik, Körperhaltung oder Blickrichtung) der Teilnehmer, die für die Kommunikation untereinander

eine wesentliche Rolle spielen können, nur stark vermindert übertragen werden. Aus der psychologischen Perspektive muss nach Hesse et al. [HeGH02] bei der Konzeption einer computerunterstützten verteilten Lernumgebung besonderes Augenmerk auf *soziale Präsenz*, *Gruppenkoordination*, *gemeinsames Hintergrundwissen*, *Informationsangebot* und *Nachrichtenverbundenheit* gelegt werden. Der Mangel an sozialen Hinweisreizen kann aber auch einen positiven Effekt haben. Kiesler und Sproull [KiSp92] beispielsweise wiesen anhand von empirischen Studien nach, dass durch ein globales Lernszenario oftmals Status- und Geschlechtsunterschiede reduziert werden, was eine verbesserte Aufgabenbewältigung zur Folge hatte.

Für die Konstruktion von Wissen innerhalb einer CSCL-Umgebung eignen sich insbesondere Hyperstrukturen [PWBM98]. Durch Hyperstrukturen kann eine Gruppe einfach und effektiv auf befindliche Wissensressourcen zugreifen. Die Vorteile beziehen sich z.B. auf die Navigation und die Präsentation innerhalb solcher Informationsräume. Gruppenteilnehmer können alleine oder zusammen neue Dokumente erstellen und sie in einer befindlichen Struktur integrieren, um so den anderen neue Informationen zugänglich zu machen. Damit können sich auch Teilgruppen innerhalb einer Gruppe formen, um kooperativ Thematiken zu erarbeiten und so neue Informationsinhalte zu erstellen.

Aus der hier geführten Diskussion kann die Anforderung für eine kooperative Hypervideo-Umgebung abgeleitet werden, dass es für eine kooperative Hypervideo-Umgebung wichtig ist, den Gruppenteilnehmern sowohl eine Authoring- als auch eine Präsentationskomponente bereitzustellen. Ferner stellt die Förderung des Austausches von Informationen, sowie eine weitgehend ungehinderte Kommunikation zwischen den Gruppenteilnehmern eine wichtige Anforderung dar.

3.1.4 Multimedialer Wissenserwerb

Im Abschnitt 3.1.2 wurden die Begriffe Wissen und Wissenserwerb allgemein diskutiert. In diesem Abschnitt wird der Begriff Wissenserwerb detailliert als kognitiver Vorgang im Bereich des „multimedialen Lernens“ diskutiert. Ziel ist es, anhand zweier Rahmenmodelle den multimedialen Wissenserwerb bzgl. der kognitiven Vorgänge im Gedächtnis zu beschreiben. Die Modelle sollen dazu dienen, ein Verständnis für den multimedialen Wissenserwerb zu vermitteln, um mögliche Probleme und damit verbundene Anforderungen für Hypervideo-Inhalte zu identifizieren. Das erste Modell, das hier vorgestellt wird, wurde von Paivio entwickelt und beschreibt die Theorie der doppelten Enkodierung (*Dual Coding Theory*) [Paiv86]. Das zweite Modell trägt die Bezeichnung *A Cognitive Model of Multimedia Learning* und wurde von Mayer entwickelt [Mayer01]. Im Folgenden werden beide Modelle betrachtet.

Dual Coding Theory

Allen Paivio stellte die Theorie der doppelten Enkodierung (Dual Coding) erstmals 1971 vor. Diese Theorie bildet in der Literatur häufig die Grundlage für eine Argumentationskette hinsichtlich der Verwendung von Hypermedia bei der Wissensbildung. Die Theorie basiert auf der Annahme, dass es zwei voneinander unabhängige kognitive Kodierungssysteme gibt [Paiv86].

- Das **nicht-verbale Kodierungssystem** übernimmt die Repräsentation und Verarbeitung von nicht-verbale Objekten. Nicht-verbale (imaginal, bildlich, visuell-räumlich) Objekte beschreiben bildhafte Informationen. Die bildhafte Information wird dabei in so genannten *Imagenen* gespeichert.

- Das **verbale Kodierungssystem** ist für die Repräsentation und Verarbeitung von linguistischen Informationen zuständig. Linguistische Informationen werden durch Lesen oder Hören aufgenommen und in sogenannten *Logogenen* gespeichert.

Die verbalen und nicht-verbalen Kodierungssysteme werden durch die Sinneskanäle unseres sensorischen Systems angeregt. Gemäß Paivio regt beispielsweise das Lesen des Wortes „Auto“ in einem ersten Schritt das verbale System an. In einem zweiten Schritt kann aber auch eine Anregung des nicht-verbalen Systems geschehen, indem sich das Wort „Auto“ bildhaft im Gedächtnis vorgestellt wird. Folglich wird nach Paivios Auffassung ein Bild eines „Autos“ das nicht-verbale System anregen und in einem weiteren Schritt den dazugehörigen linguistischen Begriff im verbalen System hervorrufen. Die Anregung eines der Kodierungssysteme und eine mögliche darauffolgende Anregung des anderen Kodierungssystems führen laut Paivio zu einer verbesserten *Behaltensleistung*. Dies ist möglich, da beide Systeme zwar unabhängig voneinander arbeiten, aber eine Verbindung zwischen ihnen vorhanden ist, die gegebenenfalls aktiviert werden kann. Eine wichtige Kernaussage der Theorie ist, dass die *Behaltenswahrscheinlichkeit* am größten ist, wenn Informationen gleichzeitig in verbaler und nicht-verbaler Form enkodiert werden (Dual Coding). Durch diese doppelte Enkodierung der Information kann dem zu Folge auch ein höherer Lerneffekt und somit eine Verbesserung des Wissenserwerbes erzielt werden.

Wenn es zwei voneinander unabhängige Kodierungssysteme gibt, stellt sich die Frage, ob es einen Unterschied zwischen verbaler und nicht-verbaler Information bzgl. des Behaltens gibt. In Experimenten wurde gezeigt, dass zumindest kurzfristig einfache Bilder besser behalten werden als Begriffe. Eine wichtige Voraussetzung ist aber, dass das Bildmaterial durch den Lernenden interpretierbar ist [WeKr93]. Hingegen können komplexe Bilder nur ungenügend wiedergegeben werden, wie beispielsweise die Abbildung eines Schaltplans einer Computerplatine. Die erhöhte Behaltensleistung für bildhafte Informationen wird auch als Bildvorteil oder Bildüberlegenheitseffekt beschrieben [WeKr93], [Hase95]. In [Hase95] wird von Experimenten berichtet, in denen Probanden zu präsentierten Begriffen Vorstellungsbilder erzeugen sollten. Die Ergebnisse zeigten, dass auch die Behaltensleistung, mit der Vorgabe aus Begriffen mental Bilder zu erzeugen, gesteigert werden konnte.

Aus der vorherigen Diskussion besitzt auch Hypervideo einen Bildüberlegenheitseffekt gemäß der Definition der Dual Coding Theory, da die Grundlage dieser hypermedialen Informationsstruktur Videoinhalte sind, die eine sequentielle Aneinanderreihung von einzelnen Bildern darstellen. Auch hier gilt die Voraussetzung, dass der Lernende die Inhalte des Videos interpretieren kann. Bzgl. eines Hypervideos liegt eine doppelte Enkodierung (erhöhte Behaltenswahrscheinlichkeit) dann vor, wenn beispielsweise Objekte im Video mit unterstützenden Zusatzinformationseinhalten, wie beispielsweise einem Text, verbunden sind. Aus dieser Diskussion lassen sich folgende Anforderungen ableiten. Um den Bildüberlegenheitseffekt ausnutzen zu können, sollte der Lernende bei der Betrachtung der Hypervideo-Inhalte bzgl. seiner Interpretation der visuellen Repräsentation unterstützt werden. Ferner sollte eine Hypervideo-Umgebung den Lernenden Zusatzinformationen, die mit Objekten im Video assoziiert werden, leicht und direkt zugänglich machen.

Es soll an dieser Stelle erwähnt werden, dass Paivios Dual Coding Theory nicht unumstritten ist. Kritik wird insbesondere an ungenügenden empirischen Belegen für diese Theorie geübt [ClCr92]. Zur Erklärung der beobachteten Phänomene der doppelten Enkodierung wurden weitere Modelle und Theorien entwickelt, siehe dazu [Weid97b], [Hase95]. Die Theorie der dualen Codierung lässt nicht die Schlussfolgerung zu, dass multimediale Inhalte, wie Hypervideo, unweigerlich zu einem höheren Lerneffekt führen. Eine ausgewogene und abgestimmte Anregung beider Kodierungssysteme kann sich aber positiv auf die Behaltenswahrscheinlichkeit des Lernenden auswirken.

A Cognitive Model of Multimedia Learning

Die Forschungsarbeiten des Psychologen Richard Mayer [Maye01] fokussieren die Formulierung von Gestaltungs-Prinzipien für eine multimediale Lernumgebung zur Förderung des Wissenserwerbes. Er begann seine Arbeit mit der Analyse, wie das menschliche Gedächtnis multimediale Inhalte verarbeitet. Ausgehend von der Fragestellung: „How can we adapt multimedia to enhance human learning?“ [Maye01], entwickelte Mayer ein Modell, das er als *Cognitive Model of Multimedia Learning* definiert. Die Gestaltungs-Prinzipien für den multimedialen Wissenserwerb lassen sich von diesem Modell ableiten. Eine wichtige Kernaussage von Mayer ist, dass die Entwicklung von multimedialen Lernumgebungen vorrangig die Förderung der beim Wissenserwerb beteiligten kognitiven Prozesse des Lernenden unterstützen muss. Mayer bezeichnet diesen Ansatz als *Learner-Centered-Design* und bezieht sich dabei auf Arbeiten von Norman [Norm93].

Die Grundlage für Mayers Modell bilden drei elementare Annahmen, die den multimedialen Wissenserwerb eines Lernenden charakterisieren:

- Der Mensch verfügt über zwei Kanäle, um auditive und visuelle Informationen kognitiv zu verarbeiten, vgl. [Paiv86] und [Badd02].
- Die Aufnahmefähigkeit des Menschen, Informationen zur gleichen Zeit in beiden Kanälen verarbeitet zu können, ist begrenzt, vgl. [Badd02] und [SwCh94].
- Die Verarbeitung der aufgenommenen Information in den auditiven/visuellen Kanälen ist ein aktiver kognitiver Prozess, der für die Konstruktion von stimmigen mentalen Repräsentationen vorgesehen ist, vgl. [Maye99] und [Witt89].

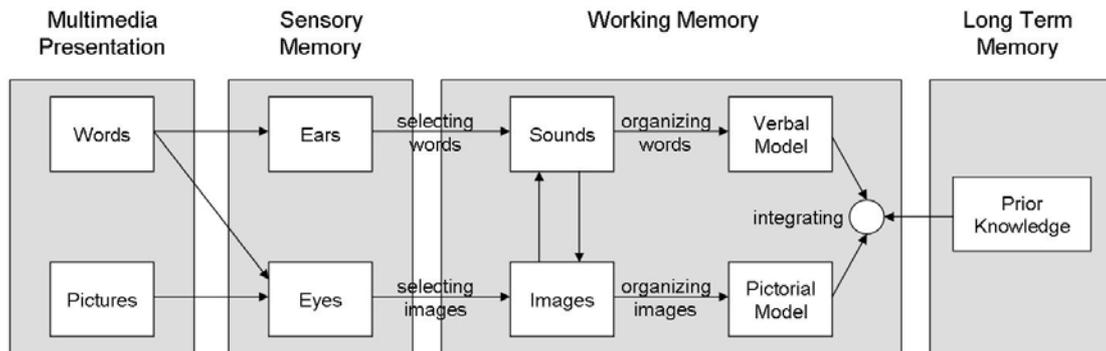


Abbildung 17: Cognitive Model of Multimedia Learning, [Maye01]

In der Abbildung 17 ist das Modell des multimedialen Lernens nach Mayer [Maye01] dargestellt. An dieser Stelle soll nur ein grundlegendes Verständnis für das Modell vermittelt werden. Für eine ausführliche Beschreibung und Herleitung dieses Modells von Mayer wird auf [Maye01] verwiesen. Im Modell nach Mayer lassen sich drei generelle kognitive Prozesse identifizieren, die am Wissenserwerb beteiligt sind:

Kog. Belastung	Beschreibung
<i>Selektion</i>	Mit dem kognitiven Prozess <i>Selektion</i> wird relevante auditive/visuelle Information aus dem sensorischen Gedächtnis (sensory memory) in das Kurzzeitgedächtnis (working memory) transferiert
<i>Organisation</i>	Durch den kognitiven Prozess <i>Organisation</i> werden stimmige verbale und bildbasierte Repräsentationen (auch als Wissensstruktur von

	Mayer bezeichnet) aus den beiden Speichern im Kurzzeitgedächtnis gebildet
<i>Integration</i>	Mittels des kognitiven Prozesses <i>Integration</i> wird Wissen dadurch konstruiert, dass verbale und bildbasierte Repräsentationen im temporären Kurzzeitgedächtnis mit Vorwissen aus dem Langzeitgedächtnis (long-term memory) verknüpft werden.

Tabelle 7: Kognitive Prozesse zur Wissensbildung

Wird eine kognitive Belastung zur Überlastung (engl. *cognitive overload*) kann dies dazu führen, dass nur ein verminderter oder gar kein Wissenserwerb erzielt wird. Sweller und Chandler unterscheiden bei ihrer Definition der kognitiven Belastung zwischen *intrinsic* und *extraneous cognitive load* [SwCh94].

Cognitive Load	Definition
<i>intrinsic</i>	Beinhaltet das Material viele Informationseinheiten, die in einem direkten Zusammenhang stehen und somit eine hohe Komplexität bzgl. ihrer Relation zueinander aufweisen, so liegt eine <i>intrinsic cognitive load</i> vor. Dabei hängt die <i>intrinsic cognitive load</i> zusätzlich vom Vorwissen ab.
<i>extraneous</i>	Die <i>extraneous cognitive load</i> bezieht sich auf die Aufbereitung und Präsentation des multimedialen Materials. Ist beispielsweise das Material in der Darstellung schlecht strukturiert und ungenügend konzipiert, muss der Lernende zusätzliche kognitive Leistungen aufbringen, um die Zusammenhänge des Lernmaterials überhaupt erst zu begreifen, bevor er sich voll und ganz dem Inhalt widmen kann.

Tabelle 8: Formen der kognitiven Belastung

Für die Gestaltung einer Hypervideo-Umgebung spielt in erster Linie die *extraneous* kognitive Belastung eine wichtige Rolle, da sie bei der Entwicklung einer solchen Umgebung bzgl. der Darstellung und somit des Designs der Bedienungsoberfläche und des Interaktionsmodells berücksichtigt werden kann. Die intrinsische kognitive Belastung steht nicht primär im Fokus dieser Arbeit, da sie sich auf die Inhalte sowie das Vorwissen des Nutzers bezieht.

Aus der hier geführten Diskussion lässt sich eine entscheidende Anforderung bzgl. einer kooperativen Hypervideo-Umgebung zur Unterstützung des Wissenserwerbs formulieren. Die Minimierung der *extraneous* kognitiven Belastung stellt die vorrangigste Anforderung bei der Entwicklung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung in dieser Arbeit dar. Ziel ist es, die vorhandenen kognitiven Ressourcen des Lernenden effektiver für den Wissenserwerb zu nutzen. Eine kooperative Hypervideo-Umgebung muss folglich die Förderung der beim multimedialen Wissenserwerb beteiligten kognitiven Prozesse (Selektion, Organisation und Integration) des Lernenden unterstützen.

3.2 Funktionale Anforderungen an eine kooperative Hypervideo-Umgebung

In diesem Abschnitt wird eine kooperative Hypervideo-Umgebung aus der funktionalen Sicht eines Nutzers betrachtet, um Anforderungen mit Bezug zum Wissenserwerb abzuleiten. Die hier formulierten Anforderungen sind nicht technisch motiviert, sondern unterstützen in erster Linie den Wissenserwerb und die damit verbundenen kognitiven Prozesse des Lernenden. Die technischen Anforderungen werden in einem späteren Abschnitt betrachtet. Für eine strukturierte Übersicht wird die Analyse auf drei voneinander getrennte Bereiche durchgeführt. Diese Bereiche sind interaktives Video, Hypervideo und kooperative Hypervideo-Umgebungen. Auch wenn sich die Anforderungen der einzelnen Bereiche überschneiden, so ist ihre Begründung verschiedenartig motiviert und zeigt somit einen

anderen Sichtwinkel im Kontext einer kooperativen Hypervideo-Umgebung. Alle hier aufgeführten Anforderungen haben primär die Zielsetzung, die extraneous kognitive Belastung eines Lernenden zu minimieren und somit die Voraussetzung zu schaffen, die verfügbaren kognitiven Ressourcen nutzerdienlich auf den Prozess des Wissenserwerbs zu richten.

3.2.1 Interaktives Video

Filminhalte werden oft für die zwei-dimensionale Abbildung von Ereignissen und Geschehnissen der realen Umwelt erstellt. Dabei können sie eine extrem hohe Informationsdichte beinhalten, die mit anderen Medien nicht erzielt werden kann. Ein Vorteil für die Nutzung von Videoinhalten ist der Bildüberlegenheitseffekt, der für eine erhöhte Behaltensleistung von bildhaften Informationen steht. Ein Nachteil ist das sehr große Datenvolumen solcher Inhalte und der damit verbundene Speicherbedarf sowie die geforderte Bandbreite bei Übertragungen, als Folge der extrem hohen Informationsdichte.

Die Frage stellt sich, inwiefern sich Video und Bild unterscheiden. Ein Video definiert sich aus der kontinuierlichen Aneinanderreihung von sequenziellen Einzelbildern. Die Information wird dabei nicht vorrangig durch das Bild, sondern vielmehr durch den Bildwechsel von mindestens zwei aufeinander folgenden Bildern transportiert. Dadurch können zeitliche Aspekte, durch die sich ein Video auszeichnet, abgebildet werden. Da ein einzelnes Bild keinen Bildwechsel beinhaltet, kann ein Video auch niemals aus nur einem einzelnen Bild bestehen.



Abbildung 18: Relation Video zu Einzelbild

Der Film ist neben der Verbreitung von Informationsinhalten auch häufig Ausgangspunkt einer Diskussion und somit einer Kommunikation zwischen Menschen. Dies lässt sich in vielen Bereichen des Alltags wiederfinden, wie z.B. bei einer Unterhaltung über einen Kinobesuch oder einer Diskussion während einer Sportübertragung im Fernsehen. Bei dieser Art der Konversation dient der Film als audiovisuelle Informationsquelle für die Teilnehmer und spannt gleichzeitig den thematischen Rahmen der Diskussion auf.

Neben der Unterhaltungsindustrie, die einen Großteil aller verbreiteten Filmdokumente stellt, werden Videoinhalte auch stark in Bereichen der Forschung und Lehre eingesetzt. In diesen Bereichen bietet Video viele Vorteile bzgl. der Speicherung visueller Vorgänge, wie z.B. physikalische Ereignisse oder Phänomene. So ermöglicht eine Videoaufzeichnung zeitlich visueller Vorgänge eine spätere Bearbeitung bzw. Analyse der aufgenommenen Inhalte. Zeitdynamische Versuchsanordnungen lassen sich auf Grund des Zeitaufwands und der

Kostenfrage nicht ohne weiteres oft reproduzieren, wie beispielsweise eine Crashtest-Versuchsreihe mit Fahrzeugen. Auch Naturphänomene, wie z.B. eine Sonnenfinsternis, lassen sich nicht nach Belieben reproduzieren, sondern unterliegen entsprechenden Naturgesetzen.

Videoaufzeichnungen wurden schon seit ihrer Erfindung genutzt, um beispielsweise physikalische Vorgänge zum Zweck der Forschung und Lehre detailliert zu betrachten. In den 50er Jahren wurden von der *American Association of Physics Teacher* Lehrfilme erstellt, sowie das *Harvey White's Physics Programm* im US Fernsehen ausgestrahlt, mit dem Ziel, Phänomene der Natur für eine breite Masse zu erklären [Zoll01].

Ein großes Problem bzgl. des Wissenserwerbs auf der Basis von Videomaterialien ist die mangelnde Interaktionsmöglichkeit des Nutzers. Dies wird besonders bei der Übertragung von Lehrfilmen z.B. über Broadcast-Netzwerke, wie dem TV-Bereich, deutlich. Hier hat der Nutzer nur die Möglichkeit, die Übertragung an- oder auszuschalten. Diese Situation lässt sich aber auch bei Filmvorführungen, beispielsweise in einer Klasse, wiederfinden. Die Gruppe besitzt häufig nicht die Möglichkeit, interaktiv auf die gezeigten Inhalte einzugreifen, um mögliche Fragen, die sich aus der Präsentation ergeben, sofort zu behandeln. Damit liegt die Kontrolle bzgl. des Ablaufs und des Tempos der Präsentation der Filminhalte allein bei den Filmautoren. Daraus abgeleitet stellt sich die Forderung nach mehr Interaktivität mit dem Medium Video zur Förderung des Wissenserwerbs.

Der wesentliche Punkt eines interaktiven Videos ist aus der Perspektive eines Nutzers demnach die Möglichkeit, durch seine Interaktion die Ablaufgeschwindigkeit sowie die Videoinhalte frei zu wählen. Damit kann der Nutzer das lineare Medium Video an seine Bedürfnisse bzgl. der Präsentation adaptieren, mit dem Resultat einer verbesserten Wissensaufnahme.

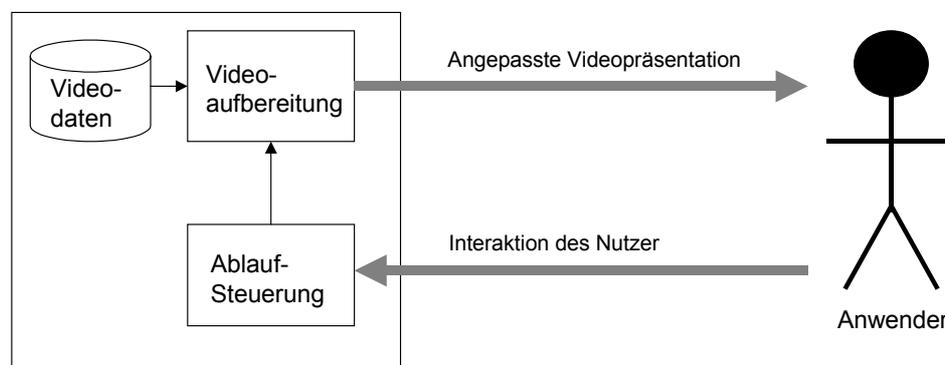


Abbildung 19: Konzept interaktives Video

Die in der Literatur beschriebenen empirischen Forschungsergebnisse zum Thema Wissenserwerb mit interaktiven Videoinhalten basierten auf Versuchen, bei denen die Versuchspersonen die Filminhalte mit Funktionalitäten, wie Zeitlupe, Zeitraffer, Zoom, Player, Stop, Pause, Vorlauf, Rücklauf, etc. bedienen konnten. Damit musste das Medium Video nicht mehr als lineare Präsentationsform vom Betrachter verwendet werden. Der Betrachter erhielt dadurch einen höheren Freiheitsgrad bzgl. seiner Kontrolle über den Lernvorgang.

Im Bereich der Forschungsliteratur lassen sich folgende Hinweise für eine positive Verwendung von interaktiven Videoinhalten in Bezug auf den Wissenserwerb wiederfinden:

- *Wissensvermittlung*: McNeil und Nelson kamen in ihren Forschungsarbeiten zu dem Ergebnis, dass interaktives Video eine effektive Form der Wissensvermittlung

darstellt [NeNe91]. Forschungsergebnisse zeigen Vorteile von interaktiven Videoinhalten insbesondere für die Bildung von deklarativem und prozeduralem Wissen [Cava91], [Laur87] und [ShBr92].

- *Behaltenswahrscheinlichkeit*: Schaffer und Hannafin wiesen in Versuchen mit interaktiven Videoinhalten nach, dass die Behaltenswahrscheinlichkeit mit steigendem Grad der Interaktivität des Nutzers signifikant zunahm [ScHa86].
- *Aktive Teilnahme*: Shyu und Brown kamen zu ähnlich positiven Ergebnissen und erklärten diese damit, dass der Lernende besser Wissen konstruiert, wenn er selber aktiv den Lernvorgang steuern kann [ShBr92]. Dies unterstützt die These des Konstruktivismus, die besagt, dass Lernen ein aktiver Prozess ist und vom Lernenden ausgehen muss, indem er unter anderem seinen Lernweg selber konstruiert [Eule92].
- *Zeitdynamische Abläufe*: Weidemann sieht eine große Möglichkeit für den Einsatz von interaktiven Videoinhalten. Die Darstellung von Bewegungsabläufen ist hierfür geradezu prädestiniert und kann mit Standbildern nur unzureichend dargestellt werden. Er sagt auch, dass durch den Einsatz von Interaktionsmöglichkeiten und durch die Förderung der Interaktivität die kognitive Belastung des Nutzers herabgesetzt werden kann [Weid94], [Weid97a].

Folgende Anforderung wird aus der hier geführten Analyse für eine Hypervideo-Umgebung formuliert. Zur Unterstützung des Bildüberlegenheitseffekts und der Minimierung der kognitiven Belastung ist es zwingend notwendig, dem Nutzer die Möglichkeit zu geben, interaktiv auf das Abspielverhalten der Videopräsentation durch Steuerungsfunktionen Einfluss nehmen zu können. Dadurch kann der Nutzer die Präsentationsgeschwindigkeit gezielt an seine Bedürfnisse anpassen.

3.2.2 Hypervideo

Hypervideo erweitert die Funktionalität der im Abschnitt 3.2.1 beschriebenen Interaktionsmöglichkeiten mit Videoinhalten um die Verknüpfung respektive Verbindung mit weiteren multimedialen Informationsinhalten. Es können ausgewählte Objekte in einem digitalen Video mit Zusatzinformationen angereichert werden. Das bietet den Vorteil, dass Zusatzinformationen bestimmten Objekten im Film eindeutig zugeordnet werden. Es kann somit eine zielgerichtete Hervorhebung von wichtigen Schwerpunkten im Filmmaterial erreicht werden. Durch die videobasierte Hyperstruktur, welche die Verbindung bzw. Verlinkung zwischen Objekten im Video und Zusatzinformationen realisiert, obliegt es dem Nutzer, ob und zu welchem Zeitpunkt er eine derartige Unterstützung in Anspruch nehmen möchte.

Vorrangiges Ziel einer Hypervideo-Umgebung ist es, den Nutzer bzgl. seines Wissenserwerbs zu unterstützen. Hierzu wird ihm die Möglichkeit gegeben, auf die Präsentation bzgl. des Ablaufes, der Inhalte und der Aufbereitung der Inhalte direkt durch seine Interaktion Einfluss zu nehmen. Daraus ergibt sich die Frage, wie eine Hypervideo-Umgebung gestaltet sein sollte, damit die kognitive Belastung während des Wissenserwerbs minimiert wird und so die zur Verfügung stehenden Ressourcen des Anwenders optimal genutzt werden können.

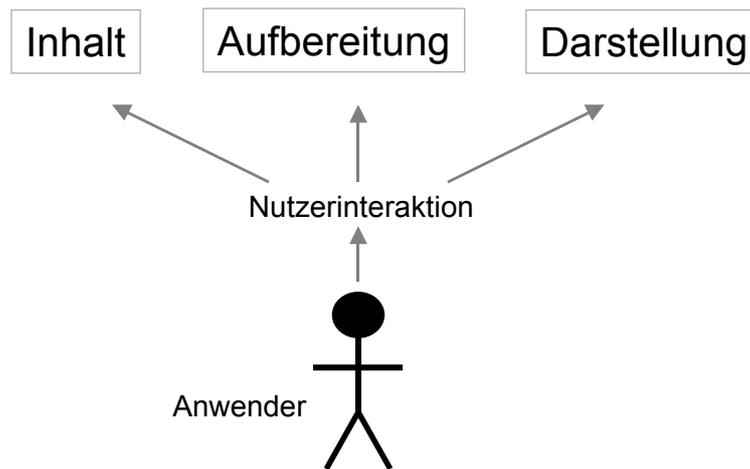


Abbildung 20: Relation zwischen Nutzerinteraktion und Hypervideo-Präsentation

In Bezug auf die Darstellung und die Interaktion von Hypervideo-Inhalten kann diesem Medium ein hohes Maß an Flexibilität bzgl. der Nutzung bestätigt werden. Dieses birgt aber auch gleichzeitig ein Risiko für den Nutzer, der im schlimmsten Fall mit der interaktiven Präsentation überfordert sein könnte.

Anordnung assoziierter und irrelevanter Informationsinhalte

Die zeitliche und räumliche Anordnung von Informationsinhalten(-quellen) kann zu einer kognitiven Überlastung führen und somit den Wissenserwerb beeinflussen, [CeCS96]. Sweller und Chandler bezeichnen diesen Effekt als *split-attention effect* und haben dazu die *cognitive load theory* entwickelt, [ChSw94] und [Swel99]. Aufbauend auf diese Theorie hat Mayer mehrere Experimente durchgeführt und Gestaltungsregeln formuliert, die er als *spatial and temporal contiguity principles* bezeichnet, [Maye01].

Der split-attention effect kann beispielsweise auftreten, wenn ein Nutzer einen Text liest und sich auf der Seite eine Referenz befindet, die weiterführende Informationen zu der bereits gelesenen Textpassage beinhaltet. Der Wissenserwerb kann dadurch gefördert werden, dass ein schneller Zugriff auf die Referenz ermöglicht wird. Das bedeutet, dass die Suche nach einer angegebenen Referenz und die Aufnahme der damit verknüpften Information möglichst kurz sein muss. Ist diese Zeitspanne zu groß, wird der Nutzer gezwungen, die bereits gelesene Textpassage, welche die Referenz beinhaltet, nochmals zu lesen, da sie nur noch unvollständig im Gedächtnis vorhanden ist. Ist die Zeitspanne bei der Aufnahme zweier assoziierter Informationsinhalte zu groß, muss folglich eine erhöhte kognitive Leistung aufgebracht werden. Das bedeutet, je näher die räumliche und zeitliche Anordnung von assoziierten Informationsinhalten ist, desto geringer ist auch die aufzuwendende kognitive Leistung für die Generierung mentaler Repräsentationen.

Es ist nachvollziehbar, dass auch die Darstellung von irrelevanten Informationsinhalten, die zum gegenwärtigen Präsentationsgeschehen keinen Beitrag leisten, den Wissenserwerb negativ beeinflusst, da sie die Aufmerksamkeit des Betrachters ablenken kann. Mayer fasst dies in seiner Gestaltungsregel *coherence principle* zusammen [Maye01]. Er zeigt anhand von Experimenten, wie der Wissenserwerb negativ beeinflusst wird, wenn beispielsweise irrelevante Hintergrundgeräusche oder Hintergrundmusik in eine multimediale Präsentation eingefügt werden. Dies gilt auch für vermeintlich interessante Informationsinhalte, die aber den Wissenserwerb nicht fördern. Als Folge wird die Aufmerksamkeit des Lernenden auf Inhalte innerhalb einer Präsentation gelenkt, die zum momentanen Prozess seiner Wissenskonstruktion keinen Beitrag liefern. Mit anderen Worten, es werden unnötige

kognitive Leistungen aufgebracht, die wiederum die zur Verfügung stehenden Ressourcen minimieren mit der Folge eines verminderten Wissenserwerbs.

Aus dieser Betrachtung lassen sich für die Hypervideo-Umgebung drei generelle Anforderungen formulieren. Eine kooperative Hypervideo-Umgebung muss einen direkten und schnellen Zugang zwischen assoziierten Informationsinhalten, wie z.B. einem Objekt im Video und einer dazugehörigen Zusatzinformation, ermöglichen (zeitliche Anordnung). Bei der Aktivierung eines Hypervideo-Links muss die Präsentation der Zusatzinformation räumlich nah zur Präsentation des Videos stattfinden (räumliche Anordnung). Weiterhin sollte die Hypervideo-Umgebung die Präsentation von irrelevanten Informationsinhalten, die den Prozess des Wissenserwerbs nicht fördern, unterbinden.

Strukturelle Desorientierung

Desorientierung kann für einen Nutzer innerhalb einer Präsentationsumgebung zu einer erhöhten kognitiven Belastung führen. Diese erhöhte kognitive Belastung kann sich sehr negativ auf die Motivation des Nutzers auswirken oder ihn sogar frustrieren. Folglich wird der Nutzer durch die Desorientierung vom Wissenserwerb abgelenkt.

Conklin [Conk87] beschreibt in seinem Artikel die Problematiken von Hyperstrukturen und diskutiert unter anderem die Gefahren und Folgen einer möglichen Desorientierung bei Nutzern. Durch die nicht-lineare Struktur sind Hypermedia-Dokumente zwar sehr flexibel und ermöglichen dem Nutzer einen hohen Freiheitsgrad bzgl. der Auswahl des Materials, allerdings ist es im Vergleich zu herkömmlichen Dokumenten schwieriger, die Orientierung zu behalten.

Das Phänomen der Desorientierung innerhalb hypermedialer Dokumente, wie es beispielsweise in komplexen WWW-Seiten vorkommt, wird in der Literatur als lost in hyperspace Phänomen bezeichnet, vgl. [Kuhl91] und [Terg97a]. Das Phänomen beschreibt dabei einen mangelnden oder nicht vorhandenen Überblick über die Hyperstruktur der Informationsinhalte. Das bedeutet, der Nutzer hat kein Wissen darüber, wie sich der aktuelle Knotenpunkt in die Gesamtstruktur einfügt. Eine Desorientierung ist vor allem dann zu erwarten, wenn den Nutzern kein Überblick über die Gesamtstruktur des Mediums gegeben wird und es ihnen an klaren Lernzielen mangelt [ScZi97]. In der Forschungsliteratur lassen sich diesbezüglich Forderungen nach der Offenlegung der Struktur wiederfinden.

Forderung nach Offenlegung der Struktur:

- Für komplexe nicht-lineare Strukturen schlagen [ScZi97] vor, dem Nutzer einen Überblick über die Gesamtstruktur anzubieten.
- [GuCB00] halten es speziell bei Hypervideo-Inhalten für sinnvoll, die Struktur für die Nutzer explizit sichtbar zu machen, um die Orientierung im Medium zu erleichtern.
- Von einem positiven Effekt graphischer Übersichten berichten [ChRa96] in ihrer Metaanalyse experimenteller Evaluationsstudien zur Nutzung von Hypertext: „*Visualization is an important concept [...] as learners attempt to (mind-) map the structure of knowledge they acquire*“.
- Die Forderung nach Offenlegung der Medienstruktur beruht auf der sinnvollen Annahme, dass die externe Darstellung der Medienstruktur einerseits Aufschluss über

die inhaltliche Strukturierung des Themenfeldes gibt und andererseits als Orientierungs- bzw. Navigationshilfe dient und so einer Desorientierung von Nutzern vorgebeugt werden kann [Zahn03].

Aus der hier geführten Diskussion lässt sich die Anforderung ableiten, dass dem Nutzer zur Verminderung der Desorientierung und somit der kognitiven Belastung die Gesamtstruktur von Hypervideo-Inhalten durch die Systemumgebung offengelegt werden muss.

Konzeptuelle/semantische Desorientierung

Neben der strukturellen Desorientierung beschreibt Tergan die konzeptuelle/semantische Desorientierung: „Konzeptuelle Desorientierung entsteht, wenn Hypertext-/Hypermedia-Nutzer nicht in der Lage sind, die semantische Bedeutung der aufgesuchten Informationen in die eigene Wissensstruktur zu integrieren und eine kohärente Wissensrepräsentation aufzubauen.“, [Terg97b].

Diese Desorientierung entsteht, wenn die Darstellung als zusammenhanglos wahrgenommen wird und nicht verständlich ist, in welcher Beziehung die aktuellen Knoteninhalte zu den anderen, bereits gelesenen Informationen oder zu Elementen des Vorwissens stehen. Ferner kann sich Desorientierung infolge mangelnden Vorwissens und fehlender zusätzlicher Hinweise über die Bedeutung von bearbeiteten Informationen für die jeweilige Aufgabenstellung ergeben [Blum98]. Für einige Autoren ist allerdings ein gewisser Grad an Desorientierung für den Wissenserwerb förderlich. Dies wird häufig mit der konstruktivistischen Annahme verbunden, dass der Wissenserwerb ein aktiver Prozess ist und vom Lernenden ausgehen muss, indem er unter anderem seinen Lernweg selber konstruiert, vgl. dazu [Schu96] und [MaKA90].

Aus der Betrachtung der konzeptuellen/semantischen Desorientierung lässt sich die Anforderung ableiten, dass neben der Offenlegung der Gesamtstruktur von Hypervideo-Inhalten auch eine semantische Beschreibung der Informationsinhalte durch Metadaten als sinnvoll erachtet wird, um die Relation zwischen Informationsinhalten zu verdeutlichen und den Aufbau einer kohärenten Wissensrepräsentation zu fördern.

Problematik der Visualisierung sensitiver Regionen

Ein weiterer Grund für eine ungewollte Steigerung der kognitiven Belastung des Nutzers bezieht sich auf die Visualisierung von vorhandenen sensitiven Regionen in einem Hypervideo. Die Visualisierung von Annotationen in einem *Hypertext-Dokument* stört oder verfälscht im Allgemeinen nicht die Lesbarkeit der dargestellten Inhalte. Es wird hierbei üblicherweise eine visuelle Aufbereitung (Kennzeichnung) von Wortstellen der vorhandenen Hyperlinks in dem betreffenden Dokument vorgenommen.

In kontinuierlichen Medien wie dem Video hingegen kann sich allerdings die Visualisierung der sensitiven Region zur Kennzeichnung der Existenz von Annotationen sehr wohl als störend erweisen. Einerseits kann durch die Visualisierung der sensitiven Regionen die Aussage des Videos verfälscht werden, andererseits birgt die Visualisierung der freibeweglichen sensitiven Regionen im Videobild das erhöhte Risiko die Aufmerksamkeit des Nutzers stark abzulenken. Daraus ergibt sich die Fragestellung, wie die Existenz von Annotationen im Videobild markiert werden soll.

Aus dieser Problematik wird die Anforderung formuliert, dass eine Hypervideo-Umgebung die Existenz von Annotationen mittels der Visualisierung von sensitiven Regionen realisieren muss, aber gleichzeitig die Videodarstellung nicht verfälschen darf.

3.2.3 Kooperatives Hypervideo

Der im Kapitel 1 dargestellte generelle Lösungsansatz zur Entwicklung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung als CSCL-Umgebung (vgl. Abschnitt 3.1.3), adressiert die Wissensbildung auf der Basis des Wissensaustausches zwischen Teilnehmern in Gruppen. Der Wissensaustausch wird dadurch initiiert, dass Beiträge in die Hypervideo-Struktur integriert werden. Mit dem Zugriff auf diese Beiträge der Hypervideo-Inhalte können dann Informationen extrahiert und zum Wissensaustausch bzw. zur Bildung mentaler Modelle individuell genutzt werden. Das bedeutet, dass jeder Teilnehmer einerseits auf die bereits vorhandenen Inhaltsstrukturen zugreifen kann, andererseits diese auch durch eigene Beiträge manipulativ erweitern darf. Die so entstehenden Hypervideo-Inhalte stellen in einem weiteren Sinne das zugreifbare Wissen der Gruppe dar. Entsprechend ist eine generelle Forderung an die kooperative Hypervideo-Umgebung, Funktionalitäten bereitzustellen, welche den Wissensaustausch und die Wissensbildung individueller mentaler Modelle in Gruppenszenarien unterstützen bzw. stimulieren.

Systeme, die bei der Bildung mentaler Modelle unterstützende Hilfestellung leisten, werden in der Kognitionspsychologie allgemein als *cognitive Tools* (kognitive Werkzeuge) bezeichnet, vgl. dazu [Jona92]. Kozma definiert kognitive Werkzeuge als: “[...] devices that allow and encourage learners to manipulate their thinking and ideas”, [Kozm87]. Darauf aufbauend versteht Stahl kognitive Werkzeuge als Möglichkeit, ”eigene Denkprozesse und kognitive Strukturen zu explizieren und sich bewusst zu machen, sowie sie zu restrukturieren”, [Stah01]. Das bedeutet in einem weitergefassten Sinne, dass diese Art von Werkzeugen die kognitiven Prozesse zur Wissensbildung (*Selektion, Organisation* und *Integration*, vgl. Tabelle 5) stimulieren und somit fördern.

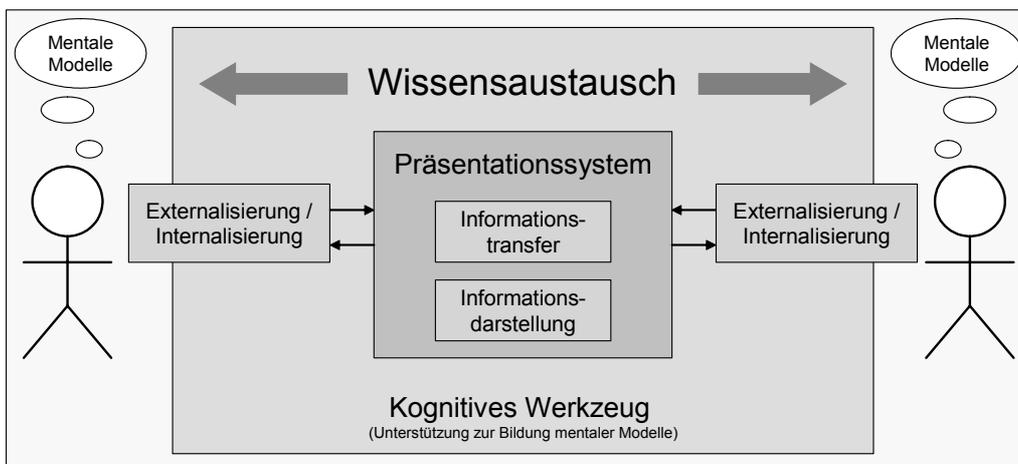


Abbildung 21: Einordnung Kognitives Werkzeug und Präsentationssystem

Kognitive Werkzeuge unterscheiden sich von reinen (interaktiven) Präsentationssystemen in ihrer Zielsetzung. Für kognitive Werkzeuge ist das generelle Ziel aus Sicht des Autors, den Nutzer dazu anzuregen, sich intensiver mit den zu verarbeiteten Informationen auseinanderzusetzen, dadurch ein tiefgehendes Verständnis für die betrachtete Thematik zu erlangen und sich so das erworbene Wissen bewusster zu machen. Herkömmliche Hypertext- bzw. Hypermedia-Systeme werden hierbei nicht als cognitive Tools gewertet, da sie primär als Präsentationssysteme verwendet werden und keine aktive Auseinandersetzung mit den Inhalten stimulieren [Stah01] und [JoRe96]. Hieraus kann abgeleitet werden, dass auch die im Kapitel 2.2 beschriebenen Hypervideo-Systeme von [Lies94] und [SaBS96] nicht zu der Kategorie kognitiver Werkzeuge zählen.

Kognitive Werkzeuge kommen speziell in Bereichen vor, in denen die Erstellung von beispielsweise Textinhalten durch Softwareapplikationen unterstützt wird (Autorenprogramme). In diesem Zusammenhang berichten Jonassen, Wilson, Wang und Grabinger, dass bei der Entwicklung eines eigenen Experten-Systems die Autoren der Inhalte einen weitaus höheren Wissenserwerb erzielten als diejenigen, die das System rein zur Präsentation der Inhalte nutzten, vgl. dazu [JWWG93]. Diese Beobachtung wurde damit begründet, dass sich die Autoren aktiver mit der Erstellung der Inhalte auseinandersetzen mussten, damit diese von anderen zum Lernen verwendet und verstanden werden konnten. Jonassen und Reeves [JoRe96] leiteten daraus die Anforderung ab, Autorenwerkzeuge, die zur Erstellung von Inhalten verwendet werden, als eine Form kognitiver Werkzeuge den Nutzern zu übergeben, damit sie durch die eigenständige Konstruktion von Inhalten eine tiefere Auseinandersetzung mit der Thematik erfahren und dadurch ein tiefergehendes Verständnis für das konstruierte Wissen erzielen. Aus der hier geführten Betrachtung kann abgeleitet werden, dass eine kooperative Hypervideo-Umgebung, die einer verteilten Gruppe die Möglichkeit bietet, gemeinsam Hypervideo-Inhalte zu erstellen, als eine Form kognitiver Werkzeuge gewertet werden kann. Dabei treten die Gruppenteilnehmer nicht mehr nur als Rezipienten einer Präsentation auf, sondern agieren zusätzlich als Autoren, indem sie eigene Beiträge erstellen und in die Hypervideo-Struktur integrieren.

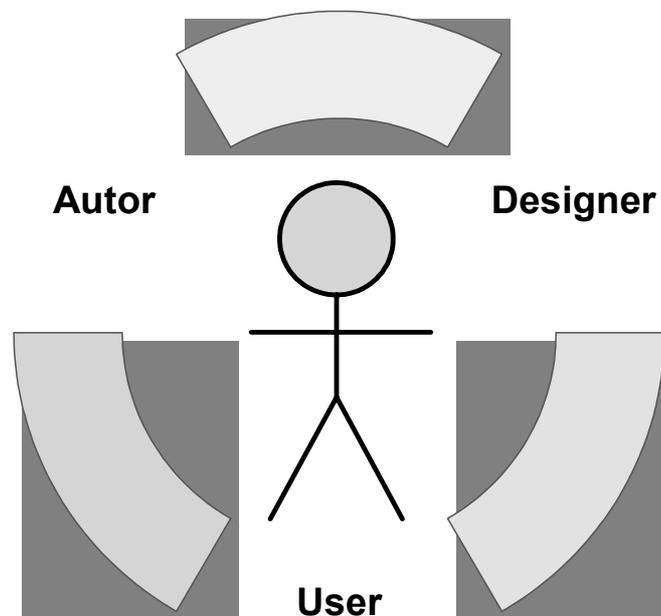


Abbildung 22: Three-stakeholder Model nach [Dill02]

Die Konstruktion von Wissen in Gruppenszenarien wird häufig mit dem Begriff *learning-by-design* bezeichnet, vgl. dazu [ZaSB02]. Bei der Erstellung von Beiträgen durchläuft der Nutzer dabei verschiedene iterative Phasen, die sich auf Dillons *three-stakeholder Model* abbilden lassen, siehe dazu Abbildung 22. In Bezug auf den learning-by-design Ansatz beschreibt dieses Model drei Rollen (Autor, Designer und User), die ein Nutzer während der Erstellung der Beiträge innerhalb eines Gruppenszenarios durchläuft [Dill02]:

- *Autor*: Der Nutzer muss die Inhalte der zu erstellenden Information festlegen. Hierzu agiert er als Autor, indem er beispielsweise sein eigenes Wissen externalisiert, um es anderen zur Verfügung zu stellen.
- *Designer*: Als Designer wählt der Nutzer ein geeignetes Symbolsystem (z.B. Text oder Graphik) für die zu präsentierende Information aus. Weiterhin muss sich der

Nutzer über die Gesamtstruktur im Klaren sein, um seinen Beitrag in das bestehende Hypervideo-Dokument zu integrieren, damit er eine möglichst optimale Platzierung erzielt.

- *User*: Der Beitrag muss so gestaltet sein, dass dieser in einer verständlichen Form von anderen Teilnehmern innerhalb einer Gruppe verstanden und verwendet werden kann. Entsprechend muss sich der Nutzer in die Lage der anderen Gruppenteilnehmer versetzen und seinen Beitrag aus deren Perspektive bewerten und gegebenenfalls anpassen.

Es ist nachvollziehbar, dass die Erweiterung der Gesamtstruktur eines Hypervideo-Dokumentes vom Nutzer ein hohes Maß an Aktivität und Interaktion mit der Systemumgebung verlangt. Daraus ergibt sich eine tiefgehende Auseinandersetzung mit den bestehenden Inhalten bzw. Strukturen sowie mit dem selbst definierten Beitrag während des Erstellungsprozesses. Eine derartige intensive Auseinandersetzung kann mit einem reinen Präsentationssystem in einer vergleichbaren Weise nur schwer erzielt werden.

Auf Grund der hier geführten Diskussion lassen sich die Anforderungen zur Nutzerinteraktion an eine kooperative Hypervideo-Umgebung, als eine Ausprägung kognitiver Werkzeuge, in drei Bereiche zusammenfassen, vgl. [FiZa03]:

- Der erste Bereich fasst alle Interaktionsfunktionalitäten zusammen, welche die Hypervideo-Präsentation selbst betreffen. Im Kontext des individuellen Wissenserwerbs wurde gezeigt, dass Interaktionsmöglichkeiten zum Verständnis der Inhalte einen wesentlichen Beitrag leisten können, vgl. dazu Abschnitt 3.2.1. Damit ist es möglich die Präsentation an die Bedürfnisse jedes einzelnen innerhalb einer Gruppe adaptiv anzupassen und dadurch die kognitiven Prozesse zur Informationsverarbeitung zu unterstützen [ScRi04].
- Bezüglich des Wissensaustausches ist eine Anforderung an eine kooperative Hypervideo-Umgebung, den Nutzern die Interaktionsfunktionen bereitzustellen, eigenständig Annotation im Videobild vorzunehmen und somit den Informationsraum manipulativ zu erweitern. Damit stellen die Generierung sensitiver Regionen und die Definition von Hypervideo-Links grundlegende Systemfunktionalitäten aus der Sicht der Gruppenteilnehmer dar.
- Im Gegensatz zum isolierten, individuellen Wissenserwerb steht nach Slavin, Johnson und Johnson (in [Schu01]) der wechselseitige Diskurs im Mittelpunkt des kooperativen Wissenserwerbs, nicht aber die einseitige Rezeption. Folglich ist eine weitgehend ungehinderte Kommunikation zwischen den Gruppenteilnehmern nach Piepenburg eine weitere wichtige Voraussetzung [Piep91], die von einer Systemumgebung erfüllt werden muss. Hierzu schlagen [BHJT99] vor, die eigentliche Präsentation der Inhalte von der Kommunikation für den Nutzer erkennbar zu trennen.

3.3 Technische Anforderungen an eine kooperative Hypervideo-Umgebung

In diesem Abschnitt wird eine kooperative Hypervideo-Umgebung in Bezug auf technisch fokussierte Anforderungen analysiert. Wie in der Problemdefinition in Kapitel 1 beschrieben, soll die kooperative Hypervideo-Umgebung in der Lage sein, globale Szenarien zu unterstützen. Diese Szenarien zeichnen sich dadurch aus, dass die Gruppenteilnehmer sowohl räumlich als auch zeitlich voneinander getrennt Wissen gemeinsam konstruieren können. Eine solche netzbasierte, kooperative CSCL-Umgebung besitzt andere Charaktereigenschaften im

Vergleich zu lokalen Wissenserwerbsszenarien und dementsprechend auch andere technische Anforderungen.

3.3.1 Netzbasierte Umgebung

Die Hauptaufgabe einer kooperativen Hypervideo-Umgebung ist die Verwaltung der Inhalte des Informationsraums und die damit verbundene Bereitstellung der Funktionen für die Gruppenteilnehmer. Die Technik soll dabei für den Anwender weitgehend transparent sein und in den Hintergrund seines Bewusstseins treten. Dazu sollen vorhandene bzw. leicht erlernbare Fertigkeiten bezogen auf den Umgang mit dem Computer zur Nutzung der kooperativen Hypervideo-Umgebung verwendet werden, damit eine intuitive Bedienbarkeit ermöglicht wird.

Um einen verteilten, kooperativen Wissenserwerb in einem globalen Szenario zu ermöglichen, muss die Vernetzung zwischen den Rechneinheiten der beteiligten Gruppenteilnehmer gewährleistet werden. Hierzu bietet das Internet verschiedene Vorteile. Das Internet, als das größte Datennetz mit öffentlichem Zugang, bietet eine ausgezeichnete Voraussetzung für eine Vernetzung. Es bietet zudem über lokale Netzanbieter einen hohen Grad an einem flexiblen ortsunabhängigen Zugriff (*Erreichbarkeit*). Der Einsatz von konventionellen Web-Browsern in Verbindung mit zuladbaren "Plugins" ermöglicht eine hohe Medienunterstützung. Neue Medienformate, z.B. neue Videocodes, können somit vom System leicht und flexibel integriert werden (*Web-Technologie*). Durch eine webbasierte Lösung kann eine plattformunabhängige Umgebung entwickelt werden. Dies bietet den Vorteil, dass nicht für jedes Rechnersystem eine eigenständige Version erstellt werden muss. Dadurch können sowohl bei der Entwicklung als auch bei der späteren Pflege des Systems auftretende Kosten minimiert werden (*Plattformunabhängigkeit*).

3.3.2 Systemumgebung

Das Architekturmodell muss den Datenaustausch zwischen dem dynamischen Informationsraum und den Anwendern realisieren. Des Weiteren muss die Architektur den Gruppenteilnehmern alle benötigten Funktionen zur Nutzung des Informationsraums zur Verfügung stellen. Auf Grund des globalen Szenarios wird eine Zentralisierung des Informationsraumes favorisiert. Damit wird der asynchrone Zugriff bezogen auf räumliche und zeitliche Aspekte der Umgebungsbenutzung durch die Anwender gewährleistet. Würde der Informationsraum auf die Rechnersysteme der Gruppenteilnehmer verteilt werden, ist die Wahrscheinlichkeit von *Inkonsistenzen* bzgl. der Inhalte unvermeidlich. Auch kann es Zugriffsprobleme geben, da nicht alle Teilnehmer einer Gruppe ständig online sind und somit Teile des dynamischen Informationsraumes nicht erreicht werden können. Die Voraussetzung der Zentralisierung des Informationsraumes setzt folglich eine Server-Client-Architektur voraus. Das bedeutet, dass den Anwendern die Funktionen in Form von Werkzeugen, die unter dem Präsentationsprozess und Authoringprozess abstrakt aufgeführt sind, durch die Architektur bereitgestellt werden müssen.

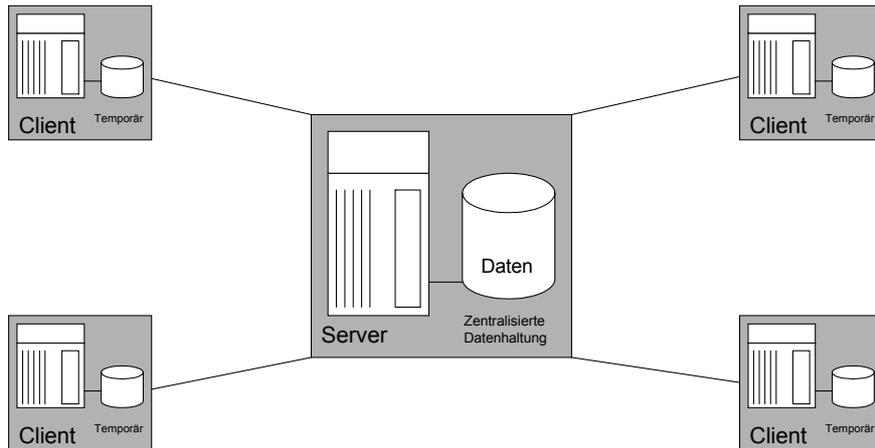


Abbildung 23: Zentralisierte Datenhaltung von Wissensinhalten

Die Architektur muss außerdem stark zwischen Funktionen und Inhalten trennen. Damit ist gewährleistet, dass die Umgebung inhaltsunabhängig genutzt werden kann. Es ist somit gleichgültig, welche Videoinhalte über unterschiedliche Themenbereiche, wie Sport, Physik-Versuch, etc. mittels der kooperativen Hypervideo-Umgebung in einer Gruppe diskutiert werden. Die Funktionen ändern sich bzgl. der Inhalte nicht. Die Architektur muss weiterhin einen hohen Grad an Flexibilität aufweisen, um vorhandene Funktionen mit geringem Aufwand zu ändern oder neue Funktionen zu integrieren. Die Architektur muss auch die Voraussetzung erfüllen, einen hohen Grad an Systemzuverlässigkeit zu gewährleisten. Speziell für ein Szenario mit einer zentralisierten Datenhaltung, in der eine Online-Verbindung zur Servereinheit als Voraussetzung für den Zugriff auf die kooperativen Wissensinhalte der Gruppe gilt, ist die Systemzuverlässigkeit eine wichtige Anforderung. Weiterhin muss die kooperative Hypervideo-Umgebung auch bei einer hohen Zahl von Anwendern in der Lage sein, den Datenaustausch in einem annehmbaren Zeitrahmen zu realisieren.

3.3.3 Datenmodell / Datenstruktur

Eine der Hauptaufgaben bei der Entwicklung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung ist die Erstellung eines Datenmodells, das die Strukturierung der Hypervideo-Inhalte definiert. Dieses Datenmodell beschreibt im Einzelnen, wie die Inhalte im dynamischen Informationsraum gegenseitig referenziert werden, damit eindeutige Verknüpfungen zwischen den Elementen Video, Zusatzinformation und Kommunikation erstellt werden können. Ein standardisiertes Datenmodell zur Beschreibung von Hypervideo-Strukturen, wie vergleichsweise dem Dexter-Hypertext Modell für Hypertext- und Hypermedia-Dokumente, liegt nicht vor.

Vorrangige Aufgabe des Datenmodells ist die Modellierung der zeitlichen und räumlichen Linkstruktur von sensitiven Regionen im Video. Im Gegensatz zu HTML-Dokumenten haben die Hypervideo-Links einen dynamischen Charakter. Ihnen können sowohl zeitliche als auch räumliche Veränderungen wiederfahren, vgl. Abschnitt 2.2.

Ausgehend von einer Link-Verwaltung kann die Link-Information als Teil des Knotens oder separat definiert werden.

- *Eingebettete Links*: Link-Informationen, die als Teil des Knotens definiert sind, werden auch als *eingebettete Links* bezeichnet

- *Externe Links*: Die zweite Variante schlägt vor, die Link-Information separat von den eigentlichen Inhalten zu definieren und folgt dem Dexter-Hypertext-Referenzmodell.

Aus der hier geführten Betrachtung lassen sich folgende technische Anforderungen an eine kooperative Hypervideo-Umgebung zusammenfassen. Für die strukturierten Dateninhalte des dynamischen Informationsraumes muss ein Datenmodell erstellt werden, das einen schnellen und effektiven Zugriff bietet.

3.4 Zusammenfassung

Als Ergebnis des vorliegenden Kapitels wurden auf der Basis einer Analyse der Aufgabenstellung Anforderungen aus allgemeinen, funktionalen und technisch motivierten Bereichen formuliert. Im ersten Abschnitt des Kapitels lag der Fokus auf der Analyse des Wissenserwerbs. Hierbei wurde der Wissenserwerb unter der Perspektive verwendeter multimedialer Informationsinhalte eingehend betrachtet. Die vorgestellten Modelle nach Paivio [Pavi86] und Mayer [Mayer01] dienen dazu, ein Verständnis für die kognitiven Prozesse zu vermitteln, die bei der Konstruktion von Wissen durch die Selektion, Organisation und Integration von multimedialen Inhalten entstehen. Gleichzeitig konnte damit die zentrale Problematik der kognitiven Überlastung, aus der eine Minimierung des Wissenserwerbs resultiert, erörtert werden. Die dadurch identifizierten Problemstellungen wurden als Anforderung formuliert mit der Zielsetzung, Lösungsansätze während der Konzeptions- sowie der Realisierungsphase zu entwickeln respektive zu integrieren.

Zur Formulierung der funktionalen Anforderungen wurde diese Thematik in die logischen Teilbereiche interaktives Video, Hypervideo und kooperative Hypervideo-Umgebung unterteilt. Die identifizierten Anforderungen zum Teilbereich interaktives Video basierten auf eine Analyse bzgl. der Nutzung von Videoinhalten zum Zweck des Wissenserwerbs. Wie die Analyse zeigt, wird das Medium Video schon seit seiner Entstehung für die Konstruktion von Wissen verwendet. Spezielle Anwendungsszenarien spiegeln jene Bereiche wider, in denen primär dynamische Prozessabläufe visualisiert werden. Hier besitzt das Medium Video eine fast unschlagbare Aussagekraft, die in diesem Maße von anderen Medien nicht erreicht wird. Ferner wird dieser Vorteil aus einer kognitionspsychologischen Perspektive durch das Phänomen des Bildüberlegenheitseffekts unterstützt, vgl. [WeKr93] und [Hase95]. Auch für die funktionalen Anforderungen steht die Minimierung der kognitiven Belastung des Nutzers im Vordergrund, um die zur Verfügung stehenden kognitiven Ressourcen optimiert im Sinne eines Lernzielerfolges zu verwenden.

Die technischen Anforderungen beziehen sich auf ein Systemniveau, das im idealisierten Fall für alle Teilnehmer eines globalen Anwendungsszenarios transparent bleibt. Hierbei wurden Anforderungen zur Vermeidung von Inkonsistenzen bzgl. des gruppenbasierten Zugriffs auf den dynamischen Informationsraum formuliert, der durch die zwei abstrakten Prozesse *Präsentation* und *Authoring* mit der Gruppe verbunden ist. Um eine hohe Erreichbarkeit zu erzielen, wurde für die Übertragung aller Inhalte des dynamischen Informationsraums das Internet adressiert. Damit werden weitere Übertragungsmedien nicht ausgeschlossen, allerdings werden diese in der vorliegenden Arbeit nicht näher betrachtet.

Die hier formulierten Anforderungen werden im folgenden Kapitel 4 „Analyse existierender Systeme“ zur Beurteilung verwendet. Die dort betrachteten Systeme werden bzgl. der Erfüllung der hier aufgestellten Anforderungen bewerten, um auf diese Weise Mängel sowie Problematiken der gegenwärtigen Technologien identifizieren zu können.

4 Analyse existierender Systeme

Die Analyse gegenwärtiger Systeme im Kontext der Problemstellung dieser Arbeit ist das Thema dieses Kapitels. Die identifizierten Anforderungen an eine kooperative Hypervideo-Umgebung aus dem Kapitel 3 bestimmen dabei den inhaltlichen Rahmen der Analyse. Bereits im Abschnitt 2.2.2 zur Einordnung des Begriff Hypervideo sowie in den Abschnitten 3.2 und 3.3 der Anforderungsanalyse wurde aufgezeigt, dass eine kooperative Hypervideo-Umgebung mit der ihr gestellten Aufgabe verschiedene thematische Gebiete in sich vereint.

4.1 Betrachtete Systeme

Im Folgenden werden verschiedene Systeme anhand relevanter Merkmale untersucht und beurteilt. Die Betrachtung der Konzepte und Ideen dieser Lösungsansätze in Bezug auf die im Rahmen dieser Arbeit identifizierten Anforderungen soll Aufschluss über den Stand der Technik hinsichtlich der Aufgabenstellung geben. Damit lässt sich auf die in der Literatur verwiesenen Ergebnisse und Erfahrungen zurückgreifen und es können wertvolle Rückschlüsse für die Umsetzung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung gezogen werden.

4.1.1 „HyperFilm“

HyperFilm ist ein System, das digitale Videoinhalte über eine Hyperstruktur mit weiteren Informationseinheiten verknüpfen kann. Damit besitzt es eine videozentralisierte Informationsstruktur gemäß der Beschreibung im Abschnitt 2.2. Der erste Prototyp des HyperFilm Systems entstand 1999 im Rahmen des Projekts „Crescere in città con Torino 2000“ der Stadt Turin in Italien. Zwischen 2000 und 2001 wurde HyperFilm durch das European Commission IST Programm im Rahmen eine Versuchsstudie gefördert. Die positiven Ergebnisse der Versuchsstudie (vgl. dazu [PoRT02]) und die damit nachgewiesenen Potentiale einer nicht-linearen Verbindung von digitalen Videoinhalten mit anderen Medientypen innerhalb einer Hypervideo-Struktur führten 2002 zur Weiterentwicklung und Vermarktung des HyperFilm-Systems als kommerzielles Produkt durch ein gleichnamiges Unternehmen.

Das Hauptanliegen von HyperFilm als multimediales Werkzeug ist es, in einem Post-Prozess digitale Videoinhalte durch die Referenzierung mit weiterführenden Inhalten anzureichern. Das System wendet sich primär an Anwender, die keine spezielle Ausbildung im Bereich der Video- sowie Multimediaproduktion aufweisen. Es wird explizit auf die benutzerfreundliche Bedienungs Oberfläche sowohl für den Erstellungsprozess als auch für die Nutzung der generierten Präsentation aufmerksam gemacht. Auf Grund der initialen Projektausrichtung wird als primärer Anwendungsbereich das individuelle Lernen mit Videosequenzen genannt. Neue Anwendungsbereiche mit der Ausrichtung Entertainment und Dokumentation sind dazu gekommen. Die Abbildung 24 zeigt die Präsentationsoberfläche des HyperFilm-Systems auf die im Folgenden näher eingegangen wird.

Die Bedienungs Oberfläche ist in zwei Bereiche aufgeteilt. Auf der linken Seite der Oberfläche befindet sich der Videobildschirm und die Steuerungskonsole mit den Funktionalitäten *Anfang*, *Ende*, *Start*, *Pause*, *Vorlauf* und *Rücklauf*. Die rechte Seite wird vorrangig für die Präsentation der Hypervideo-Struktur (*Link-Table*), die Darstellung der zugreifbaren Verweise verwendet.



Abbildung 24: HyperFilm-Player [PoRT02]

Eigenschaften

- Primär wird die Aktivierung der Verweise mit Hilfe der Link-Table durchgeführt. Als Folge einer Aktivierung eines Verweises in der Link-Table wird an die Position des Videos gesprungen, die das referenzierte Videoobjekt beinhaltet.
- Sensitive Regionen sind nur in einem und nicht über mehrere Einzelbilder in einer Videosequenz definierbar. Damit kann zwar eine sensitive Region einer bestimmten Position innerhalb eines Einzelbildes in einer Videosequenz zugeordnet werden, allerdings fehlt die Möglichkeit einer zeitlichen Komponente.
- Das HyperFilm-System bietet eine so genannte Link Table an, welche die Struktur interaktiv präsentiert und den Nutzern die Option bietet, innerhalb des Hypervideo-Dokuments zu navigieren.
- Die Visualisierungsvielfalt der sensitiven Regionen im Zusammenhang mit der Farbwahl und Erscheinungsform im HyperFilm-System ist eine der hervorragenden Eigenschaften dieser Applikation.
- Auf Grund der Definition einer sensitiven Region in nur einem Einzelbild kann der Nutzer auch nur in diesem Einzelbild mit dem entsprechenden Videoobjekt interagieren. Damit ist es unmöglich, aus dem laufenden Videobild direkt Objekte auszuwählen.
- Die in Flash geschriebene Präsentationsoberfläche ist als Web-Anwendung konzipiert. Neben der Browser-Umgebung muss weiterhin die Videokomponente QuickTime zur Darstellung der digitalen Filminformation installiert sein.

Bewertung:

Das HyperFilm-System ist mit seinem Aufwand der Gestaltung und des Designs eindeutig auf die Präsentation für den Benutzer ausgerichtet. Als Nachteil der Link Table erscheint es hier, dass die Struktur nicht direkt am Anfang der Präsentation zugänglich ist, sondern synchron mit dem Auftreten der Verweise im Video erstellt wird. Es werden keine Konzepte bzw. Lösungsideen hinsichtlich der identifizierten Anforderungen aus Kapitel 3 bezüglich eines kooperativen Wissenserwerbs innerhalb der Systemumgebung adressiert. Somit fehlt die Möglichkeit, mit anderen Teilnehmern über die Anwendung hinweg zu kommunizieren. Das Führen eines Dialoges zwischen zwei Nutzern kann somit nur über andere Systeme separat geschehen. Die strikte Trennung von Präsentations- und Autorenumgebung verhindert weitgehend die gemeinschaftliche Erstellung von Präsentationsinhalten und somit die Erweiterung bzw. die Modifikation des Informationsraums im Sinne des in dieser Arbeit beschriebenen Szenarios eines verteilten, kooperativen Wissenserwerbs.

4.1.2 „VideoClix“

Die Hypervideo-Anwendung *VideoClix* [Vide05] der Firma eLine Technologie Inc. stellt heute das vielleicht bekannteste System in Bezug auf die Vermarktung kommerziell nutzbarer Hypervideo-Produkte dar. Wie der Name schon eindeutig erkennen lässt, liegt bei VideoClix der Schwerpunkt auf der Verbreitung von Informationen durch das Medium digitales Video. Das Hypervideo-System stützt sich dabei auf das Videoformat von QuickTime und ermöglicht damit die Verwendung von unterschiedlichen Videokodierungen.

In ähnlicher Weise wie das HyperFilm-System basiert VideoClix auf Videomaterial, das bereits in einem Pre-Process erstellt wurde. Damit wird der Bereich von Live-Videoinhalten ausgegrenzt. Als primäre Anwendungsbereiche werden von VideoClix Education, Catalogs, Commercials, Fashion, Automotive, Movie Trailers sowie Music Videos angegeben. Die qualitative Erscheinung der Bedienungsfläche der Hypervideos vermittelt dabei einen professionellen Eindruck. Die Abbildung 25 zeigt ein Beispiel einer Anwendung des VideoClix-Systems.



Abbildung 25: Bedienungsfläche des VideoClix-Systems [Vide05]

Eigenschaften:

- Die Systemarchitektur basiert auf einer Web-Applikation und einer *stand-alone* Version für den Bereich DVD/CD-ROM. Die Bedienungsoberfläche läuft in einem Web-Browser.
- Der Videoplayer verfügt über eine Steuerkonsole mit den Funktionalitäten Start, Pause, Anfang und Ende. Zusätzlich wird vom System noch ein Schieberegler für die einfache Navigation im Video bereitgestellt.
- Die Zusatzinformation wird ausschließlich in der Bedienungsoberfläche präsentiert und bietet nicht die Möglichkeit, durch die Aktivierung eines Verweises ein neues Browserfenster (ähnlich wie bei HyperFilm) zu öffnen.
- Die explizite Offenlegung der Hypervideo-Struktur im Präsentationssystem von VideoClix wird nicht vorgesehen, wodurch eine einfache und effektive Navigation innerhalb der Hyperstruktur nicht möglich ist.
- Die Aktivierung einer sensitiven Region wird mittels eines Klicks mit dem Mauszeiger auf ein gewünschtes Objekt im Videobild durchgeführt.
- Die Visualisierung von vermeintlichen sensitiven Regionen im Video ist für die Bedienungsoberfläche des Präsentationssystems nicht vorgesehen.
- Die einzige Möglichkeit, Informationen darüber zu erhalten, ob und wo sich eine sensitive Region als Ursprung eines Verweises befindet, ist die so genannte *Roll-Over* Funktion. Durch diese Funktion verändert sich der Mauszeigers im Videobild bei der Existenz einer sensitiven Region.
- Das Autorenwerkzeug von VideoClix bietet eine Fülle von Funktionalitäten an und umfasst damit den größten Bestandteil des gesamten Produktionsablaufs eines Hypervideo-Dokuments, vgl. Abbildung 26.
- Die Minimierung der kognitiven Belastung des Nutzers wird durch die Realisierung der Anforderung von räumlicher und zeitlicher Nähe zwischen Videodarstellung und Informationspräsentation innerhalb der Bedienungsoberfläche des VideoClix-Systems erzielt.
- VideoClix bietet die Möglichkeit, sensitive Regionen über Zeitparameter in einer laufenden Videosequenz zu definieren.

Bewertung:

Der Anwendungsbereich *Education*, der durch das VideoClix-System unter anderem adressiert wird und den hauptsächlichlichen Fokus der vorliegenden Arbeit betrifft, ist im Wesentlichen für den Einzelnutzer bestimmt und bietet in ähnlicher Form wie das HyperFilm-System keine Unterstützung für die Verwendung in einem verteilten Gruppenszenario. Auch hier müssten weitere Systemapplikationen hinzugezogen werden, um beispielsweise die geforderte Kommunikation zu realisieren. Die gesamten Daten des Hypervideo-Dokuments befinden sich, wie oben beschrieben, in der Video-Datei. Damit liegen die Videoinhalte nicht mehr separat von der Zusatzinformation und der Hypervideo-Struktur vor. Demzufolge kann die Hypervideo-Struktur nicht mehr getrennt vom Videoinhalt bearbeitet werden. Das bedeutet, dass das Anlegen einer neuen sensitiven Region sowie eines Verweises die interne

Filmstruktur betrifft und somit nur mit dem von VideoClix vorgegebenen Autorenwerkzeug durchgeführt werden kann.

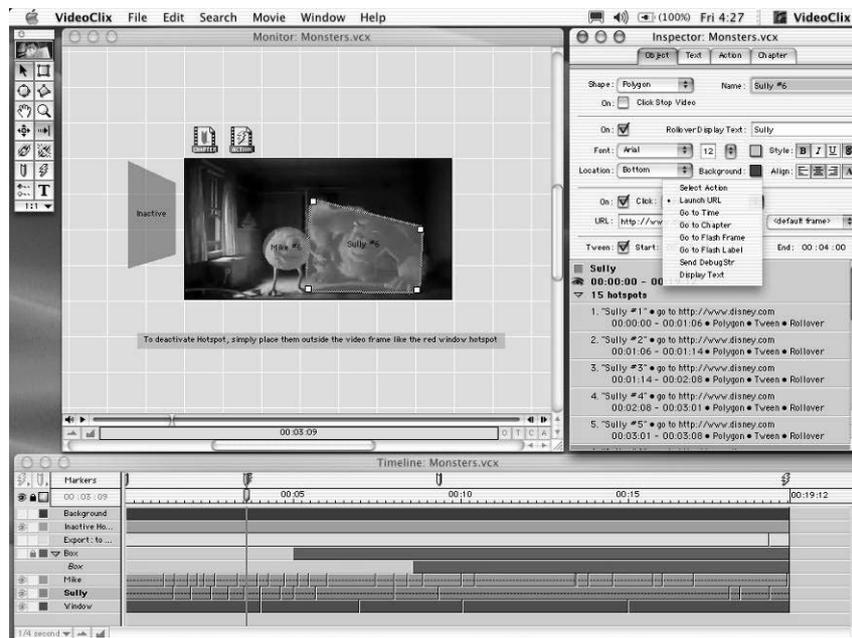


Abbildung 26: Autorenwerkzeug des VideoClix-Systems

4.1.3 „Hyper-Hitchcock“

Das Hyper-Hitchcock Projekt ist eine Entwicklung der Texas A&M University und des FX Palo Alto Laboratory, [ShGW03], [GWSB04]. Die Forschergruppe um Frank Shipman bezeichnet ihre Anwendung als „*simpler form of hypervideo*“ in der primär ganze Videosequenzen miteinander über eine nicht-lineare Struktur verknüpft werden. Damit folgt die Hyper-Hitchcock Umgebung in ihren Grundzügen dem Ansatz des Hypercafe-Systems [SaBS96], das auch primär die Verlinkung zwischen Videosequenzen vorsieht, vgl. dazu den Abschnitt 2.2. Zusätzlich kann eine vollständige Videosequenz auch mit einer Webseite verknüpft werden. Diese Verknüpfung kann allerdings nicht für einzelne Objekte in der Sequenz festgelegt werden.

Als Anwendungsbereich für das Projekt werden vorrangig nicht-lineare Lehrfilme genannt, die beispielsweise den Zusammenbau von technischen Gerätschaften filmisch dokumentieren. Zur Verwendung wird vorgeschlagen einen Hauptfilm zu erstellen, der das zu vermittelnde Wissen grob umfasst und somit den Rahmen der Thematik festlegt. An verschiedenen Stellen im Hauptfilm soll dann den Nutzern die Option gegeben werden, zu weiteren Videosequenzen zu verzweigen. Diese Videosequenzen können entsprechend detailliertere Informationen zu den verschiedenen Inhalten des Hauptfilms anbieten, was somit einer Form eines *Level-Of-Detail* Konzept entspricht. Ziel ist es, den Nutzer über die Interaktion mit der nicht-linearen Videostruktur selbst entscheiden zu lassen, welchen Detaillierungsgrad er für seinen Wissenserwerb benötigt. Mit diesem Konzept soll nach Meinung der Forschergruppe die benötigte Zeit bei der Betrachtung von Lehrfilmen reduziert werden. Ergebnisse aus Feldversuchsstudien, welche diese Annahme unterstützen, liegen allerdings hierzu nicht vor.

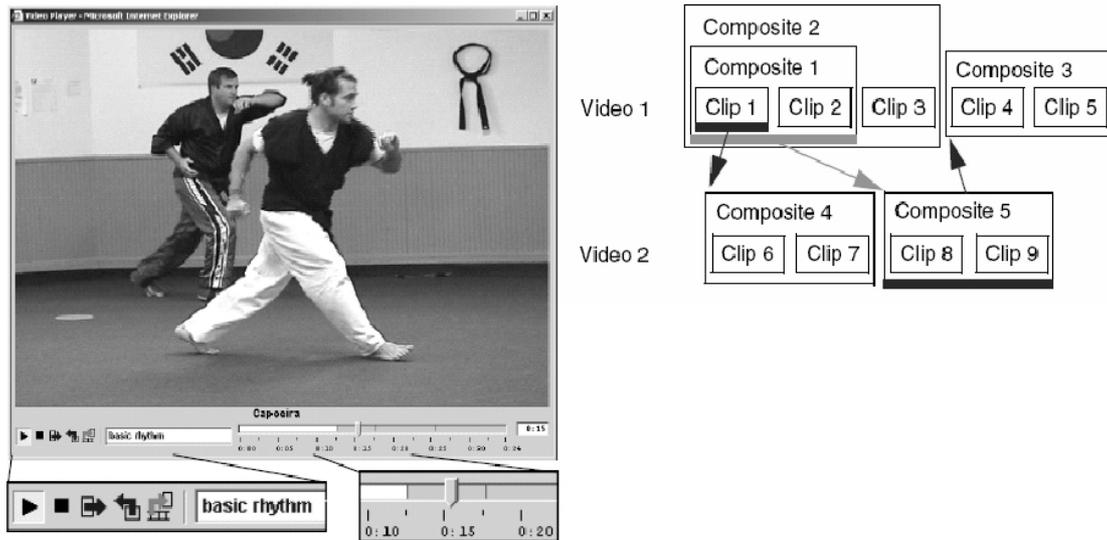


Abbildung 27: Hyper-Hitchcock [ShGW03]

Eigenschaften:

- Das Hyper-Hitchcock Projekt unterstützt die Bildung einer nicht-linearen Struktur zwischen Videosequenzen. Es stellt eine simplere Form der Hypervideo-Idee dar, da es keine Verlinkungen zwischen Videoobjekten innerhalb der Filmsequenzen zulässt.
- Authoring- und Präsentationswerkzeug sind voneinander getrennt. Somit kann der Nutzer während einer laufenden Präsentation keine eigenen Beiträge zu den Inhalten hinzufügen.
- Die Anwendung ist als *stand-alone* System konzipiert und bietet nicht die Möglichkeit, verteilt über ein Netzwerk genutzt zu werden.
- Es wird vorrangig der individuelle Wissenserwerb des Einzelnen adressiert. Der kooperative Wissenserwerb steht nicht im Fokus der Forschungsaktivitäten.
- Bei der Erstellung der Mensch-Maschine-Schnittstelle wurde großen Wert auf eine intuitive Benutzerführung gelegt.
- Die Aktivierung von Verzweigungen zu weiterführenden Videosequenzen oder Zusatzinformationen in Form von Webseiten geschieht ausschließlich in einem gesonderten Navigationsbereich. Damit wird eine direkte Interaktion mit den Inhalten im Videobild nicht unterstützt.
- Über die Zeitleiste unterhalb des Videobildes wird zusätzlich die Existenz einer Verzweigung visualisiert. Dabei kann pro Videosequenz nur eine Verzweigung zu einer weiteren Videosequenz, sowie zu einer Webseite definiert werden, vgl. dazu die Abbildung 27.
- Einzelne Videosequenzen können zur Verbesserung der Übersicht in einem Verbund (engl. *Composite*) zusammengefasst werden. Ein solcher Verbund kann auch mit weiteren Videosequenzen verlinkt werden, vgl. dazu Abbildung 27.

Bewertung:

Hyper-Hitchcock ist ein aktuelles Projekt und ist Gegenstand zukünftiger Forschungsarbeiten im Bereich der nicht-linearen Videopräsentation. Mit der Zielsetzung, eine simplere Hypervideo-Form zu entwickeln, liegt ein Schwerpunkt der Entwicklung auf einer intuitiven Bedienungsoberfläche, die ein Nutzer leicht verstehen und benutzen kann. Mit dem Fokus auf eine nicht-lineare Struktur die, einzelne Videosequenzen vernetzt, stehen für Hyper-Hitchcock audiovisuelle kontinuierliche Medien im Vordergrund ihrer Inhalte. Als Anwendungsbereich werden instruierende Lehrfilme genannt, die speziell für den individuellen Wissenserwerb des Einzelnen bestimmt sind und nicht kooperativ genutzt werden.

Videobjekte können mit Hyper-Hitchcock nicht als sensitiven Regionen definiert werden, was eine Einschränkung bzgl. des Detaillierungsgrads bedeutet. Die vom Hyper-Hitchcock erstellten Beispielfilme veranschaulichen aber, dass für verschiedene nicht-lineare Lehrfilme dieser geringere Detaillierungsgrad ausreichend ist und das eigentliche Potential in der Nutzerinteraktion mit der nicht-linearen Videostruktur liegt. Aus dem Lösungsansatz, ganze Videosequenzen zu verlinken, resultiert einerseits ein geringerer technischer Aufwand zur Umsetzung des Konzepts, beschränkt aber andererseits die Anwendungsmöglichkeit in Bezug auf die direkte Interaktion mit Videobjekten.

4.1.4 „HyperSoap“

Das System HyperSoap [BDCA00] ist ein nicht kommerzielles System, das am MIT (Massachusetts Institute of Technology) zu Forschungszwecken entwickelt wurde. Wie der Name bereits andeutet, besteht der eigentliche Filminhalt aus einer *Soap Opera*, die mit Hypervideo-Links versehen wurde. Das HyperSoap-System war ein wesentlicher Schritt für die Entwicklung von hyperlinked Video, respektive Hypervideo-Strukturen und stellte bereits vor einigen Jahren das Nutzungspotential einer nicht-linearen Informationsstruktur, bestehend aus Videoinhalt und Zusatzinformation, für den Bereich Electronic Commerce vor. Systeme wie VideoClix oder HyperFilm sind zwar hinsichtlich der verwendeten Tracking-Algorithmen im Vergleich zu HyperSoap weniger leistungsstark, dafür sind sie für den Einsatz im Internet geeignet, welcher jedoch einige Einschränkungen mit sich bringt. Zur kommerziellen Verwendung von HyperSoap wurde ein Spin-Off mit dem Namen *Watchpoint* gegründet. Dieses Unternehmen ermöglicht den Einsatz des HyperSoap-Konzepts im Bereich von E-Commerce Anwendungen auf Set-Top-Boxen.



Abbildung 28: Interaktion des Betrachters im HyperSoap-System [BDCA00]

Eigenschaften:

- Die Präsentationsplattform des Systems ist nicht für das Internet konzipiert, sondern simuliert eher ein zukünftiges Heimkinoszenario.
- Das Demosystem besteht aus DVD-Player, Videoprojektor, Leinwand und einem Laser-Pointer für Benutzereingaben.
- Mittels des Laser-Pointers können einzelne Objekte auf der Leinwand selektiert werden, die dadurch Informationen zu sich preisgeben.
- Die angeforderte Zusatzinformation wird direkt in das Videobild eingeblendet, vgl. Abbildung 28.
- Das von HyperSoap verwendete Autorensystem verfügt über ein äußerst leistungsstarkes Tracking-Verfahren zur Generierung der sensitiven Regionen.

Bewertung:

Auch wenn HyperSoap vorrangig den Anwendungsbereich von Unterhaltungssendungen im Fernsehen adressiert und hier den Schwerpunkt E-Commerce fokussiert, so ist dieses System dennoch an dieser Stelle erwähnenswert, da es viele innovative Ideen speziell im Bereich des Autorenprozesses sowie der Visualisierung der sensitiven Regionen beinhaltet.

Prinzipiell verfolgt HyperSoap den Ansatz der „video footnotes“ nach [Lies94], da nicht zwischen einzelnen Videoszenen gesprungen werden kann. Weiterhin werden hoch qualitative Videoinhalte gezeigt, etwas das für das Internet gegenwärtig nicht zu realisieren ist, aber für die Zukunft mögliche Perspektiven aufweist. Das Experimentieren mit qualitativ hochwertigen Videoinhalten hat auch dazugeführt, dass Zusatzinformationen direkt auf dem Videobild positioniert sind. Weiterhin ist die Qualität der Visualisierung der sensitiven Region sehr hoch und damit aufwendig. Dies wird durch das Autorenwerkzeug des HyperSoap-Systems ermöglicht, das Objekte auf der Basis ihrer Konturen visualisieren kann, vgl. [BDCA00]. Auch wenn der technische Aufwand angesichts dieser Genauigkeit in Bezug auf die sensitiven Regionen entsprechend groß ist, werden hier bereits Möglichkeiten gezeigt, die in der Zukunft auch durch Übertragungsmedien wie das Internet unterstützt werden könnten.

4.1.5 „VisualShock MOVIE“

Das von der New Business Development Group der Mitsubishi America Inc. entwickelte VISUAL SHOCK MOVIE (VSM) System [Mits00] ist eine internetbasierte Plattform für interaktives Video. Mitsubishi America Inc. veröffentlichte 1998 die erste Version des Systems VisualShock MOVIE. Das System besteht aus einem Autorenwerkzeug zum Erstellen der Hypervideo-Struktur für das zu verwendende Video (Movie Map Editor) und der zur Präsentation benötigten Software. Es wird ausschließlich das Windows-Betriebssystem unterstützt. Als Alternative stehen für die Präsentationsumgebung entweder ein Netscape-Plugin oder ein Active-X Control zur Verfügung. Wird das Active-X Control verwendet, so kann die Präsentation zusätzlich in einem Active-X kompatiblen Programm, wie beispielsweise PowerPoint, stattfinden. Das System unterstützt gängige Videoformate und bietet mittels des Image Map Converter die Möglichkeit, die erzeugten Objektinformationen für das Streaming-Format von Real Networks nutzbar zu machen.



Abbildung 29: Bedienungsfläche des VisualShock Movie Systems [Mits00]

Eigenschaften:

- Der Anwendungsbereich von VisualShock Movie richtet sich an die Produktvermarktung auf der Basis von vorhandenen digitalen Videosequenzen.
- Als Übertragungsmedium kommt neben CD-ROMs und DVDs auch das Internet und somit das WWW in Frage.
- Die Verknüpfung von Videoobjekten mit Zusatzinformation ist ein Schwerpunkt des VisualShock Movie Systems.
- Die Systemarchitektur des VisualShock Movie Systems basiert auf einer Web-Server Umgebung.
- Die Bedienungsfläche des Präsentationssystems wird in eine Web-Browser Umgebung integriert und nutzt zur Aufteilung Frames.
- Die Aufteilung der Oberfläche lässt sich aus drei grundsätzlichen Konfigurationen auswählen, wobei die primäre Aufteilung den Videoplayer mit Steuerkonsole auf der linken Seite und die Präsentation der Zusatzinformation auf der rechten Seite vorsieht, vgl. Abbildung 29.
- Die Video-Steuerkonsole beinhaltet die Funktionalitäten *Play*, *Stop* und *Pause*.
- Ein großer Vorteil des Videoplayers ist die Visualisierung der dynamischen sensitiven Regionen, wahlweise durch ein Rechteck (vgl. Abbildung 29) oder durch einen Kreis.

- Ob diese Visualisierung während der Präsentation aktiviert sein soll oder nicht, entscheidet der Autor des Hypervideo-Dokuments.
- Die Auswahl der im Videobild angebotenen Verweise geschieht einzig und allein durch das Anklicken der sensitiven Region mittels des Mauszeigers.
- Eine Offenlegung der Hypervideostruktur ist durch das VisualShock Movie System nicht vorgesehen.
- Das Autorenwerkzeug des VisualShock Movie Systems beinhaltet viele nützliche Funktionen zur Erstellung einer Hypervideo-Struktur, siehe dazu die Bedienungsoberfläche in Abbildung 30.
- Mit dem Autorenwerkzeug lässt sich neben der Festlegung des Layouts der Bedienungsoberfläche auch die Visualisierung jeder einzelnen sensitiven Region explizit gestalten.
- Das Ergebnis des Autorenprozesses wird in einer separaten Datei abgespeichert und gleichzeitig als Projektdatei für eine spätere Modifikation des Hypervideo-Dokuments wieder in das Autorenwerkzeug eingelesen. Dadurch werden die Videoinhalte, in denen sensitive Regionen als Annotationen definiert sind, vom System nicht verändert.



Abbildung 30: Autorenwerkzeug des VisualShock Movie Systems [Mits00]

Bewertung:

Ein Nachteil des VisualShock Movie Systems ist, dass der Nutzer keinen Einfluss auf die Visualisierung der sensitiven Regionen hat. Ein weiterer Nachteil des Systems ist die Steuerkonsole und die mit dieser einhergehenden, nicht ausreichenden Funktionalitäten. Die Anforderung aus Abschnitt 3.2.1 nach einer angemessenen Interaktion mit dem Medium Video, das eine nicht-lineare Nutzung des Filmmaterials in Hinblick auf den Wissenserwerb ermöglichen soll, wird durch dieses Präsentationssystem nicht erfüllt.

Das VisualShock Movie System ist wie die bisherigen Systeme primär für die Einzelnutzung ausgelegt. Weiterhin ist die Präsentation nicht dafür bestimmt, die Nutzer selbst Annotationen und somit Veränderungen des Informationsraums durchführen zu lassen. Als ein Vorteil wird hier die Speicherung der Hypervideo-Struktur separat von den annotierbaren Videoinhalten in einer eigens dafür erstellten Datei gewertet. Damit kann die Hypervideo-Struktur leicht erweitert bzw. modifiziert werden, ohne direkt in das Video eingreifen zu müssen. Ein Nachteil im Vergleich zum HyperFilm System ist die nichtvorhandene Offenlegung der Hypervideo-Struktur und die damit verbundene Option der indirekten Aktivierung von im Video befindlichen Verweisen. Auf Grund der separaten Speicherung von Hypervideo-Struktur und Videoinhalten wäre die Umsetzung einer derartigen Option ein großer Gewinn für diese Anwendung.

4.1.6 „DEBORA“

Eine Applikation, die den kooperativen Wissenserwerb auf der Basis von multimedialen Inhalten fördert und den Gruppenteilnehmern die Option gibt, die Präsentationsinhalte durch eigene Annotationen zu erweitern, ist das System DEBORA [NPDL00]. Der Unterschied zwischen DEBORA und den bisher betrachteten Systemen ist die Verwendung von Einzelbildern anstelle von Videos. Auch wenn das DEBORA-System Einzelbilder als Schwerpunkt ihre Applikation verwendet, so weist es dennoch viele Parallelen zu Hypervideo-Systemen auf und stellt Konzepte bzgl. der Anforderungen aus Kapitel 3 vor, die für die Entwicklung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung von Relevanz sind.

DEBORA ist ein von der EU im Programm „Telematics for Libraries“ gefördertes Projekt. Das Ziel von DEBORA ist es, die kooperative Arbeit mit digitalen Bibliotheken innerhalb eines Gruppenszenarios zu unterstützen. Der Anwendungsbereich adressiert dabei vorrangig Schriften und Bücher aus der Renaissance. Diese Schriften und Bücher liegen in einer digitalisierten Form vor. Das DEBORA-System basiert auf einer Server-Client Architektur, die zur Speicherung der Inhalte eine zentralisierte Datenbank verwendet. Durch den Einsatz digitaler Bibliotheken wird auch verteilten Gruppen über ein Datennetz, wie dem Internet, die Zusammenarbeit im Bezug auf Kooperation und Kommunikation ermöglicht. Die Grundidee ist es, den Nutzern dieser Bibliothek eine Plattform bereitzustellen, mit der sie ihr Wissen mit anderen teilen können. Mit traditionellen Bibliotheken ist diese Idee nach [NPDL00] nur schwer umzusetzen.

Die digitalisierten Schriften und Bücher liegen innerhalb der Systemumgebung als Einzelbilder vor. Jede Seite wurde dabei als hochauflösendes Foto digitalisiert, das jedes Detail in Bezug auf Farbe und Form wiedergibt, vgl. die Bedienungsoberfläche in Abbildung 31. Eine Hauptfunktionalität von DEBORA ist es, den Nutzern während der Präsentation der Schriften und Bücher die Möglichkeit zu geben, verschiedene Bereiche in den Einzelbildern mit Annotationen zu hinterlegen. Hieraus entsteht ähnlich einem Hypervideo-Dokument eine Hyperstruktur, die als zentrales Medienobjekt fotorealistische Buchseiten verwendet. Durch die Funktion der Annotation ist es dem Nutzer möglich, sein eigenes Wissen in die Präsentation einzubinden. Annotationen werden ähnlich dem VisualShock Movie System mit Rechtecken, deren Farbe frei wählbar ist, im Einzelbild versehen. Zusätzlich kann der Bereich, den die Annotation im Einzelbild einnimmt, mit Filter-Funktionen aus der Bildbearbeitung beeinflusst werden. Es können die Helligkeit, der Zoomfaktor, der Kontrast sowie die Schärfe der entsprechenden sensitiven Regionen so bearbeitet werden, dass der Bereich im Einzelbild für den Nutzer visuell aufbereitet wird.

Die Kooperation von verteilten Gruppen wird dadurch gefördert, dass die Annotationen eines einzelnen Nutzers den anderen Teilnehmern zugänglich gemacht werden. Damit kann ein Nutzer sein Wissen mit anderen teilen.

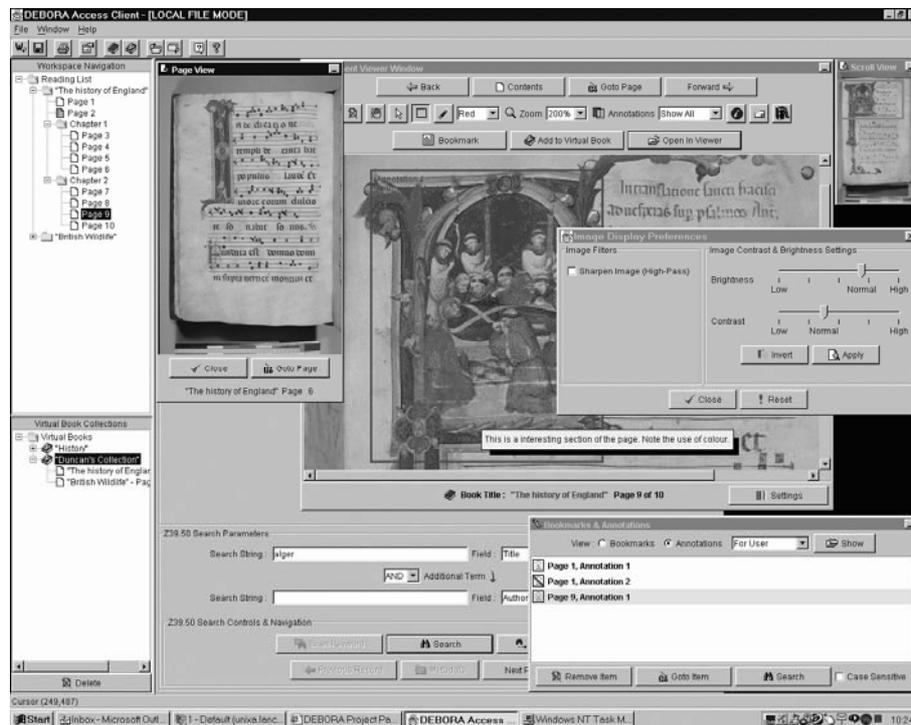


Abbildung 31: Bedienungsfläche des DEBORA Systems [NPD00]

Bewertung:

Aus dieser Betrachtung kann zusammenfassend gesagt werden, dass die Grundidee der Kooperation des DEBORA Systems aus der Sicht der Nutzer durch die Annotationen realisiert wird. Die kooperative Erstellung eines Virtual Book stellt eine Form des kooperativen Wissenserwerbs mit Hyperstrukturen dar, deren Vorteile bereits im Abschnitt 2.1.5 ausführlich diskutiert wurden. Aus technischer Sicht sieht die Systemarchitektur eine zentralisierte Datenverwaltung vor, in der die digitalisierten Schriften und Bücher von den Annotationen und somit auch von der Hyperstruktur separat gespeichert werden. Damit bleiben die digitalisierten Daten innerhalb der Hyperstruktur unverändert.

Das DEBORA-System wurde in einer Feldversuchsstudie erfolgreich getestet. Die Nutzer beurteilten generell die Funktionalität der kooperativen Annotation sowie die Erstellung von Virtual Books als die wesentlichen Vorzüge des Systems. Weiterhin wurden auch die Funktionen der Bildbearbeitung als ein wesentlicher Vorteil genannt. Interessant im Kontext dieser Arbeit war die Aussage, dass die Nutzer die asynchrone Kooperation der synchronen Kooperation vorziehen würden. Weiterhin erschien es wichtig, dass eine Bedienungsfläche zur Präsentation der Inhalte der digitalen Bibliothek auch gleichzeitig das Annotieren der Schriften und Bücher beinhalten sollte. Damit wurde eine Forderung formuliert, dass neben der Präsentation auch das Authoring ein Teil der Bedienungsfläche sein soll, mit dem Ziel, eine effektive Arbeitsumgebung für die Nutzer zu schaffen, in der sie nicht zwischen verschiedenen Applikationen hin und her wechseln müssen.

4.1.7 „MRAS“

Am Microsoft Research Institute beschäftigt sich die Forschergruppe um David Bargeron mit Thematiken der Annotation von multimedialen Inhalten innerhalb eines kooperativen Szenarios und hat hierzu das System MRAS (Microsoft Research Annotation System) entwickelt [BGG01]. Damit soll die asynchrone Kooperation und Kommunikation zwischen Gruppenteilnehmern unterstützt werden. Der Präsentationsschwerpunkt der multimedialen Inhalte adressiert vorrangig den kontinuierlichen Medientyp Video. Bargeron et al. verweisen auf das große Potential, das in dem Bereich der Kommunikation und Kooperation mit multimedialen Inhalten liegt [BaGr01]. In ähnlicher Weise wie das DEBORA System kann hier der Nutzer einer videobasierten Präsentation eigene Annotationen in die Präsentation einbringen und über diese sein Wissen mit anderen in einer kooperativen Umgebung teilen. Das Anwendungsgebiet des Systems adressiert den Bereich des kooperativen Wissenserwerbs mit bereits vorliegenden digitalen Videoinhalten.

Das MRAS-System basiert auf einer Client-Server Architektur. Primär besitzt der Client Zugriff auf einen Videosever für die zu präsentierenden Videosequenzen, sowie einen Web Server für weiterführende Zusatzinformationen, einen Email-Server und einen Annotation-Server, der das Erzeugen neuer Annotationen sowie den Zugriff auf bereits vorhandene Annotationen gewährleistet. Während der Präsentation des Videos kann zeitsynchrone Zusatzinformation, beispielsweise in der Form einer PowerPoint Präsentation, dargestellt werden. Damit wird ein lokales Szenario, in dem ein Lehrer über ein Thema referiert und zeitgleich einen unterstützenden Foliensatz präsentiert, nachempfunden, vgl. dazu die Abbildung 32.

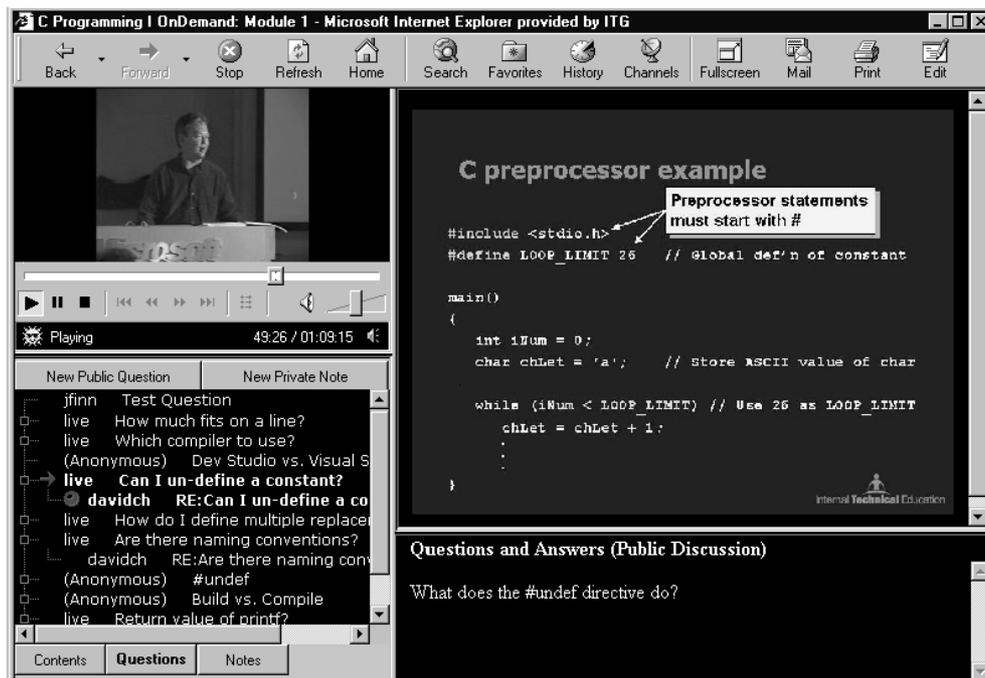


Abbildung 32: Bedienungsoberfläche des MRAS System [BGG01]

Eigenschaften:

- Generell bieten Annotationen im MRAS-System dem Nutzer die Möglichkeit, bestimmte Zeitpunkte in einer Videosequenz mit eigenen Kommentaren zu verbinden. Der Medientyp Kommentar ist entweder ein Text oder eine gesprochene Audioaufnahme.

- Im Gegensatz zu den bisher betrachteten Hypervideo-Systemen bietet MRAS nicht die Möglichkeit, Objekte in einem Video zu referenzieren.
- Eine Verknüpfung zwischen einem Text oder einer Audioaufnahme als Annotation mit dem Videoinhalt ist nur mit einem definierten Zeitpunkt und somit einem Einzelbild innerhalb einer Videosequenz erlaubt.
- Die Präsentation von vorhandenen Annotationen zu einer Videosequenz wird in einem separaten Bereich der Bedienungsoberfläche dargestellt und ist vergleichbar mit der Link Table des HyperFilm-Systems.
- Die Videosequenz verbleibt dabei in einem Pause-Zustand, um einem Nutzer die benötigte Zeit zu geben, die angeforderte Annotation aufnehmen zu können.
- Diejenige Annotation, deren definierter Zeitpunkt am nächsten mit dem aktuellen Zeitpunkt der Videopräsentation zusammenfällt, wird in der Übersicht der Annotationen speziell visuell gekennzeichnet, vgl. Abbildung 32.
- Das MRAS-System bietet den Vorteil, den Zugriff auf Annotationen als „New Public Question“ oder als „New Private Note“ zu klassifizieren. Damit kann ein Nutzer Annotationen im Präsentationsinhalt erstellen, auf die nur er zugreifen kann.
- Die Zusatzinformation, die durch den Autor der Präsentation zusätzlich synchron angeboten wird, ist von der Annotation und somit der Kommunikation der Gruppenteilnehmer getrennt.

Bewertung:

Im Rahmen der Problemstellung dieser Arbeit hat das MRAS System den Nachteil, nur die Kommunikation und somit den Dialog zwischen den Teilnehmern zu unterstützen. Die Definition eigener Zusatzinformation und die damit verbundene Verknüpfung mit einer Videosequenz sind in dieser Applikation nicht möglich. Diesbezüglich wird zwischen Autor und Nutzer der Präsentation sowohl räumlich als auch zeitlich eine Unterscheidung getroffen. Allerdings soll zur Verteidigung des Systems an dieser Stelle gesagt werden, dass der Anwendungsbereich ein Schüler-Lehrer Szenario adressiert, in dem die Veränderung der Präsentationsinhalte durch die Schüler häufig nicht erwünscht ist.

Zusammenfassend kann damit die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Stärken des MRAS-Systems primär im Bereich der Unterstützung der Annotation von Kommentaren in einem verteilten Gruppenszenario liegen.

4.2 Diskussion der Analyse

In den vorherigen Abschnitten wurden verschiedene Systeme im Kontext einer kooperativen Hypervideo-Umgebung betrachtet. Der Schwerpunkt der Analyse lag dabei auf der Beschreibung der Systemfunktionalitäten. Auf Grund der Forderung, ein Konzept aus Sicht eines Nutzer-orientierten Ansatzes zu entwickeln, wurden insbesondere den Bedienungsoberflächen der Präsentation und den Autorenwerkzeugen Aufmerksamkeit gewidmet. Hierzu wurde auf die Vorteile und die Mängel der Systemkonzepte in Relation zu den identifizierten Anforderungen aus Kapitel 3 detailliert eingegangen. In den folgenden Abschnitten sollen die jeweiligen Einzelbetrachtungen der Systeme in einem Zusammenhang

gebracht werden. Es werden wichtige Gemeinsamkeiten beschrieben, sowie die Unterschiede der Systeme zueinander diskutiert.

4.2.1 Gemeinsamkeiten der betrachteten Systeme

Bei allen hier betrachteten Systemumgebungen stellt das Themengebiet Wissenserwerb einen vorrangigen Anwendungsbereich dar. Diesbezüglich lassen sich in jedem System Funktionen und Eigenschaften wiederfinden, welche die Aufnahme des zu vermittelnden Wissens fördern. So bieten alle videobasierten Ansätze eine Steuerkonsole, mit der ein direkter Einfluss auf die Darstellung und somit das Ablaufverhalten der jeweiligen Videosequenz genommen werden kann. Die Notwendigkeit, mittels einer Steuerkonsole die Videopräsentation in ihrer Linearität zu durchbrechen, ist bereits im Abschnitt 3.2.1 ausführlich durch die Arbeiten von Zollman und Fuller [ZoFu94] beschrieben worden. Auch wenn die Steuerkonsolen in der Analyse Unterschiede bzgl. ihrer Funktionen aufweisen, so tragen sie doch alle zu einem großen Anteil dazu bei, dass die Wissensvermittlung über den Informationsträger Video ermöglicht werden kann. Eine der herausragenden Eigenschaften ist dabei das freie Navigieren innerhalb des digitalen Films, das speziell bei den Systemen HyperFilm und MRAS ausgeprägt ist.

Die Organisation der Informationseinheiten ist bei allen Systemen durch das Anlegen von Hyperstrukturen realisiert. Der generelle Vorteil dieser Art der Verwaltung von Daten ist ein effektiver und schneller Zugriffmechanismus. Außer bei dem System DEBORA, das statt der Verwendung von digitalem Filmmaterial Einzelbilder in einer hochauflösenden Qualität nutzt, ist das kontinuierliche Medium Video der zentrale Informationsträger. Damit bieten diese Systeme prinzipiell die Möglichkeit, Videoinhalte als Ursprungsknoten innerhalb der Hypervideo-Struktur zu definieren. Aus einer rein technisch motivierten Perspektive setzt sich demnach die Hyperstruktur aus Verweisen und Knoten zusammen, wobei die Knoten einen kontinuierlichen oder diskreten Ursprung besitzen können. Der Präsentationsrahmen wird primär durch die Videoinhalte aufgespannt. Die verwendeten Hypervideo-Strukturen favorisieren Verweise vom Typ Video-zu-Text. Auch die Hierarchietiefe der Hypervideo-Dokumente zeigt tendenziell ein Zwei-Ebenen Schema auf. Die erste Ebene ist den Videoinhalten vorbehalten, die zweite Ebene bilden die so genannten Zusatzinformationen. Von ihnen führen häufig keine weiteren Verzweigungen ab und sie definieren somit die Dokumentengrenze als so genannte „leaf nodes“ (Endknoten) innerhalb der Hypervideo-Struktur, vgl. dazu [Fiel94].

Um eine möglichst große Verbreitung zu erlangen, wird von allen Systemen, mit Ausnahme von HyperSoap, das Internet als Übertragungsmedium adressiert. Damit wird neben der Realisierung von stand-alone Lösungsansätzen primär eine Client-Server Architektur in Verbindung mit der Informationsverbreitung etabliert. Die Bedienungsfläche der Systeme HyperFilm, VideoClix, VisualShock Movie und MRAS sind zudem in einer WWW-Browser Umgebung eingebettet. Die Adressierung der einzelnen Informationseinheiten kann dadurch mit Hilfe von URLs einfach durchgeführt werden. Die Einbindung des Clients innerhalb einer WWW-Browser Umgebung bietet zudem den Vorteil, dass die Dekodierung beispielsweise einer digitalen Videosequenz vollständig in den Bereich des Web-Browsers fällt. Durch die Installation von Plug-Ins in einen Browser können neue Codecs zur Visualisierung neuer Formate eingefügt werden, ohne die Hypervideo-Struktur gesondert behandeln zu müssen. Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein der benötigten Plug-Ins. Bei dem Einsatz unterschiedlicher Betriebssysteme kann es dabei zu Problemen kommen, wenn Plug-Ins nur für spezielle Systemumgebungen verfügbar sind.

4.2.2 Unterschiede der betrachteten Systeme

Ein Unterschied zwischen den einzelnen Lösungsansätzen der hier betrachteten Systeme ist die Verwendung ungleicher Verweisformen. Damit verbunden ist der Detaillierungsgrad, mit dem Details in einer Videosequenz referenziert werden können. Bei dem System HyperFilm kann zwar ein Objekt innerhalb einer Videosequenz zu einem bestimmten Zeitpunkt als eine sensitive Region belegt werden, dies jedoch nur innerhalb eines Einzelbilds. Eine sensitive Region, die über einen bestimmten Zeitraum definiert ist, kann mit diesem System nicht realisiert werden. Das MRAS-System kann Verweise auf Texte oder Audioaufnahmen, die hier als Annotation bezeichnet werden, nur mit einem gesamten Einzelbild als Ursprung definieren. Dementsprechend sinkt der Detaillierungsgrad.

Verweise auf sich frei bewegende Objekte im Video erlauben die Systeme VideoClix, HyperSoap und VisualShock MOVIE. Der technische Aufwand dieser Systeme in Bezug auf die Realisierung einer derartigen Verweisform ist im Vergleich zu den anderen Systemen entsprechend höher einzustufen. Dies zeigt sich vor allem bei der Erzeugung der sensitiven Region, die als Anker in dem kontinuierlichen Medientyp Video definiert wird.

Alle Systeme, die frei bewegliche sensitive Regionen im Video unterstützen, bieten unterschiedliche Autorenwerkzeuge für diese Aufgaben an. So verfügt HyperSoap über eine sehr leistungsfähige Tracking-Methode zur Erstellung von sensitiven Regionen auf der Basis eines Segmentierungsverfahrens. Damit wird die Erstellung von sensitiven Regionen optimiert. Das System VideoClix bietet in seiner Autorenumgebung in ähnlicher Weise wie das VisualShock MOVIE System eine halbautomatische Tracking-Methode an. Hierbei entscheidet der Autor im Wesentlichen, wo sich eine sensitive Region in einer Videosequenz über einen bestimmten Zeitraum befindet. Auch wenn dieses Verfahren mehr Arbeit vom Autor verlangt, so ist es robuster gegenüber einer Verdeckung eines Objektes, einer sprunghaften Positionsveränderung des Objektes sowie der Änderung in Form, Größe und Farbgebung. Die Frage, ob der Aufwand aus der Sicht eines Autors bzgl. der Erstellung von sensitiven Regionen einfacher mit automatischen oder halbautomatischen Tracking-Methoden zu bewerkstelligen ist, kann an dieser Stelle nicht eindeutig beantwortet werden.

Aus der Sicht des Nutzers besteht ein sehr großer Unterschied in den Visualisierungsmethoden von sensitiven Regionen innerhalb einer Videosequenz. Das Spektrum der Visualisierungsmethoden reicht dabei von einem minimalen Ansatz (vgl. VideoClix) bis hin zu einem komplexen Ansatz (HyperSoap). Sensitive Regionen werden im Videobild vorrangig durch Kreise oder Rechtecke repräsentiert, vgl. dazu HyperFilm, VisualShock MOVIE und DEBORA. Auf Grund seiner leistungsstarken Autorenwerkzeuge bietet HyperSoap die Möglichkeit, die Konturen der Objekte im Videobild farblich zu hinterlegen und die sich daraus ergebenden Flächen einzufärben. VideoClix indessen zeigt die Existenz einer sensitiven Region nur durch eine Veränderung des Mauszeigers an, wenn dieser über ein aktivierbares Objekt im Videobild positioniert ist. Generell bieten nur die Systeme HyperSoap und VisualShock MOVIE die Eigenschaft, freibewegliche sensitive Regionen im laufenden Video zu visualisieren.

Weiterhin lässt sich ein Unterschied in der Art und Weise der Verwaltung der gesamten Daten, aus dem ein Hypervideo-Dokument besteht, finden. Systeme wie HyperFilm, HyperSoap, DEBORA, MRAS und VisualShock MOVIE favorisieren eine separate Speicherung der Informationseinheiten von der Hyperstruktur. Somit wird die Definition von sensitiven Regionen und Verweisen getrennt gehalten. Die Videostruktur wird nicht verändert und standardisierte Kodierungsalgorithmen können weiter zur Enkodierung und Dekodierung verwendet werden. Auch die Erweiterung bzw. Modifikation der Hypervideo-Struktur hat keinen direkten Einfluss auf die Struktur der Videoinhalte innerhalb eines Hypervideo-Dokuments. Eine Ausnahme dieser Verwaltung der Informationsinhalte stellt das System

VideoClix dar. Hier werden alle Informationsinhalte sowie die verwendete Hyperstruktur in einer einzigen Datei abgelegt. Zusatzinformationen können aber als Referenzen in Form von URL-Adressen angegeben werden. Eine Erweiterung bzw. Modifikation des Hypervideo-Dokuments kann nur mit dem speziell von VideoClix entwickelten Autorenwerkzeug durchgeführt werden. Auf Grund des kooperativen Ansatzes verwenden die Systeme DEBORA und MRAS für die separate Speicherung der Inhalte Datenbanken. Dies unterstützt eine zentralisierte Datenverwaltung und minimiert gleichzeitig das Problem von Inkonsistenzen bzgl. der Daten durch die Benutzung innerhalb eines Gruppenszenarios.

Die Art, wie ein Nutzer Verweise, die Details im Video referenzieren, verfolgen kann, ist ein weiterer Punkt in dem sich die hier betrachteten Systeme unterscheiden. Grundsätzlich kann die Aktivierung eines Verweises direkt oder indirekt geschehen. Direkt bedeutet in diesem Kontext die Aktivierung eines Verweises durch das Anklicken einer sensitiven Region mit dem Mauszeiger, sei sie nur im Videobild visualisiert oder nicht. Eine indirekte Aktivierung wird über ein Auswahlfenster realisiert, das alle möglichen Verweise in einem Überblick darstellt. Die direkte Aktivierung wird durch die Systeme VideoClix, VisualShock MOVIE, HyperSoap und DEBORA ermöglicht. Dabei verwendet HyperSoap als Eingabegerät anstelle der üblichen Maus einen Laser-Pointer. Das System HyperFilm bietet die Verfolgung und somit die Aktivierung der Verweise nur über ein Auswahlfenster, der Link Table, an. In ähnlicher Form geschieht dies im MRAS-System.

4.2.3 Probleme und Kritik

Bei der Analyse der hier betrachteten existierenden Systeme sind verschiedene Mängel identifiziert worden. Diese Mängel stehen in direkter Relation zu den formulierten Anforderungen aus dem Kapitel 3. Im Folgenden sollen diese Mängel im Rahmen einer Diskussion detailliert besprochen werden. Dies bildet eine wichtige Grundlage bei der Entwicklung eines Konzepts einer kooperativen Hypervideo-Umgebung zur Förderung des Wissenserwerbs in einem verteilten Gruppenszenario.

Ein wesentlicher Kritikpunkt an existierenden Hypervideo-Systemen ist die fehlende Unterstützung eines kooperativen Szenarios. Alle im Rahmen dieses Kapitels analysierten Hypervideo-Systeme sind primär auf die Verwendung durch nur einen Nutzer ausgelegt. Zusätzlich sind die Systeme vorrangig auf die interaktive Präsentation der nicht-linearen Hypervideo-Struktur ausgerichtet. Demzufolge besitzt ein Nutzer nicht die Möglichkeit, eigenständig die Präsentation bzgl. der Inhalte mittels eigener Information zu erweitern.

Systeme wie DEBORA und MRAS bieten zwar Funktionalitäten für die Realisierung einer kooperativen Umgebung, sind aber keine Hypervideo-Systeme im Sinne der Definition aus dem Abschnitt 2.2.3. Diese Systeme basieren auf Lösungsansätzen, die für die Entwicklung eines hypervideobasierten kooperativen Ansatzes durchaus von Nutzen sein können. DEBORA besitzt eine Bedienungs Oberfläche, die sowohl eine Präsentationsumgebung, als auch ein Autorenwerkzeug beinhaltet. Der Nutzer ist nicht gezwungen, zwischen verschiedenen Applikationen zu wechseln, was in einer für dieses System durchgeführten Feldversuchsstudie als äußerst positiv bewertet wurde. MRAS zeigt ein Konzept speziell für den Austausch und die Aufnahme von Kommunikationsbeiträgen auf der Basis von Annotationen.

Der Mangel an Unterstützung von kooperativen Szenarien ist zum Teil durch die Datenhaltung begründet. Ein Teilansatz der Problemstellung aus Kapitel 1 besteht darin, dass Gruppenteilnehmer in einem verteilten Szenario nicht nur Wissen aufnehmen, sondern auch Wissen mit anderen austauschen können. Dies kann auf verschiedenen Wegen, wie beispielsweise durch einen Kommunikationskanal im MRAS-System, geschehen. Eine

zentralisierte Datenverwaltung ist somit aus Gründen der Inkonsistenz eine Voraussetzung für eine kooperative Datenhaltung, damit neue Beiträge eines Einzelnen die anderen Teilnehmer der Gruppe schnell und effektiv erreichen. Ein möglicher Lösungsansatz wäre hierzu die Etablierung eines Datenbanksystems, das immer den aktuellen Status der jeweiligen Hypervideo-Dokumente beinhaltet. Das DEBORA-System zeigt hierzu ein Konzept einer digitalisierten Bibliothek, um den Zugriff auf Informationen durch eine Gruppe realisieren zu können.

Die Anforderungsanalyse hat die Notwendigkeit der Offenlegung der Hypervideo-Struktur dargelegt, um die kognitive Belastung in Bezug auf die Orientierung des Nutzers innerhalb des Informationsraums zu unterstützen. Die Offenlegung der Hypervideo-Struktur wird nur durch den Ansatz des HyperFilm-Systems realisiert. HyperSoap, VideoClix und VisualShock MOVIE bieten diesbezüglich keine Konzepte an, die einer Desorientierung innerhalb der Hyperstruktur entgegenwirken. Auf Grund der Verweisform des HyperFilm-Systems ist es aber fraglich, ob diese Applikation überhaupt zu den Hypervideo-Systemen gezählt werden kann, da es die Aktivierung der Verweise ausschließlich in einem abgesonderten Auswahl-Fenster ermöglicht. Weiterhin können sensitive Regionen immer nur in einem Einzelbild einer Videosequenz definiert werden, die Visualisierung der sensitiven Regionen in einem laufenden Videobild ist nicht möglich.

Die Konzepte zur Visualisierung der sensitiven Regionen aller hier analysierten Hypervideo-Systeme zeigen Mängel in Bezug auf ihre Verwendbarkeit im Kontext des Wissenserwerbs. Die Anforderung aus Abschnitt 3.2.2 bezieht sich auf die Visualisierungsaspekte von sensitiven Regionen. Es ist nachvollziehbar, dass die Visualisierung der sensitiven Regionen die Videoinhalte bei der Präsentation verfälschen können. Durch die Verdeckung von Details kann die Aussagekraft eines Videos inhaltlich gestört werden. Sehr prägnant zeigt sich dies am Beispiel von VisualShock MOVIE und HyperSoap. Auf die Art und Weise, wie sensitive Regionen visualisiert werden, hat der Nutzer der interaktiven Präsentation keinen Einfluss. Die Vorgabe, ob bei der Präsentation des Hypervideo-Dokuments die sensitiven Regionen visualisiert werden, bestimmt einzig und allein der Autor. Für das VisualShock MOVIE System bedeutet das, dass der Nutzer bei einer Visualisierung während der Videodarstellung ständig Rechtecke oder Kreise zu sehen bekommt. Neben einer solchen Verfälschung ist zudem eine Ablenkung seiner Aufmerksamkeit gegeben, da der Nutzer jedes Mal, wenn eine neue sensitive Region visualisiert wird, die Entscheidung treffen muss, ob er diesem Verweis folgen will. Ein besserer Ansatz wäre, die Steuerung der Visualisierung in die Hände des Nutzers zu legen. Dadurch kann die interaktive Präsentation an das Nutzerverhalten angepasst werden. Somit übernimmt der Nutzer die Entscheidung, wenn Informationen über mögliche Verweise in seinem Sichtfeld eingeblendet werden sollen. Das VideoClix-System versucht die Verfälschung der Videoinhalte dadurch zu vermeiden, dass grundsätzlich auf die Markierung der sensitiven Regionen im Bild verzichtet wird. Der Nutzer erhält einzig und allein Information über die Existenz von Hypervideo-Links, wenn er den Mauszeiger über eine sensitive Region im Videobild positioniert und sich das Pfeil-Symbol der Maus in ein Hand-Symbol verwandelt. Damit ist der Nutzer gezwungen, buchstäblich nach Zusatzinformationen im Videobild zu suchen, was seine Aufmerksamkeit von der eigentlichen Videopräsentation in hohem Maße ablenkt. Zusammenfassend kann hier die Schlussfolgerung gezogen werden, dass gegenwärtige Systeme bei der Visualisierung von sensitiven Regionen innerhalb einer Videosequenz große Mängel aufweisen und diese unweigerlich zu einer Steigerung der kognitiven Belastung des Nutzers führen.

Alle analysierten Hypervideo-Systeme ermöglichen die Verknüpfung von Details einer Videosequenz mit weiterführender Zusatzinformation. Als technische Leistung wird oftmals das Anlegen von sensitiven Regionen als Anker innerhalb des kontinuierlichen Medientyps Video genannt. Die Hypervideo-Links verwenden diese Verweise ausschließlich als Ursprung. Gegenwärtig ist keines dieser Systeme in der Lage, einen Verweis mit einer

sensitiven Region als Ziel zu definieren. Auch wenn Videoinhalte den zentralen Medientyp eines Hypervideo-Dokuments innerhalb einer Präsentation repräsentieren, so kann auch eine derartige Verweisform gefordert sein. Damit könnte beispielsweise aus einem Text an eine spezielle Stelle innerhalb einer Videosequenz gesprungen werden. Der Detaillierungsgrad würde ferner dadurch erhöht, wenn das betreffende Objekt, das aus dem Text mittels des Verweises adressiert ist, zusätzlich optisch markiert werden würde.

Die Systeme, die im Rahmen der Arbeit analysiert wurden, weisen mit Ausnahme von dem HyperSoap-System eine Trennung der Videoinhalte von den Zusatzinformationen innerhalb der Präsentationsoberfläche auf. Die vorrangige Aufteilung sieht dabei vor, das Video auf der linken Seite zu platzieren und die Zusatzinformation auf der rechten Seite darzustellen. Weiterhin bieten die Systeme HyperFilm und MRAS ein Auswahlfenster mit der bereits beschriebenen Verweisstruktur. Diesbezüglich besitzt HyperFilm im Gegensatz zu MRAS den Nachteil, entweder die Übersicht über verfügbare Verweise darzustellen oder die Zusatzinformation zu präsentieren. Beide Informationskanäle können nicht zeitgleich von HyperFilm wiedergegeben werden. Die Offenlegung der Struktur wurde als eine wesentliche Anforderung formuliert. HyperFilm und MRAS zeigen hierzu Konzepte zur Umsetzung. Die Ausgangssituation, die zu dieser Anforderung geführt hat, war, der Desorientierung eines Nutzers innerhalb einer Hypervideo-Struktur entgegenzuwirken. Mit der Offenlegung soll eine bessere Übersicht über das Hypervideo-Dokument gegeben werden. Aufgrund der Trennung der Inhalte wird der Nutzer seine Aufmerksamkeit zeitweise auf das Video als Hauptinformationsträger richten oder sich der angeforderten Zusatzinformation widmen. Weiterhin nutzt er zur Orientierung die visualisierte Darstellung der Hypervideo-Struktur. Um aber die gesamte Präsentation des Hypervideo-Dokuments optimal überblicken zu können, müssen alle Darstellungssichten (Video, Zusatzinformation und Auswahlfenster) miteinander visuell synchronisiert sein. Wenn ein Nutzer direkt aus dem Video über eine sensitive Region einen Verweis aufruft, muss diese jetzt aktuelle Region explizit markiert werden. Weiterhin sollte im Auswahlfenster der Verweis markiert werden, welcher zur aktuellen sensitiven Region im Video dazugehört. Das VisualShock MOVIE System zeigt hierzu einen Ansatz, in dem die zuletzt angeklickte sensitive Region andersfarbig visualisiert wird. Der Nutzer sieht somit eindeutig die Relation zwischen Zusatzinformation und zugehörigem Objekt im Videobild. Somit ist der Nutzer auch nicht gezwungen, sich das angeklickte Objekt im Videobild zu merken. Eine Kennzeichnung zwischen Video, Information, Kommunikation und der Visualisierung der Struktur kann in keinem der hier betrachteten Systeme wieder gefunden werden und stellt somit einen Mangel aller hier betrachteten Technologien dar.

4.3 Zusammenfassung

Dieses Kapitel zeigt den gegenwärtigen Stand der Technik im Kontext der im Kapitel 1 definierten Problemstellung. Hierzu wurden verschiedene Systeme zu den thematischen Schwerpunkten dieser Arbeit betrachtet und analysiert. Das Ergebnis der Analyse ist zweigeteilt. Einerseits werden verschiedene Konzepte vorgestellt, die Ansätze zur Lösung der formulierten Anforderungen aus Kapitel 3 liefern. Andererseits werden Mängel der Systeme aufgedeckt, die es gilt, in der Entwicklung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung zu umgehen bzw. zu beseitigen. Ein Hauptproblem des heutigen Entwicklungsstandes ist der Mangel an Unterstützung kooperativer Umgebungen, speziell im Bereich Hypervideo. In verteilten Gruppenszenarien ist Email gegenwärtig die am häufigsten verwendete Anwendung für die asynchrone Kommunikation zwischen Gruppenteilnehmern. Applikationen, wie die hier beschriebenen Systeme DEBORA und MRAS, bieten diesbezüglich verschiedene Ansätze, um multimediale Inhalte durch eigene Annotationen zu erweitern und diese mit anderen Teilnehmern in einer Gruppe zu teilen. Annotationen als eine Form des Austauschs sowie der Aufnahme von Wissen kann damit die Kooperation sowie die Kommunikation zwischen Nutzern verbessern.

5 Lösungskonzept

In diesem Kapitel werden Konzepte entwickelt, die den kooperativen Wissenserwerb auf der Basis von Hypervideo-Inhalten in verteilten Umgebungen ermöglichen. Als Ausgangspunkt für den konzeptionellen Lösungsansatz dient das Kapitel 2, in dem das generelle Potential von hypermedialen Inhalten in Bezug auf den allgemeinen Wissenserwerb diskutiert wurde. Der Schwerpunkt der Diskussion wurde dabei auf die Thematik „Hypervideo-Inhalte und Wissenserwerb“ gelegt. Hierzu wurden die charakteristischen Merkmale dieses Mediums betrachtet. In Kapitel 3 wurde, bezogen auf den kooperativen Wissenserwerb, die Thematik Hypervideo eingehend analysiert. Die daraus resultierenden Anforderungen sind von dem hier präsentierten Lösungsansatz zu erfüllen. Die in Kapitel 4 betrachteten Hypervideo-Systeme weisen bzgl. ihrer Verwendbarkeit in einem kooperativen Wissenserwerbsszenario große Mängel auf. Die Aufgabe des Lösungskonzeptes ist es unter anderem, diese Mängel durch neue Lösungsstrategien zu beheben. Der Rahmen dieses Kapitels lässt sich wie folgt beschreiben: Der hier entwickelte Lösungsansatz basiert auf den Stärken von Hypervideo-Inhalten, er erfüllt die formulierten Anforderungen bzgl. der Verwendung für den kooperativen Wissenserwerb und behebt gleichzeitig die identifizierten Mängel gegenwärtiger Technologieentwicklungen in Bezug auf ihre Verwendbarkeit in einem verteilten kooperativen Szenario.

Der erste Teil dieses Kapitels diskutiert die generelle Vorgehensweise zur Entwicklung des Lösungsansatzes. Dabei werden fachliche Begriffe im Sinne einer einheitlichen Verwendung in dieser Arbeit definiert. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Erläuterung des Verwendungszwecks des Lösungsansatzes. Damit soll die Beziehung zwischen Lösungsansatz und Systemrealisierung erklärt werden. Der zweite Teil beschreibt den Lösungsansatz einer kooperativen Hypervideo-Umgebung und lässt sich inhaltlich in die Bereiche Bedienungsschicht, Applikationsschicht sowie Datenschicht einteilen. Das Kapitel endet mit einer Zusammenfassung der erzielten Ergebnisse und einem Ausblick auf die Systemrealisierung.

5.1 Konzeptrahmen

In diesem Abschnitt werden Vorüberlegungen zur eigentlichen Konzepterstellung getroffen. Die Vorüberlegungen beziehen sich auf den Anspruch und die damit verbundene Nutzung der zu erstellenden Konzepte sowie die Präzisierung und Vereinheitlichung der begrifflichen Definitionen von Fachterminologien, die innerhalb der Konzeption Verwendung finden. Des Weiteren wird eine allgemeine Vorgehensweise zur Erstellung des Konzepts dargelegt.

5.1.1 Genereller Lösungsansatz und Einordnung

Die im Rahmen dieses Kapitels entwickelten Konzepte tragen zur Lösungsbildung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung bei. Der Schwerpunkt des Lösungsansatzes aus der Sicht der verwendeten Medienformate liegt dabei eindeutig auf *Hypervideo*. Damit stehen speziell derartige Wissensinhalte im Fokus der Anwendung, die sich vorrangig durch das Symbolsystem Video als audio-visuelles kontinuierliches Medium kodieren lassen. Es werden die Szenarien adressiert, in denen gemeinsam Wissen ausgetauscht wird und somit kooperativ eine neue Wissensbasis entsteht.

Die Konstruktion einer gemeinsamen Wissensbasis (engl. *knowledge space*) wird dadurch erzielt, dass die Teilnehmer einer Gruppe eigenständig Inhalte in einem durch die Umgebung verwalteten *Informationsraum* integrieren können. Dabei wird jedem neuen Inhalt durch die Verknüpfung mit bereits vorhandenen Inhalten aus dem *Inhaltsraum* ein Platz innerhalb einer

nicht-linearen Informationsstruktur, der *Hypervideo-Struktur*, zugeordnet. Entsprechend unterliegen der *Inhaltsraum* und die *Hypervideo-Struktur* einer ständigen Veränderung durch die Aktivität der Gruppen. Folglich muss auch der Informationsraum als eine dynamisch-veränderbare Größe definiert werden. Der so entstehende *dynamische Informationsraum* repräsentiert infolgedessen das zugreifbare Wissen der gesamten Gruppe, das diese manipulativ *erweitern* bzw. *modifizieren* kann.

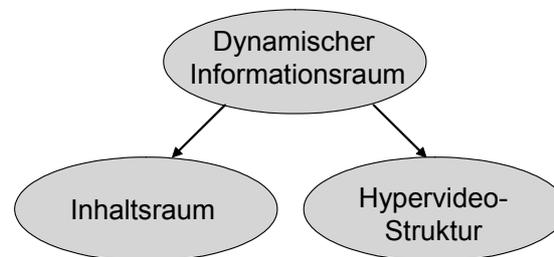


Abbildung 33: Dynamischer Informationsraum

Wie bereits im Abschnitt 3.2.3 beschrieben, stellt die kooperative Hypervideo-Umgebung eine Konkretisierung einer CSCL-Umgebung (engl. *computer supported collaborative learning*) dar. Diese Aussage wird durch Littleton und Häkkinen unterstützt, die eine CSCL-Umgebung unter anderem dadurch definieren, dass die Möglichkeit durch das System gegeben wird, eigene Informationen anderen Gruppenteilnehmern zugänglich zu machen und das damit verbundene konstruierte Wissen als Ergebnis der Gruppenarbeit nach außen hin zu externalisieren [LiHä99]. Auf Grund dieser Forderung zur Förderung des Wissensaustausches lässt sich weiterhin die kooperative Hypervideo-Umgebung in die Kategorie *kognitive Werkzeuge* einordnen, deren primäres Ziel es ist, unterstützende Hilfestellung im Prozess der Wissensbildung zu leisten und somit ein tiefergehendes Verständnis für die betrachtete Thematik zu fördern, vgl. dazu Abschnitt 3.2.3.

Die Vorgehensweise der kooperativen Konstruktion von Hypervideo-Inhalten und somit von neuem Wissen steht eng im Zusammenhang mit dem Begriff *learning-by-design*, vgl. dazu [ZaSB02]. Dabei nimmt nach Dillons *three-stakeholder* Model der Nutzer die Rollen des *Autors*, *Designers* und *Users* während der Konstruktionsphase neuer Inhalte ein, vgl. [Dill02]. Hieraus lässt sich ableiten, dass das so entstehende neue Wissen zur Förderung unterschiedlicher Kompetenzen dient. Im Rahmen der Erstellung von Hypervideo-Inhalten gliedern Stahl, Zahn und Finke [StFZ05] diese Kompetenzen in die drei Kategorien *Inhaltskompetenz*, *Medienkompetenz* und *Gruppenkompetenz* ein. Ein vorrangiges Ziel der kooperativen Hypervideo-Umgebung in Bezug auf den Wissenserwerb der Gruppenteilnehmer ist es, die Förderung dieser drei Kompetenzarten in unterschiedlichen Anwendungsszenarien zu unterstützen.

5.1.2 Modellierung des dynamischen Informationsraums

Die durch die Gruppe konstruierte gemeinsame Wissensbasis wird durch den dynamischen Informationsraum repräsentiert. Die Modellierung dieses Informationsraums hat direkten Einfluss auf die bereits angesprochenen Bereiche *Bedienungsschicht*, *Applikationsschicht* sowie *Datenschicht* und setzt sich aus folgenden Teilbereichen zusammen:

- Basiselemente
 - Annotierbare Videoinhalte
 - Informationsinhalte
 - Kommunikationsinhalte
- Kooperative Hypervideo-Struktur
- Metadatenbeschreibung

Basiselemente

Als Basiselemente des dynamischen Informationsraums werden die Inhalte bezeichnet, die als mediale Formate Informationseinheiten in unterschiedlichen Symbolsystemen kodieren und während der interaktiven Präsentation dargestellt werden. Gemäß dem Dexter-Hypertext-Referenzmodell werden diese Basiselemente in der Komponentenebene gespeichert und als Knoten durch die Speicherebene repräsentiert, vgl. dazu den Abschnitt 2.1.3 und [HaSc94].

Auf Grund des hohen Abstraktionsniveaus kann das Dexter Modell nicht näher auf die inhaltlichen Strukturen sowie Aufgaben der einzelnen Elemente eingehen, da es einen möglichst flexiblen Verwendungsrahmen ohne jeglichen Bezug auf ein Anwendungsszenario adressiert. Für die Entwicklung eines Konzepts für eine kooperative Hypervideo-Umgebung kann allerdings dieser Verwendungsrahmen detaillierter definiert werden, da sich gewisse Beziehungen der Basiselemente zueinander schon allein aus der Fragestellung der vorliegenden Arbeit ergeben.

Der Ansatz des Konzepts trennt die Basiselemente in die Kategorien *annotierbare Videoinhalte*, *Informationsinhalte* und *Kommunikationsinhalte* auf und verdeutlicht dadurch die unterschiedlichen Aufgaben und Eigenschaften, die mit den jeweiligen Elementen verknüpft sind. Im Folgenden werden diese drei Basiselemente näher betrachtet und ihr Aufgabenbereich innerhalb der kooperativen Hypervideo-Umgebung näher beschrieben.

Annotierbare Videoinhalte

Hypervideo-Strukturen [Zahn03] repräsentieren eine zukunftsorientierte Kombination aus digitalen Videoinhalten und Hypermedia. Hierbei wird dem Nutzer suggestiv der Eindruck vermittelt, die präsentierten Inhalte, ähnlich einem Film, zu schauen anstatt sie zu lesen. Für die kooperative Hypervideo-Umgebung stellen *annotierbare Videoinhalte* das zentrale Medium dar. Daraus kann abgeleitet werden, dass auch der Themenbereich bzw. der Diskussionsrahmen der interaktiven Präsentation von dem Medium Video vorgegeben wird. Zu dem Basiselement Video werden innerhalb einer kooperativen Hypervideo-Umgebung alle Videoinhalte gewertet, die Annotationen beinhalten können. Die Aufgabe dieser Videoinhalte ist es demnach, durch die Integration von sensitiven Regionen so genannte Verzweigungspunkte (Hypervideo-Links) innerhalb der nicht-linearen Hypervideo-Struktur zu ermöglichen. Damit wird die Voraussetzung geschaffen, Objekte in Filmsequenzen miteinander oder mit weiterführenden Inhalten über Hypervideo-Links zu verknüpfen. Entsprechend erweitert sich der *Aufgabenbereich* des Mediums Video von der rezipierenden Konsumierung hin zu einer elaborativen Verarbeitung der Inhalte, vgl. dazu [Salo84]. Durch diese Möglichkeit der Interaktion mit den Videoinhalten - sei es die Steuerung der Videodarstellung, die Aktivierung eines Hypervideo-Links oder auch die Generierung einer sensitiven Region als Ausgangspunkt einer Annotation in einer Videosequenz - wird die Gruppe aktiv in den Ablauf der Präsentation eingebunden, was eine tiefergehende Auseinandersetzung mit den Inhalten fördert, vgl. dazu Abschnitt 3.2.3. Für die inhaltliche didaktische Aufbereitung des Mediums Video zur Unterstützung des Wissenserwerbs in

multimedialen Lernumgebungen wird an dieser Stelle auf die Arbeiten von [Zahn03] und [Schw00] verwiesen.

Informationsinhalt

Das Basiselement *Informationsinhalt* (im Folgenden auch als Zusatzinformation bezeichnet) steht für alle multimedialen Inhalte, deren Aufgaben vorrangig in der Unterstützung der Videoaussage liegen. So können beispielsweise Videoobjekte mit weiterführenden Zusatzinformationen detaillierter beschrieben werden. Das Lösungskonzept sieht vor, dass Zusatzinformationen in unterschiedlichen Symbolsystemen kodiert werden können, wie beispielsweise Texte, Graphiken, Audiomitschnitte, Bilder, etc., um ein möglichst optimales Präsentationsformat für das zu vermittelnde Wissen verwenden zu können. Die Eigenschaft der Verwendung unterschiedlicher Symbolsysteme für die Kodierung der Zusatzinformation bedeutet für den Nutzer einen hohen Freiheitsgrad bei der Erstellung eigener Beiträge zur Unterstützung der Videoinhalte.

Kommunikationsinhalt

Zu dem Basiselement *Kommunikationsinhalt* bzw. Dialoginhalt gehören alle Inhalte einer kooperativen Hypervideo-Umgebung, die zum wechselseitigen Diskurs bzw. zur Konversation der Gruppenteilnehmer beitragen [Schu01]. Dabei wird der Stellenwert der Kommunikation in computervermittelten kooperativen Lernszenarien als extrem hoch angesehen, vgl. [HeGH02]. Im Gegensatz zum Basiselement *Informationsinhalt* kommen für die Kommunikation primär nur derartige Symbolsysteme zum Einsatz, die Dialoge kodieren können. Hierzu zählen vorrangig die Medienformate *Text* und *Audio*. Hoadley und Enyedy begründen die Trennung von Information und Kommunikation mit den unterschiedlichen sozialen Aktivitäten, den Monolog und den Dialog, die damit adressiert sind [HoEn99]. Inhaltlich zeichnet sich die Kommunikation dadurch aus, dass sie einen starken Bezug zu sozialen Aspekten zwischen den teilnehmenden Kommunikationspartnern bildet. So werden die Verhaltensweisen der Teilnehmer einer Diskussion dadurch geprägt, wer mit wem spricht, in welcher Situation und mit welcher Absicht bzw. Intention. Für Informationsinhalte spielt dies hingegen nur eine geringe bzw. untergeordnete Rolle. Entsprechend neigen Informationsinhalte dazu keinen Kontextbezug zu besitzen und richten sich vorrangig an eine breite Masse. Inhaltlich besteht ein Dialog aus einer definierten Reihenfolge einzelner Kommunikationsbeiträge, die durch eine Konversation eine Dialogstruktur bilden. Die Kommunikationsbeiträge können erst durch den Kontext der Dialogstruktur ihre Aussagewirkung entfalten und besitzen somit nicht die Eigenschaft autonom zu sein. Das bedeutet, dass die Relationen zwischen den Beiträgen, die durch die Dialogstruktur ausgedrückt werden, wichtige Informationen für ein Verständnis dieser Beiträge besitzen.

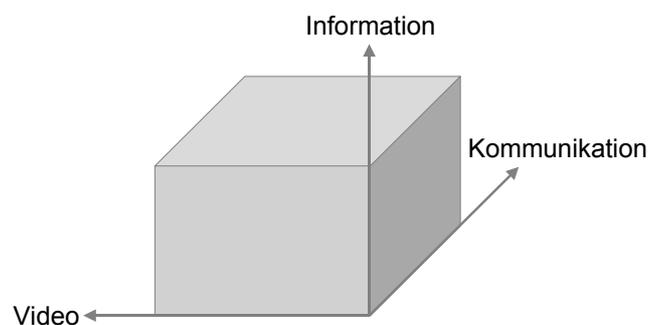


Abbildung 34: Orthogonalität der Basiselemente im dynamischen Informationsraum

Die hier geführte Diskussion hat die unterschiedlichen Aufgaben sowie Eigenschaften der Basiselemente innerhalb einer kooperativen Hypervideo-Umgebung aufgezeigt. Dementsprechend kann die Beziehung der Basiselemente zueinander als *orthogonal* definiert werden, da sich ein Element bzgl. seiner adressierten Aufgaben und Eigenschaften, nicht durch die beiden anderen Elemente ausdrücken lässt.

Kooperative Hypervideo-Struktur

Die Verknüpfung der Basiselemente als Knoten innerhalb des dynamischen Informationsraums geschieht über die Hypervideo-Struktur. Die Struktur ist damit ein Mittel, um Relationen der einzelnen Elemente zueinander auszudrücken und diese dem Nutzer bzgl. seiner Navigation zur Verfügung zu stellen. Wie in Kapitel 2 definiert, setzt sich dabei eine Struktur aus den Elementen Knoten, Anker und Link zusammen. Die Elemente lassen sich in dieser Form in unterschiedlichen Variationen in Hypermedia-Systemen wiederfinden. Knoten in der Hypervideo-Struktur repräsentieren dabei die oben genannten Basiselemente Video, Information und Kommunikation. Die Bezeichnung *kooperative Hypervideo-Struktur* bringt dabei zum Ausdruck, dass die Struktur Veränderungen durch die Aktivität einer Gruppe unterliegt. Nutzer können durch die Integration neuer Inhalte in Verbindung mit der Definition neuer Verknüpfungen den dynamischen Informationsraum gemeinsam manipulativ erweitern bzw. verändern. So entstehen neue Inhaltsbereiche innerhalb der Wissensbasis, auf welche die Gruppenteilnehmer zugreifen können, um folglich neues Wissen zu erwerben.

Im Abschnitt 3.2.2 wurde die Anforderung der Offenlegung der Struktur hergeleitet und mit der Reduzierung der kognitiven Belastung des Nutzers bei seiner Orientierung innerhalb eines Informationsraumes begründet. Das Lösungskonzept erfüllt diese Anforderung, indem es explizit die Darstellung und somit die visuelle Offenlegung der kooperativen Hypervideo-Struktur innerhalb der Mensch-Maschine-Schnittstelle in das Lösungskonzept als integralen Bestandteil der Hypervideo-Umgebung aufnimmt. In einer ähnlichen Weise wie bei den Basiselementen lassen sich mit der kooperativen Hypervideo-Struktur auch weitere verschiedenartige Aufgaben sowie Eigenschaften in Verbindung setzen. Neben der Orientierung bietet die Visualisierung der Struktur die Eigenschaft, den gesamten dynamischen Informationsraum „quer zu lesen“. Speziell für kontinuierliche audiovisuelle Medien, wie dem Video, ist ein Querlesen fast ausgeschlossen. Mittels der Visualisierung der Struktur kann sich aber der Nutzer über den Informationsstatus des Hypervideos einen Überblick in sehr kurzer Zeit verschaffen.

Die Visualisierungskonzepte von Hyperstrukturen können sehr unterschiedlich ausfallen und sind in vielen konkreten Anwendungen speziell auf die damit verbundenen Netztopologien ausgerichtet. Häufig wird dabei die Darstellung der Struktur abstrahiert, um eine Überladung der Visualisierung aus der Sicht des Nutzers zu vermeiden. Inwieweit eine derartige Abstrahierung vorgenommen wird und welche damit verbunden Informationen visualisiert werden sollen, ist schlussendlich vom Kontext der konkreten Anwendung sowie des adressierten Benutzerkreises abhängig. Die Visualisierung hierarchisch modellierter Strukturen kommt häufig bei Inhaltsverzeichnissen vor. Ein Beispiel hierzu wird in der Abbildung 35 wiedergegeben. Visualisierungskonzepte finden sich auch im Bereich der Computer-Graphik, vgl. dazu [FrBe04]. Für eine fundierte wissenschaftliche Betrachtung unterschiedlicher Visualisierungskonzepte zur Darstellung komplexer vernetzter Informationsräume wird auf [SCLV99] und [KGSG04] verwiesen.

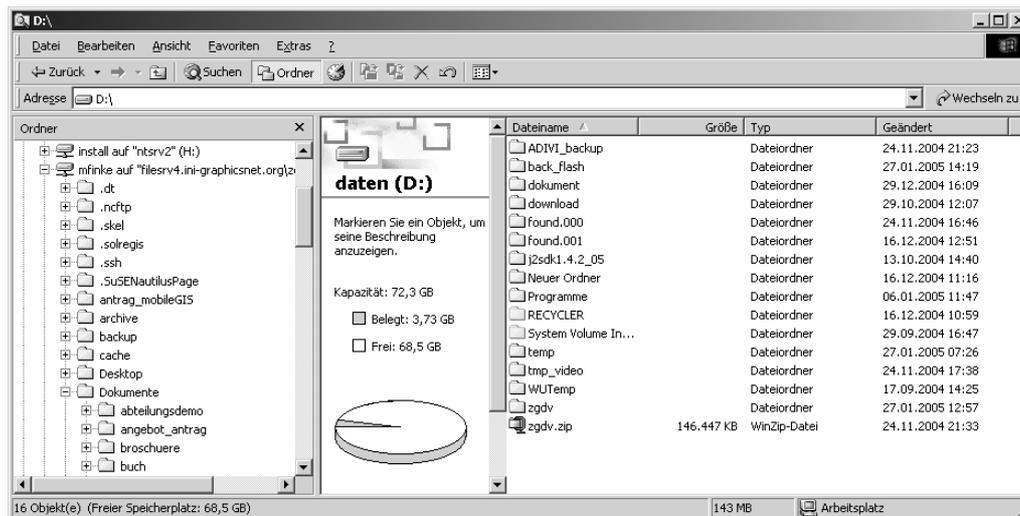


Abbildung 35: Visualisierung hierarchischer Strukturen bei dem Microsoft Explorer

Neben der primären Aufgabe, die Strukturen zur Unterstützung der Benutzerorientierung offen zu legen und dementsprechend Informationen über Elemente sowie deren Relationen zueinander darzustellen, können auch Benutzerfunktionen, wie beispielsweise die Aktivierung eines Hypervideo-Links, über die Visualisierung verknüpft werden. Ferner erscheint es auch sinnvoll, Funktionen zur Manipulation des dynamischen Informationsraums (z.B. Hinzufügung eines weiteren Hypervideo-Links) über die visualisierte Struktur dem Nutzer zugänglich zu machen. Damit erweitert sich der Zugang zum Funktionsraum der Umgebung, wobei die eigentliche Funktionalität der Anwendung nicht vergrößert wird. Der Vorteil liegt entsprechend auf der Seite des Nutzers, der durch unterschiedliche Zugangsmechanismen gleiche Systemereignisse auslösen kann. Dies trägt zur flexiblen Bedienung der Mensch-Maschine-Schnittstelle bei und unterstützt aus der Perspektive des Nutzers ein adaptives Bedienungskonzept, das sich an den Bedürfnissen der Anwender anpasst.

Metadatenbeschreibung

Durch die steigende Vernetzung von Informationsressourcen, wie beispielsweise im Internet, ist die weltweite Zugriffsmöglichkeit auf Daten erheblich verbessert worden. Durch die wachsende Fülle der zugänglichen Daten entsteht aber gleichzeitig das zunehmende Problem für den Nutzer, die tatsächlich relevanten Wissensinhalte innerhalb solcher Strukturen zu finden. Zwar liegen die Inhalte heute oftmals in maschinenlesbarer Form vor, sind aber, bezogen auf ihre Semantik, nicht maschinenverständlich. Das Wiederauffinden von Wissensinhalten in einer kooperativen Hypervideo-Umgebung, die durch die Manipulation der Gruppenteilnehmer einer ständigen Veränderung unterliegt, kann speziell bei komplexen Hypervideo-Strukturen für den Einzelnen zu einem Problem führen. Um diesem Problem entgegenzuwirken, werden Metadaten verwendet. Diese können durch unterschiedliche Standards beschrieben werden, vgl. dazu den Abschnitt 2.1.5.

Als Metadaten werden ergänzende deskriptive (beschreibende) Informationen über Informationen bezeichnet, die sich generell mit der Interpretierbarkeit und Verwendbarkeit von Inhalten befassen. Häufig werden Metadaten in den Bereichen der Identifikation oder der Beschreibung und Lokalisierung von elektronischen Informationsressourcen eingesetzt. Eine Zielsetzung für den Einsatz von Metadaten ist deren maschinelle Interpretierbarkeit durch Rechneinheiten, um dem Nutzer bzgl. seiner Anfrage solche Informationsinhalte zu liefern, die für ihn von Relevanz sind. Metadaten sind demnach strukturierte Daten, die

Informationsressourcen in einer maschinenverständlichen Sprache beschreiben. Nach Murtha und Swetland lassen sich Informationsinhalte, abgesehen von ihrer physischen oder interlektuellen Form, in die drei generischen Kategorien *Inhalte*, *Kontext*, und *Struktur* unterscheiden [MuSw00]. Diese Kategorien bilden somit auch für die Metadaten zur Beschreibung der Informationsinhalte ein stringentes Klassifikationsschema.

Metadatenkategorien	Beschreibung
<i>Inhalte</i>	Die Beschreibung des Inhalts durch Metadaten bezieht sich auf die Absicht der Information bzw. was die Information enthält. Diese Art der Metadaten wird als intrinsisch bezeichnet, da sie die Bedeutung der Inhalte beschreibt.
<i>Kontext</i>	Bezogen auf den Kontext geben Metadaten Auskunft über Aspekte wie Autor, Zeit oder Ort. Diese Metadaten werden als extrinsisch bezeichnet, da sie mit dem Prozess der Entstehung der Inhalte verbunden sind.
<i>Struktur</i>	Die Beschreibung der Struktur durch Metadaten identifiziert Assoziationen zwischen individuellen Informationsinhalten und kann dadurch einen intrinsischen oder extrinsischen Charakter aufweisen.

Tabelle 9: Kategorisierung von Metadaten nach [MuSw00]

Für eine Verbesserung des Austauschs und der Aufnahme von Wissensinhalten zwischen Gruppenteilnehmern innerhalb der kooperativen Hypervideo-Umgebung wird die Verwendung von Metadaten vorgeschlagen. Dabei treten folgende Vorteile auf:

- *Semantische Suchanfrage:* Durch die Integration von Metadaten können die Relationen zwischen den Elementen einer kooperativen Hyperstruktur ausgedrückt werden und durch Nutzung semantischer Suchanfragen den Nutzer bei seiner Navigation durch den dynamischen Informationsraum unterstützen.
- *Offenlegung der Hypervideo-Struktur:* Durch die maschinelle Interpretierbarkeit der strukturierten Metadaten kann auch die kooperative Hypervideo-Umgebung Adaptionen (bezogen auf die Präsentation der Inhalte des dynamischen Informationsraums) vornehmen. Damit lässt sich die Anforderung der Offenlegung der Hypervideo-Struktur zur Verminderung der Desorientierung unterstützen.

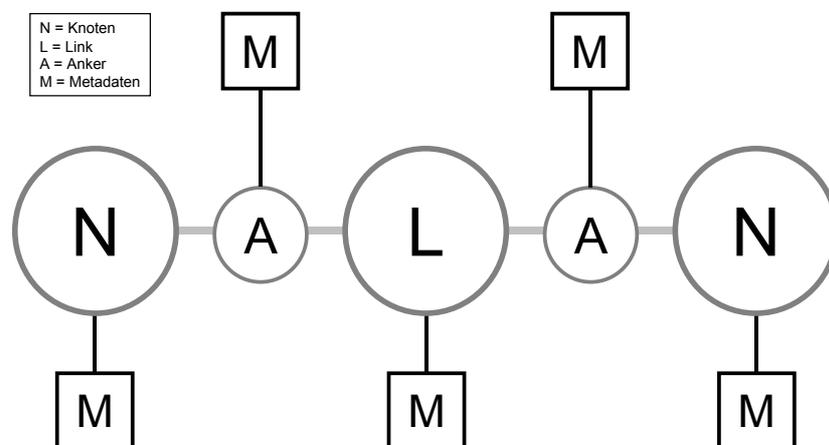


Abbildung 36: Metadaten für Elemente der Hypervideo-Struktur

Metadaten bilden einen festen Bestandteil des Konzepts einer kooperativen Hypervideo-Struktur und somit des dynamischen Informationsraums. Für alle Elemente der Hypervideo-Struktur (Hypervideo-Knoten, Hypervideo-Anker und Hypervideo-Links) wird jeweils eine eigene Metadatenbeschreibung definiert, siehe dazu die Abbildung 36.

5.1.3 Vorgehensweise bei der Konzeptbildung

In diesem Kapitel 5 werden Konzepte vorgestellt, die eine generische Sicht auf die Struktur, die Funktionsweise und die Bedienung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung liefern. Ziel ist es, mittels der Konzepte einen Überblick über die logische Umgebung zu vermitteln. Inhaltlich geben die Konzepte die grundlegenden Strukturen und Kommunikationsmechanismen wieder. Um dem Anspruch der Allgemeingültigkeit zu genügen, dürfen sie jedoch nicht auf Details eines konkreten Entwurfs eingehen. Damit bilden sie eine Abstraktionsebene, welche die Umriss der darunter liegenden technischen Infrastruktur aufzeigt. Diese Abstraktionsebene wird im Folgenden in die Bereiche *Bedienungskonzept*, *Referenzarchitektur* und *Datenmodell* gegliedert.

Bedienungskonzept

Das Bedienungskonzept beschreibt auf einem hohen Abstraktionsniveau, wie Gruppenteilnehmer innerhalb der kooperativen Umgebung über die Mensch-Maschine-Schnittstelle interagieren können, um einerseits Zugriff auf die Inhalte des dynamischen Informationsraums zu erhalten und andererseits die bestehenden Inhalte manipulativ zu erweitern bzw. zu modifizieren. Die Bildung des Bedienungskonzepts geht auf die zwei Bereiche *Nutzerinteraktion* und *Darstellung* von Inhalten aus dem dynamischen Informationsraum ein.

Das Ziel des Bedienungskonzepts ist die Identifizierung aller Benutzer-Prozesse (engl. *use cases*), die zur Umsetzung der grundlegenden Lösungsidee benötigt werden. Dabei setzt sich ein Prozess aus einzelnen Funktionalitäten zusammen. Diese Funktionalitäten beschreiben den Funktionsraum der Umgebung. Dieser Raum setzt sich aus Funktionen zur Präsentation sowie zum Authoring des dynamischen Informationsraums zusammen. Durch die Kapselung der Funktionen in Komponenten und durch die Definition von Schnittstellen zwischen diesen wird der Funktionsraum durch eine Modellierung auf die Referenzarchitektur abgebildet.

Das Bedienungskonzept schlägt vor, die Funktionalitäten der Präsentation und des Authorings in einer gemeinsamen kohärenten Oberfläche zu integrieren. Gruppenteilnehmern soll somit ein flexibler Zugang bzw. Wechsel zwischen den zwei Modi *Wissensextraktion* und *Wissensintegration* innerhalb einer gemeinsamen *Wissensbasis* erleichtert werden.

Referenzarchitektur

Zur strukturellen Gliederung des Aufbaus einer Referenzarchitektur für eine kooperative Hypervideo-Umgebung wird eine Modularisierung durch Komponenten vorgeschlagen. Die Gesamtheit dieser Komponenten beinhaltet die Beschreibung aller benötigten Funktionen, die zur Erfüllung der identifizierten Anforderungen verlangt werden. Ein genereller Vorteil von Komponenten besteht in der Kapselung logisch zusammenhängender Funktionen und der damit verbundenen Definition von Aufgabenbereichen. Damit ist es möglich, verschiedene Aufgaben, die durch die Umgebung bearbeitet werden müssen, einzelnen Komponenten zu zuweisen bzw. zu zuordnen. Zusammenfassend liegt die Aufgabe der Komponente in der

Bereitstellung der Funktionalität und deren Nutzung durch andere Komponenten mittels definierter Schnittstellen.

Komponenten besitzen Schnittstellen, um mit anderen Komponenten kommunizieren zu können. Damit müssen die Schnittstellen die Interoperabilität zwischen Komponenten durch die Definition von Konventionen gewährleisten. Ein Grund für die Notwendigkeit von Schnittstellen ist, dass für die vollständige Bearbeitung einer Aufgabe bisweilen mehrere Komponenten benötigt werden. Mit Hilfe der Schnittstellen können Komponenten flexibel in verschiedene Prozessabläufe dynamisch eingebunden werden. Die Möglichkeit der Mehrfachverwendung trägt zur Effektivität der Systemumsetzung bei. Komponenten können auch die direkte Kommunikation mit dem Benutzer ermöglichen und veranschaulichen damit grundlegende Strukturen der Mensch-Maschine-Interaktion innerhalb der Umgebung. In [BGEK00] werden Komponenten durch vier Grundbereiche charakterisiert, vgl. die Abbildung 37. Über die Schnittstelle *Export* werden durch die Komponente alle bereitgestellten Dienste zugänglich gemacht. Die *Import* Schnittstelle beschreibt die Forderung der Komponente an ihre Systemumgebung. Über die Import Schnittstelle kann die Komponente selbst benötigte Dienste deklarieren, die sie für die Durchführung eigener Dienste benötigt. Die bereitgestellten Dienste werden durch den *Body* unter Zuhilfenahme der Dienste, die durch die Schnittstelle Import deklariert sind, realisiert. Über die Parameter lässt sich die Komponente innerhalb der Systemumgebung adaptieren.

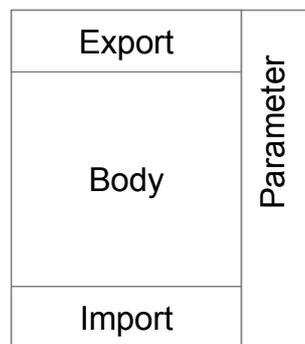


Abbildung 37: Genereller Aufbau einer Komponente nach [BGEK00]

Die Umsetzung und Zusammenführung der zugrundeliegenden Konzepte werden formal in einer Architekturübersicht mit Hilfe der Modellierung einer Referenzarchitektur durchgeführt. Die Referenzarchitektur beinhaltet alle geforderten Komponenten und die damit verbundenen Schnittstellen, die für die Umsetzung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung auf einem logischen, abstrakten Level gefordert werden. Nach [Bues94] können alle individuellen Architekturkonzepte auf eine gemeinsame Basisarchitektur zurückgeführt werden, vgl. Abbildung 38. Die Architektur eines offenen Systems definiert sich dabei durch die Trennung von User-Interface, Applikation und Datensystem. Über die Kommunikationsschicht können diese drei stark abstrahierten Komponenten miteinander kommunizieren. Die wesentlichen Voraussetzungen für die Definition offener Systeme werden in der Literatur mit der Standardisierung sowie einer offenen Spezifikation angegeben. Damit können die Vorteile derartiger Systeme in Bezug auf die Interoperabilität sowie die Portabilität für konkrete Anwendungsfälle erreicht werden, vgl. [GuPS95] und [Bues94].

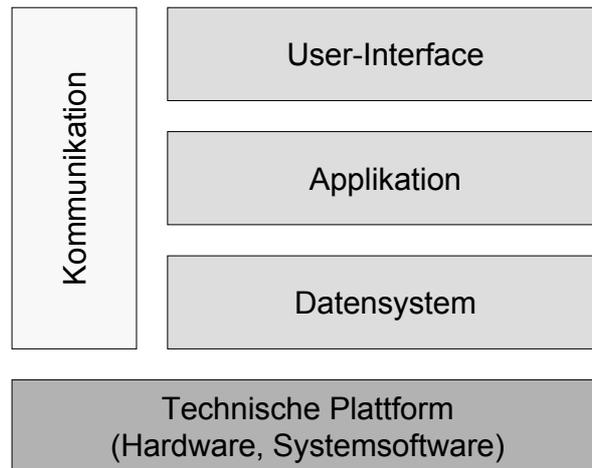


Abbildung 38: Basisarchitektur eines offenen Systems nach [Bues94]

Datenmodell

Das Datenmodell hat die Aufgabe, ein Organisationsschema für die zu verwalteten Daten eines Hypervideo-Dokumentes festzulegen. Damit bezieht sich die Aufgabe der Verwaltung sowohl auf die Inhalte als auch auf die Verknüpfungen zwischen den Inhalten und bildet ein nicht-lineares Organisationsschema. Das Datenmodell hat dafür Sorge zu tragen, dass ein flexibler Zugriff auf den Informationsraum bestehend aus Inhalten und Struktur gewährleistet wird. Damit eng verbunden sind die Extraktion von Inhalten aus dem Informationsraum sowie die Integration von neuen Inhalten in den Informationsraum.

Prinzipiell wird durch das Datenmodell ein Organisationsschema beschrieben, das die Inhalte über eine Hyperstruktur verknüpft, diese aber nicht inhaltlich verändert. So werden beispielsweise Videoformate, wie z.B. MPEG-, MOV- oder AVI-Formate, bzgl. ihrer inhaltlichen Struktur nicht verändert und bleiben als Standard-Formate bestehen. Die Integration von Strukturdaten in standardisierte Formate würde den Nachteil von neuen proprietären Formaten mit sich führen, die dann z.B. von standardisierten Präsentationswerkzeugen nicht mehr interpretierbar wären.

Um eine hohe Flexibilität im Umgang mit Hypervideo-Inhalten innerhalb einer verteilten Umgebung zu gewährleisten, schlägt das Datenmodell ein Organisationsschema vor, das grundsätzlich den Inhalt von der Hyperstruktur physikalisch trennt. Damit folgt das Datenmodell dem Dexter-Hypertext-Referenzmodell, vgl. dazu den Abschnitt 2.1.3. Die Abbildung 39 zeigt hierzu den schematischen Aufbau einer Video-Annotation zwischen den Inhalten und der Struktur bestehend aus Knoten, Links und Ankern.

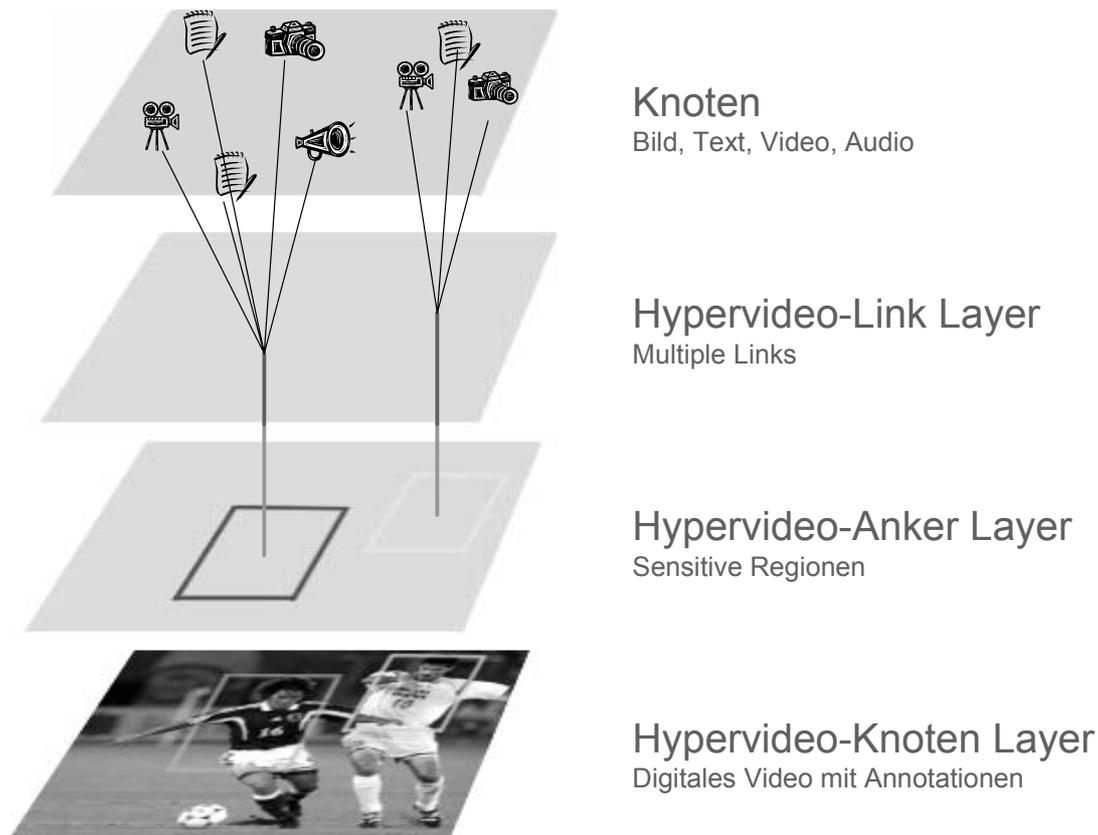


Abbildung 39: Relationen sensibler Regionen in Hypervideo-Strukturen

5.1.4 Definition einer kooperativen Hypervideo-Umgebung

In diesem Abschnitt wird eine Definition für eine kooperative Hypervideo-Umgebung vorgeschlagen. Grundlage für diese Definition bilden die identifizierten Anforderungen sowie der beschriebene Konzeptrahmen aus dem vorherigen Abschnitt. Die Definition dient zur formalen Einordnung des Lösungsansatzes und bildet eine Arbeitsgrundlage zur Überprüfung der erstellten Konzepte und die damit verbundene Erfüllung der aufgestellten Anforderungen.

Definition:

Eine kooperative Hypervideo-Umgebung unterstützt den Wissenstransfer sowie den Wissenserwerb innerhalb von verteilten Gruppen auf der Basis einer videobasierten hypermedialen Informationsstruktur. Die generelle Zielsetzung adressiert dabei den Austausch und die Aufnahme von Wissensinhalten innerhalb der Gruppen mit direktem Bezug auf die verwendeten Videoinhalte. Die Wissensinhalte werden innerhalb eines dynamischen Informationsraums repräsentiert, der sich aus den Kategorien Video, Information und Kommunikation zusammensetzt. Der dynamische Informationsraum beschreibt dabei das zugreifbare Wissen als Wissensbasis der Gruppe und kann durch den Einzelnen erweitert bzw. modifiziert werden.

Gemäß dieser Definition verfügt eine kooperative Hypervideo-Umgebung über folgende Eigenschaften:

- *Videoorientiert:*
Die wesentlichen Medienobjekte einer kooperativen Hypervideo-Umgebung sind audiovisuelle Informationsinhalte. Derartige Medienobjekte können mittels Annotationen von Details in einer Videosequenz auf weiterführende Medienobjekte referenzieren, die nicht dem gleichen Medientyp entsprechen müssen.
- *Dynamischer Informationsraum:*
Neben den Videoinhalten werden von der Umgebung kontinuierliche und diskrete Medienobjekte, die nicht dem Medientyp Video entsprechen, unterstützt. Diese Art von Medienobjekten wird in die Gruppen Informationsinhalte und Kommunikationsinhalte untergliedert.
- *Nicht-lineare Struktur:*
Die nicht-lineare kooperative Hypervideo-Struktur wird durch die frei wählbaren Querverweise zwischen den Medienobjekten innerhalb des dynamischen Informationsraums definiert und bildet die Grundlage für eine flexible Navigation.
- *Offene Struktur:*
Die Anzahl von Medienobjekten sowie Verknüpfungen innerhalb der Hypervideo-Struktur wird unter Einhaltung der Dokumentengrenze nicht beschränkt. Des Weiteren wird ein weitgehend ungehinderter Zugang zur Hypervideo-Struktur ermöglicht, um effektive Lese- und Schreibzugriffe ausführen zu können.
- *Interaktive Darstellung:*
Die Abbildung der Inhalte des dynamischen Informationsraums mittels Mensch-Maschine-Schnittstellen wird durch die Umsetzung von Interaktions-, Navigations- sowie Präsentationskonzepten unterstützt.
- *Kooperative Erweiterbarkeit:*
Für den Austausch und die Aufnahme von Wissensinhalten zwischen Gruppenteilnehmern stellt die kooperative Hypervideo-Umgebung Funktionalitäten zur Verfügung, um den dynamischen Informationsraum zu erweitern bzw. zu modifizieren. Damit werden neben den reinen Lesezugriffen auch Schreibzugriffe auf die Hypervideo-Dokumente von der Umgebung unterstützt und bereitgestellt.
- *Kommunikationsunterstützung:*
Die Umgebung fördert den kooperativen Wissenserwerb durch die Realisierung einer weitgehend ungehinderten Kommunikation zwischen den Teilnehmern einer Gruppe. Hierbei werden insbesondere die Förderung des gemeinsamen Wissenshintergrunds sowie das Wissen und die Präsenz um die Teilnehmer adressiert.
- *Metadatenbeschreibung:*
Metadaten, bzw. die Auswertung von Metadaten bzgl. der Inhalte des dynamischen Informationsraums, werden für die Informationsgewinnung sowie zur Identifikation, Lokalisierung und Orientierung innerhalb der Hypervideo-Struktur gebildet und verwendet.

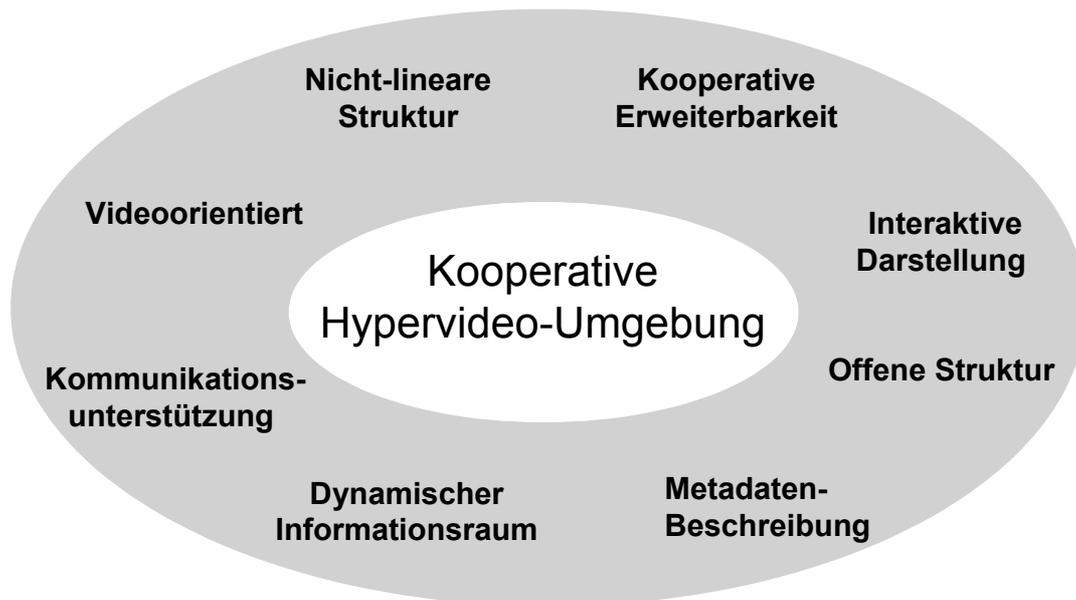


Abbildung 40: Eigenschaften einer kooperativen Hypervideo-Umgebung

5.2 Bedienungskonzept

Die vorrangige Aufgabe des Bedienungskonzepts ist die Modellierung der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Diese setzt sich im Einzelnen aus dem Interaktionsmodell und dem Darstellungsmodell zusammen. Das Interaktionsmodell beschreibt dabei die Art und Weise, wie ein Nutzer mit dem System interagieren kann. Das Darstellungsmodell übernimmt die Aufgabe, wie das System bzw. die Umgebung auf die Interaktionen als Nutzereingabe zu reagieren hat. Somit ist der vorrangige Fokus des Darstellungsmodells die Visualisierung der Medienobjekte innerhalb des dynamischen Informationsraumes ausgehend von der Interaktion des Nutzers.

Eine wesentliche Eigenschaft des Bedienungskonzepts ist die eventbasierte Kommunikation. Das bedeutet, dass die Initialisierung der Darstellung eines Medienobjektes aus dem dynamischen Informationsraum immer vom Nutzer ausgeht. Selbstablaufende Präsentationen, wie sie z.B. mit Microsofts PowerPoint generiert werden können, stehen somit nicht im primären Fokus dieser Arbeit. Schlussendlich obliegt es vorrangig dem Nutzer, der durch seine eigene Interaktion bestimmt, was über die Oberfläche der Mensch-Maschine-Schnittstelle dargestellt werden soll. Aus der Perspektive des Nutzers entspricht dabei die Darstellung der Medienobjekte immer nur einem Ausschnitt aus dem gesamten dynamischen Informationsraum.

Aus einer abstrakten Systemsicht lässt sich der Zusammenhang zwischen dem Interaktionsmodell und dem Darstellungsmodell wie folgt als sequentieller Prozessablauf beschreiben. Durch die Interaktion des Nutzers mit der Oberfläche wird ein durch das Interaktionsmodell im Vorhinein modelliertes Ereignis ausgelöst und in ein fachliches Systemereignis überführt. Dieses Systemereignis wird anschließend der Applikationsschicht innerhalb der Systemumgebung übergeben. Ein Systemereignis stellt in einem engen Sinne eine Aufgabe dar, die vom System abgearbeitet werden muss. Das Ergebnis der Aufgabe wird an die Oberfläche zurückgegeben bzw. dargestellt und entspricht folglich der Systemreaktion auf die Interaktion des Nutzers. Shneiderman beschreibt diese Form der Interaktion auch als

direkte Manipulation [Shne83] und formuliert dazu folgende Eigenschaften [Shne87] bzgl. der Mensch-Maschine-Schnittstelle:

- Die Erlernbarkeit der Bedienung ist für den Anfänger leicht und einfach.
- Für den Experten bildet die Bedienung eine effiziente Unterstützung seiner Arbeitsweise.
- Für den Gelegenheitsbenutzer sind die Interaktionsmöglichkeiten leicht zu behalten bzw. besitzen einen hohen Wiedererkennungswert.
- Bei der direkten Manipulation sind Fehlermeldungen weitgehend ausgeschlossen und werden nur in seltenen Fällen benötigt.
- Systemreaktionen sind für den Benutzer nachvollziehbar und leicht verständlich.
- Es besteht für den Benutzer die Möglichkeit, einmal getätigte Eingaben rückgängig zu machen.

Die hier beschriebenen Eigenschaften zur direkten Manipulation innerhalb eines Bedienungskonzepts beschreiben einen idealisierten Fall und sind stark von dem adressierten Aufgabenbereich der Anwendung abhängig. Sie sollen aber dennoch einen Anhaltspunkt für die Modellierung des Bedienungskonzepts bieten. Im Folgenden wird die Bildung des Interaktionsmodells sowie des Darstellungsmodell fortgeführt.

5.2.1 Sichtenmodell

Wie bereits einleitend im Abschnitt 5.2 beschrieben, basiert das Bedienungskonzept hinsichtlich der Nutzerführung im Wesentlichen auf einer eventbasierte Kommunikation, das bedeutet: Durch die Nutzereingabe werden vordefinierte Systemereignisse erzeugt, durch das System bearbeitet und als Ergebnis an die Bedienungsoberfläche zurückgegeben. Wie diese Ergebnisse durch die Bedienungsoberfläche dargestellt werden, wird durch das *Sichtenmodell* beschrieben. Das Sichtenmodell im Rahmen des Bedienungskonzepts ist dafür verantwortlich, wie die Basiselemente und die Hypervideo-Struktur als Ganzes sowie im Einzelnen abgebildet werden.

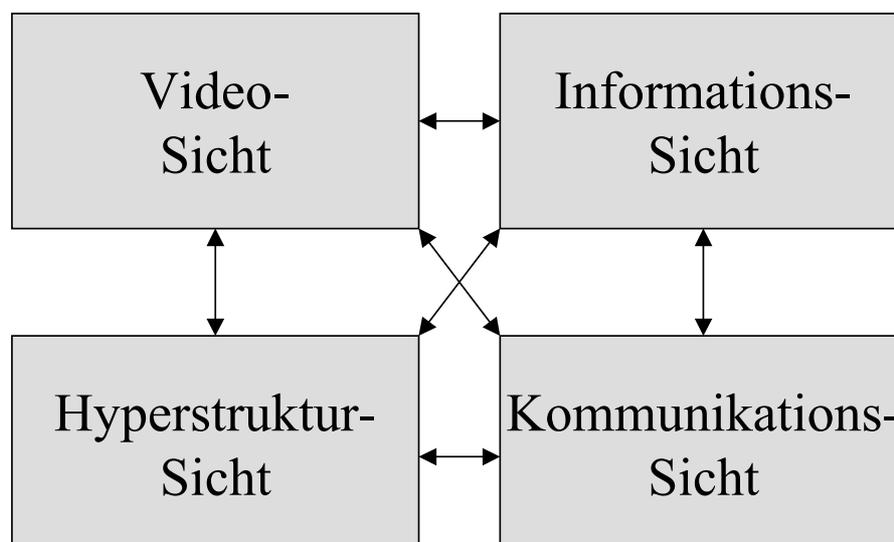


Abbildung 41: Abstraktes Sichtenmodell

Die Beschreibung der drei Basiselemente sowie der Hyperstruktur im Abschnitt 5.1.2 hat ein für das Bedienungskonzept wichtiges Ergebnis aufgezeigt, nämlich die unterschiedlichen Aufgaben sowie Eigenschaften, die damit verknüpft sind. Um den Nutzern einen möglichst

einfachen und leicht erkennbaren Zugang zu gewährleisten, wird an dieser Stelle vorgeschlagen, die Bedienungsoberfläche so zu gestalten, dass die jeweils dargestellten Inhalte durch den Nutzer eindeutig den Basiselementkategorien zugeordnet werden können. Dadurch werden die Überschaubarkeit sowie die Orientierung innerhalb des Informationsraums bzgl. der Mensch-Maschine-Schnittstelle gefördert. Die visuelle Trennung der Elemente gilt entsprechend auch für die Visualisierung der Hyperstruktur. Die Abbildung 41 zeigt die abstrakte Darstellung des Sichtenmodells.

Die Darstellung des abstrakten Sichtenmodells in einer konkreten Systemumgebung hängt von unterschiedlichen Parametern ab. Entscheidend dabei ist nicht zuletzt der verwendete Gerätetyp. So ist es nachvollziehbar, dass sich ein Bedienungskonzept eines PCs stark von dem eines Fernsehgerätes oder eines PDAs unterscheidet. Allen gemeinsam ist jedoch die Vorgabe, die Inhalte bzgl. ihrer Aufgaben und Eigenschaften voneinander zu trennen. Die Abbildung 42 zeigt zu den hier erwähnten Endgerätetypen drei grundlegende Kategorien zur unterschiedlichen Umsetzung des abstrakten Sichtenmodells auf konkrete Anwendungen. Je nach Anforderung können auch Mischformen auf der Basis dieser drei Kategorien Verwendung finden.

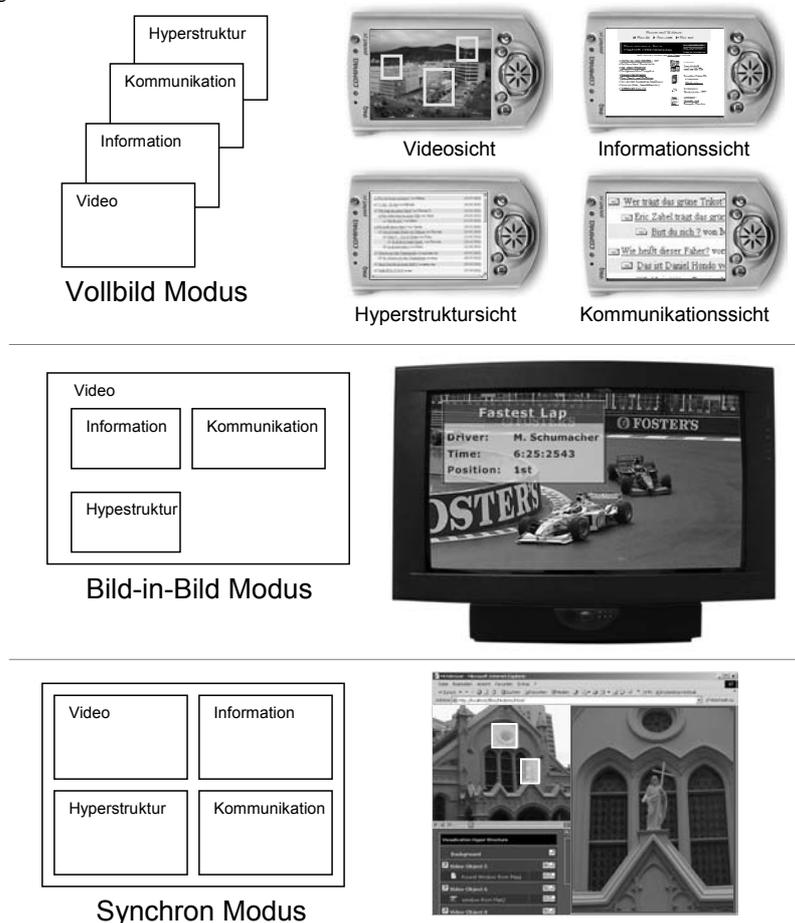


Abbildung 42: Beispiele für eine Konkretisierung des abstrakten Sichtenmodells

Ist die verfügbare Displayfläche sowie deren Auflösung als sehr klein einzuschätzen (z.B. bei PDAs), macht es wenig Sinn, die unterschiedlichen Sichten gleichzeitig darzustellen, da die Gefahr besteht, dass die präsentierten Inhalte nur unleserlich dargestellt werden können. An dieser Stelle bietet sich ein *Vollbild Modus* an, der nur eine Sicht zur Zeit visuell darstellt. Ein entsprechendes Bedienungskonzept ist dafür verantwortlich, Eingabefunktionen bereitzustellen, um den Wechsel zwischen den einzelnen Sichten einfach und nachvollziehbar durchzuführen, vgl. dazu [FiGT03].

Bei Endgeräten, die über eine große Displayfläche verfügen, allerdings im Vergleich dazu eher eine geringe Auflösung aufweisen (z.B. bei Fernsehformaten, wie PAL oder NTSC), bietet sich ein *Bild-in-Bild Modus* an. Hierbei wird primär die Videosicht gezeigt. Auf Grund einer Nutzerinteraktion wird die Videosicht entsprechend mit weiteren Sichten überlagert, um Systemergebnisse darzustellen, vgl. dazu [Fink02]. Die Dauer der Einblendung sollte dabei durch die Nutzer kontrollierbar sein, damit eine individuelle Anpassung bzgl. ihrer Lesegeschwindigkeit ermöglicht wird.

Große Displayflächen mit hohen Auflösungen (z.B. bei gängigen Standard-PCs) bieten die Möglichkeit, Sichten gleichzeitig darzustellen, vgl. [StZF05]. Der Vorteil einer derartigen Anordnung in einem *Synchron Modus* ist nach Mayer [Maye01] die Möglichkeit, Relationen zwischen assoziierten Inhalten zeitlich sowie räumlich direkt visuell darzustellen, vgl. dazu Abschnitt 3.2.2. Auf der anderen Seite muss hier speziell der Gefahr einer Überladung durch das Bedienungskonzept vorgebeugt werden, so dass nicht zu viele Inhalte gleichzeitig auf der Bedienungsoberfläche erscheinen und den Nutzer kognitiv überbelasten.

Die Visualisierung und somit die Kennzeichnung von Relationen zwischen assoziierten Inhalten ist speziell für nicht-lineare Hyperstrukturen sehr wichtig. Für einen Nutzer ist es z.B. wichtig, eine Zuordnung zwischen einem Videoobjekt und einer assoziierten Zusatzinformation zu erkennen. Infolgedessen gibt es Abhängigkeiten zwischen den Sichten, die durch die Pfeile in der Abbildung 41 verdeutlicht werden. Ein Beispiel hierzu ist die Aktivierung eines Hypervideo-Links in der Videosicht, die zur Darstellung eines neuen Inhaltes in der Informationssicht führt. Die entsprechende sensitive Region muss speziell gekennzeichnet werden, damit der Nutzer auch über seine Interaktion hinaus das Videoobjekt erkennen kann, das mit dem präsentierten Zielobjekt eine Relation besitzt. Dies trifft auf alle Objekte innerhalb der kooperativen Hypervideo-Struktur zu, da das Wissen um Relationen zwischen Objekten ein wesentlicher Aspekt bei der Wissensbildung ist, vgl. [DoFa85].

5.2.2 Funktionsraum

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird der *Funktionsraum* als Container aller Funktionen bezeichnet, die durch den Nutzer über das Bedienungskonzept ausgeführt werden können. Folglich ist der Funktionsraum dafür verantwortlich, in welcher Art und Weise Inhalte aus dem dynamischen Informationsraum extrahiert bzw. in ihm integriert werden.

Der Zugang zu den Funktionen innerhalb des Funktionsraums wird über die Sichten realisiert. Das bedeutet, dass der Nutzer mit einer Sicht interagiert, um die jeweilige gewünschte Funktion zu aktivieren. Das Ergebnis des Funktionsaufrufs wird dann durch die Sichten visualisiert. Entsprechend kann zu einem Zeitpunkt mit nur einer Sicht interagiert werden, da zwei Funktionen durch den Nutzer nicht zeitgleich aufgerufen werden können. Das Ergebnis kann allerdings eine Veränderung einer oder mehrerer Sichten zur Folge haben. Dabei muss nicht notwendigerweise die Sicht, aus der die Funktion aufgerufen wurde, einer Veränderung unterliegen. Weiterhin kann eine Funktion durch unterschiedliche Zugangsmechanismen in verschiedenen Sichten aufgerufen werden. Dadurch vergrößert sich zwar nicht der Funktionsraum, aber die Nutzer können über unterschiedliche Wege gleiche Funktionen aufrufen, was zu einem flexibleren Umgang mit der Bedienungsoberfläche führt und dementsprechend eine adaptive Anpassung an unterschiedliche Bedienungsstrategien der Nutzer ermöglicht.

Zur Erfüllung der identifizierten Anforderungen und der Eigenschaften aus der Definition einer kooperativen Hypervideo-Umgebung (vgl. Abschnitt 5.1.4) werden dem Funktionsraum folgende Funktionsklassen zugeordnet:

- Video-Annotation
- Videointeraktion
- Navigation
- Dialogführung

Diese Funktionsklassen bilden die Basisfunktionalität der kooperativen Hypervideo-Umgebung und werden bei der Bildung der Referenzarchitektur so umgesetzt, dass sich der daraus ergebene Funktionsraum leicht durch weitere Funktionen erweitern lässt, vgl. dazu die Bildung der Referenzarchitektur in Abschnitt 5.3. Entsprechend kann der hier vorgestellte Funktionsraum nicht den Anspruch der Vollständigkeit in Bezug auf alle möglichen Anwendungsszenarien erheben, sondern beschreibt die grundlegenden Basisfunktionen, die innerhalb einer kooperativen Hypervideo-Umgebung zur Erfüllung der Anforderungen benötigt werden. Im Folgenden wird auf diese Funktionsklassen detailliert eingegangen.

5.2.3 Video-Annotation

Die Kernidee dieser Arbeit ist es, durch den kooperativen Wissenserwerb eine gemeinsame zugreifbare *Wissensbasis* (engl. *knowledge space*) zu konstruieren, um den Wissensaustausch zwischen Gruppenteilnehmern zu fördern und so eine intensivere Auseinandersetzung mit den Wissensinhalten zur Bildung von neuem individuellen Wissen bei dem Einzelnen zu stimulieren. Die Wissensstruktur definiert sich dabei nach Doignon und Falmagne [DoFa85] durch die Menge aller *Wissensinhalte* (auch als Wissensbausteine bezeichnet) sowie ihrer Relationen zueinander. Bildet ein Wissensinhalt notwendiges Vorwissen für das Verständnis eines weiteren Wissensinhalts, so besteht zwischen diesen beiden Inhalten eine *Vorwissens-Relation*, die einen wesentlichen Anteil an dem Wissenserwerb besitzt.

Die Übertragung dieser Kernidee auf eine kooperative Hypervideo-Umgebung bedeutet, dass Gruppenteilnehmer neue Wissensinhalte in die gemeinsame Wissensbasis integrieren und somit durch die Definition von Relationen zu bereits vorhandenen Wissensinhalten die Wissensstruktur dynamisch modifizieren bzw. erweitern. Die Wissensinhalte lassen sich ferner auf den Inhaltsraum abbilden und den Basiselementen Video, Information und Kommunikation zuordnen. Daraus kann abgeleitet werden, dass die Wissensstruktur als Träger aller Relationen ferner den Rahmen vorgibt, wie ein Nutzer innerhalb der Wissensbasis navigieren und auf Inhalte zugreifen kann.

Die Bildung einer Wissensstruktur und die damit verbundenen Definitionen von Relationen bzw. Verknüpfungen zwischen den Wissensinhalten ist ein Funktionsbereich, der für die kooperative Hypervideo-Umgebung als *Annotation* beschrieben wird. Damit stellt der Funktionsbereich Annotation eines der wesentlichen Werkzeuge der Umgebung zur Bildung einer gemeinen zugreifbaren Wissensbasis dar. Der Teilbereich *Video-Annotation* beschreibt diesbezüglich die Bildung solcher Relationen innerhalb einer Wissensstruktur, die entweder ein Videoobjekt als Senke (Ziel) oder Quelle (Ursprung) eines Hypervideo-Links beinhaltet. Dabei wird das betreffende Videoobjekt durch die Generierung einer sensitiven Region visuell im Film repräsentiert.

Hierbei stellt sich die Frage, ob ein Videoobjekt innerhalb einer Filmsequenz als ein eigenständiger Wissensinhalt bezeichnet werden kann oder nicht. Es ist zu bedenken, dass auf Grund der Generierung einer sensitiven Region das entsprechende Videoobjekt aus dem Kontext des Films durch den Autor *gewollt* hervorgehoben wird. Mittels der visuellen Kennzeichnung des Videoobjekts durch eine graphische Markierung der assoziierten sensitiven Region wird dieser Eindruck eines eigenständigen Wissensinhalts verstärkt wahrgenommen. Ferner ist auch die Möglichkeit einer direkten Interaktion mit dem Videoobjekt selbst ein weiteres Indiz dafür, als eigenständiger Wissensinhalt zu gelten. Auf

Grund dieser Betrachtung wird an dieser Stelle vorgeschlagen, dass ein durch eine sensitive Region repräsentiertes Videoobjekt als ein eigenständiger Wissensinhalt definiert wird.

Durch den Funktionsbereich Video-Annotation kann ein Videoobjekt mit einem weiteren Element aus dem Inhaltsraum verknüpft und somit in Relation gesetzt werden. Ein Videoobjekt kann dabei eine Verknüpfung mit einem weiteren Videoobjekt, einer Zusatzinformation oder auch einem Kommunikationsinhalt eingehen. Die Verbindung zweier Videoobjekte kann sowohl in der gleichen Videosequenz als auch zwischen physisch getrennten Videosequenzen gebildet werden. Die Verbindung als solche entspricht dabei einem bidirektionalen Hypervideo-Link. Für die Senke eines Hypervideo-Links bietet die Bidirektionalität den Vorteil zu wissen, von welchem Dokument sie aufgerufen werden kann. Folglich kann die Senke auch Links zur Aktivierung von Inhalten anbieten, die ursprünglich als Quellen des Hypervideo-Links definiert wurden. Die Abbildung 43 zeigt ein Beispiel für die verschiedenen Verlinkungen zwischen den Basiselementen des Inhaltsraums ausgehend von einem Videoobjekt.



Abbildung 43: Beispiel zur Verlinkung der Basiselemente im Hypervideo

Aus der bisherigen Betrachtung kann aus technischer Sicht zusammengefasst werden, dass es mit Hilfe der Video-Annotation möglich ist, eine nicht-lineare Hypervideo-Struktur zu bilden. Damit können einerseits Videoobjekte als neue Wissensinhalte aus dem Kontext des Films entstehen, andererseits können durch diesen Funktionsbereich Videoobjekte mit weiteren Inhalten in Relation gesetzt werden. Folglich wird durch die Video-Annotation die Forderung aus dem Abschnitt 3.2.2 erfüllt, welche die Bildung einer nicht-linearen Struktur zwischen assoziierten Inhalten für einen direkten und schnellen Zugang zur Wissensbasis fordert. Entsprechend kann der Funktionsbereich der Video-Annotation in zwei grundlegende Teilbereiche aufgeteilt werden:

- *Sensitive Regionen*: Der erste Teilbereich adressiert die Bildung von Videoobjekten und folglich die Generierung sensitiver Regionen. Die sensitiven Regionen als Repräsentatoren der Videoobjekte haben zwei Aufgaben zu erfüllen. Die erste Aufgabe ist die visuelle Kennzeichnung des Objekts im Video. Die zweite Aufgabe betrifft die Möglichkeit des Nutzers, mit der sensitiven Region zu interagieren, um einen Zugang zu weiteren Wissensinhalten zu erhalten.
- *Hypervideo-Links*: Der zweite Teilbereich betrifft die Bildung von Relationen und somit die Definition von Hypervideo-Links innerhalb einer nicht-linearen Wissensstruktur. Dadurch wird die Verknüpfung zwischen einem Videoobjekt als Senke oder Quelle eines Links mit weiteren Wissensinhalten erzielt.

Die Frage stellt sich, warum diese beiden Bereiche getrennt voneinander betrachtet werden. Der Grund hierfür ist das damit verbundene kooperative Interaktionsmodell, in dem diese Bereiche unterschiedlich von einer Teilnehmergruppe verwendet werden. Auf Grund des adressierten kooperativen Szenarios ist es nachvollziehbar, dass derjenige Nutzer, der eine sensitive Region generiert, nicht unbedingt auch den dazugehörigen Link definiert. Das bedeutet, der Zeitpunkt der Generierung einer sensitiven Region sowie die Definition eines Links können stark voneinander abweichen.

Ferner kann eine sensitive Region als Senke oder auch als Quelle definiert werden. Hierbei ist die Unterstützung multipler Linkstrukturen eine wesentliche Eigenschaft der kooperativen Hypervideo-Struktur und somit des Interaktions- und Darstellungsmodells. Der multiple Ansatz bietet die Möglichkeit, eine sensitive Region mit mehreren Verbindungen zu unterschiedlichen Inhalten zu verknüpfen. Das bedeutet, dass beispielsweise zu einer sensitiven Region mehr als nur ein Hypervideo-Link definiert werden kann, um so Relationen zu unterschiedlichen Wissensinhalten bilden zu können. Dies ist speziell für eine kooperative Zusammenarbeit in einer Gruppe von großer Wichtigkeit, da die Situation auftreten kann, dass mit demselben Videoobjekt unterschiedliche Wissensinhalte von verschiedenen Nutzern verknüpft werden und so eine Vielzahl von Relationen zwischen den Inhalten entstehen können. Im Folgenden wird bzgl. des Bedienungskonzeptes auf die Bereiche *Generierung sensitiver Region* sowie *Definition von Hypervideo-Links* getrennt voneinander eingegangen.

Generierung sensitiver Regionen

Die Generierung einer sensitiven Region kann gleichgesetzt werden mit der Markierung von Wörtern oder auch Wortfolgen innerhalb Textpassagen, wie sie beispielsweise in HTML-Dokumenten zu finden sind. Es wird damit das Ziel verfolgt, einen bestimmten Teilbereich aus dem Kontext eines gesamten Inhalts gewollt hervorzuheben und dies dem Betrachter visuell zu verdeutlichen. Aus der Perspektive des Betrachters wird seine Aufmerksamkeit bzgl. des gesamten Inhalts stark auf die annotierten Inhalte gelenkt. Der Inhalt bekommt durch die Annotationen in Form von visuellen Markierungen einen gerichteten Schwerpunkt bzgl. der damit verfolgenden Aussage. Es können somit Teilaspekte aus dem Kontext des gesamten Inhaltes hervorgehoben und dem Nutzer verdeutlicht werden.

Aus einer abstrakten Sicht gibt es bei der Annotation von Inhalten zwischen kontinuierlichen und diskreten Medien keinen Unterschied bezogen auf die oben beschriebene Zielsetzung. Für eine konkrete Umsetzung ist allerdings der Aufwand von Annotationen in kontinuierlichen Medien als weitaus höher einzuschätzen.

Der Prozess der Markierung von Videoinhalten und somit von Videoobjekten im kontinuierlichen Medium Video wird hier als *Generierung sensitiver Regionen* definiert. Die Generierung sensitiver Regionen erfüllt für ein Hypervideo zwei grundlegende Aufgaben:

- *Visualisierung*: Auf Grund der Generierung sensitiver Regionen lassen sich Videoobjekte aus dem Kontext des Films hervorheben und visuell verdeutlichen.
- *Interaktion*: Durch die Fläche der sensitiven Region wird gleichzeitig der zulässige Interaktionsbereich festgelegt, über den der Nutzer beispielsweise einen Hypervideo-Link mittels eines Mauszeigers aktivieren kann.

Der Prozess der Generierung sensitiver Regionen wird für das Bedienungskonzept in drei Unterprozesse modelliert, siehe dazu die Abbildung 44. Jeder Unterprozess stellt eine für sich abgeschlossene Einheit dar. In welcher Reihenfolge die Unterprozesse durch ein konkretes Bedienungskonzept eingebunden werden, hängt von einer realen Systemumsetzung ab.

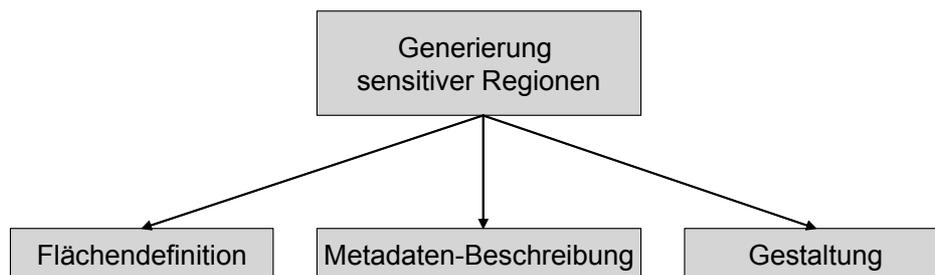


Abbildung 44: Modellierung des Prozesses zur Generierung sensitiver Regionen

Flächendefinition

Der Prozess der Flächendefinition dient zur Festlegung eines Bereiches innerhalb des Videobilds als Grundlage einer sensitiven Region. Ein Objekt innerhalb einer Videosequenz, das als sensitive Region definiert werden soll, wird mit einem derartigen Bereich überlagert. Ein Beispiel hierzu wird in der Abbildung 45 gegeben. Es zeigt drei Videoobjekte, die aus dem Kontext der Videosequenz durch jeweils ein Rechteck visuell hervorgehoben sind.



Abbildung 45: Flächendefinition mit Rechtecken

Da sich Videoobjekte über die Zeit räumlich verändern können, ist es für die Flächendefinition wichtig, neben der räumlichen Beschreibung auch eine zeitliche Beschreibung zu beinhalten. Dadurch kann ein Videoobjekt mit einer Fläche überlagert

werden, solange es sich visuell im Videobild befindet. Der Vorteil ist dabei, dass die Hervorhebung von Videoobjekten während des laufenden Films geschehen kann und somit nicht an speziellen Einzelbildern, wie beispielsweise bei dem HyperFilm-System (vgl. dazu Abschnitt 4.1.1), gebunden ist.

Die Form des durch die Flächendefinition eingenommenen Bereichs kann unterschiedliche Ausprägungen haben. Die Abbildung 46 zeigt hierzu drei Beispiele. Im ersten und zweiten Einzelbild werden Flächen definiert, die durch einfache geometrische Formen bestimmt sind. Die Beschreibung beispielsweise des Kreises im zweiten Einzelbild kann aus den Parametern *Radius* und *Position* zur Bestimmung der Fläche im 2-dimensionalen Videobild gebildet werden. Ähnlich einfach gestaltet sich die Definition der Fläche als Rechteck im ersten Einzelbild. Die Beschreibung der Flächen im dritten Einzelbild bezieht sich jeweils auf die Kontur der Objekte. Dies kann zu einer höheren Komplexität der Beschreibung bzgl. der Form führen, da einfache Geometrien hierfür häufig nicht mehr ausreichen. Derartige konturbasierte Flächenbeschreibungen zur Definition von sensitiven Regionen bieten allerdings den Vorteil einer hohen Genauigkeit bzgl. des gewünschten Ausschnitts. Dementsprechend ist aber auch der technische Aufwand, bezogen auf die Generierung, Darstellung und Speicherung derartiger Flächendefinitionen, als sehr viel höher einzuschätzen. Inwieweit die Flächenform einer sensitiven Region einen Einfluss auf den Wissenserwerb eines Nutzers besitzt, beschreibt eine interessante Fragestellung, die im Rahmen dieser Arbeit allerdings nicht weiter eruiert wird.

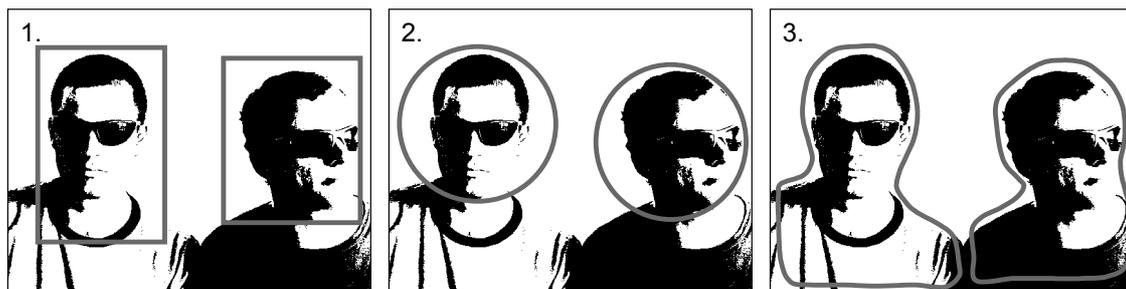


Abbildung 46: Beispiel für Flächendefinitionen sensitiver Regionen

Wie bereits beschrieben, legt die Definition der Fläche für das Interaktionsmodell auch den Bereich für den Nutzer fest, um beispielsweise die Aktivierung eines Hypervideo-Links auszulösen und somit Zugriff auf damit verknüpften Objekte zu erhalten. Es ist nachvollziehbar, dass der Aufwand für die Auswertung, ob ein Klick mit einem Mauszeiger innerhalb einer Fläche liegt, stark von der Form der Fläche abhängt. Konturbasierte Flächendefinition, wie die in der Abbildung 46, fordern hierzu einen weitaus höheren Aufwand als beispielsweise einfache Rechtecke. Welche Formen für eine Flächendefinition zugelassen werden, hängt von einer konkreten Anwendung ab und wird dementsprechend nicht durch das vorliegende Konzept näher festgelegt.

Zur Minimierung des Aufwands der Definition von Flächen als sensitive Regionen bzgl. der anfallenden Datenmengen wird die *Keyframe-Methode* vorgeschlagen, vgl. [FBJW01]. Hierbei besitzt jedes Videoobjekt mindestens einen *Start-Keyframe* und einen *End-Keyframe*, welche die Länge des Zeitraums der sensitiven Region bestimmen. Zwischen diesen Keyframes können noch weitere *Mid-Keyframes* definiert werden. Der Sinn dieser Methode besteht darin, den Bewegungspfad des realen Videoobjekts in der Sequenz so genau wie nötig anhand der Keyframes nachzubilden, allerdings ohne eine Definition von Keyframes für jedes Einzelbild einer Videosequenz vornehmen zu müssen, vgl. dazu die Abbildung 47.

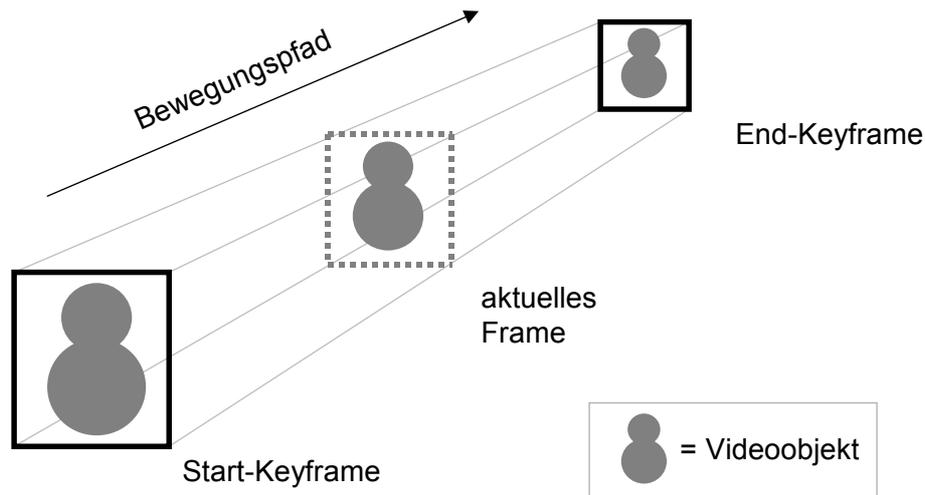


Abbildung 47: Lineare Interpolation einer Fläche

Liegt für ein Einzelbild kein entsprechender Keyframe vor, wird die benötigte Flächendefinition mittels Interpolationsverfahren aus den vorherigen bzw. nachfolgenden Keyframes berechnet. Zur Berechnung bietet sich ein lineares Interpolationsverfahren an, da der Algorithmus sehr einfach ist, sehr schnell arbeitet und die benötigte Genauigkeit für viele Szenarien erfüllt. Die lineare Interpolation zwischen zwei Punkten in unterschiedlichen Einzelbildern lässt sich wie folgt berechnen:

$$P_{act} = \left(\frac{F_{act} - F_1}{F_2 - F_1} \right) * (P_2 - P_1) + P_1$$

P_1 = Punkt im Start-Keyframe

F_1 = Start-Frame

P_2 = Punkt im End-Keyframe

F_2 = End-Frame

F_{act} = aktueller Frame

P_{act} = gesuchter Punkt zum aktuellen Frame

Die Definition von Keyframes zur Nachbildung des Bewegungspfads wird zu folgenden Objaktereignissen vorgeschlagen:

- Das Videobjekt erfährt eine Beschleunigungsänderung.
- Das Videobjekt ändert seine Größe.
- Das Video verändert die Richtung auf seinem Bewegungspfad.

Die nachstehende Abbildung zeigt ein Beispiel mit drei Keyframes über eine Länge von 250 Einzelbildern, in denen ein Spieler mittels der Keyframe-Methode als sensitive Region definiert ist. Die Position des Spielers in den restlichen Bildern wird über das lineare Interpolationsverfahren berechnet.

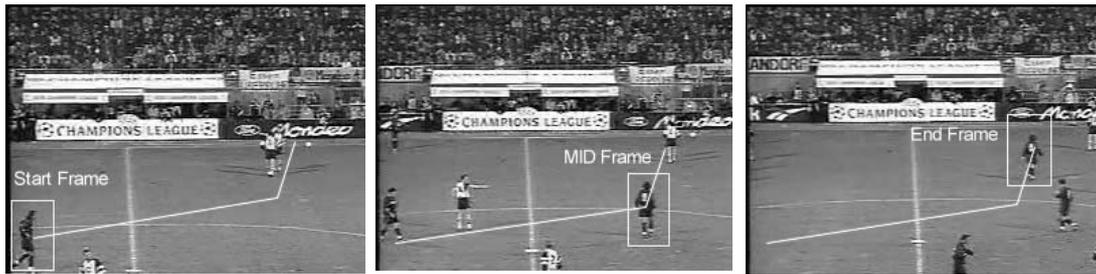


Abbildung 48: Objektverfolgung mit der Keyframe-Methode

In Videosequenzen tritt häufig der Fall auf, dass ein Videoobjekt für einen gewissen Zeitraum im Videobild sichtbar ist, dann aus dem Videobild austritt, um zu einem späteren Zeitraum wieder in das Videobild einzutreten. Diese zeitliche Eigenschaft eines Videoobjekts lässt sich durch *Zeitintervalle* modellieren, in denen es im Videobild sichtbar respektive nicht sichtbar ist. Die Abbildung 49 verdeutlicht diesen Zustand anhand einer Videosequenz.

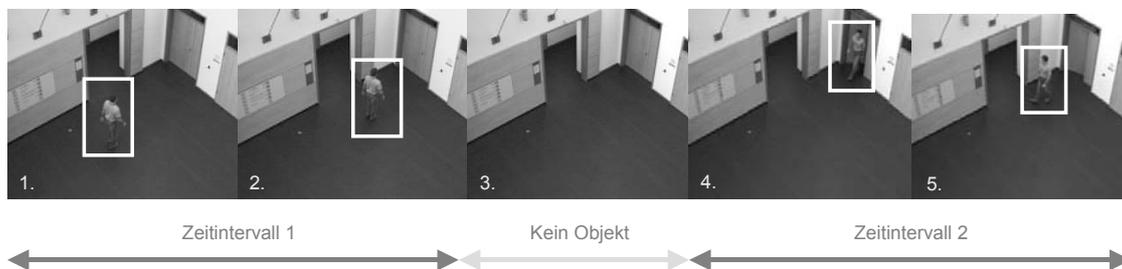


Abbildung 49: Konzept der Definition von Zeitintervallen

Durch die Modellierung dieser zeitlichen Eigenschaft eines Videoobjekts auf Basis von Zeitintervallen kann eine sensitive Region innerhalb einer Videosequenz zu verschiedenen Zeiträumen definiert werden. Jedes Zeitintervall besteht demnach aus einem Startframe und einem Endframe sowie einer Anzahl optionaler Midframes, vgl. dazu die Abbildung 48.

Der Vorteil dieser Modellierung liegt in der Verbindung zu den Verweisen und der Festlegung der Gestaltung sowie der Beschreibung durch Metadaten. Bei gegenwärtigen Hypervideosystemen muss, nachdem ein Videoobjekt wieder in ein Videobild eintritt, eine neue sensitive Region definiert werden, welche die gleichen Verweise wie zu einem vorherigen Zeitpunkt referenziert. Auch muss die Gestaltung der sensitiven Region, sofern sie individuell definiert werden kann, noch einmal durchgeführt werden. Gleiches gilt für die Beschreibung möglicher Metadaten. Dieser Mehraufwand kann durch das Konzept der Zeitintervalle elegant umgangen werden und verringert somit den Prozess der Generierung sensitiver Regionen.

Gestaltung

Die Gestaltung freibeweglicher sensitiver Regionen in Videosequenzen muss verschiedene Anforderungen erfüllen, vgl. dazu Kapitel 3. Hierbei besteht die Aufgabe der Gestaltung darin, sensitive Regionen so zu visualisieren, dass Videoinhalte so wenig wie möglich in ihrer Aussagefähigkeit manipuliert bzw. verfälscht werden, sie den Nutzer aber gleichzeitig auf vorhandene Verweisstrukturen hinweisen. Für die Visualisierung sensitiver Regionen schlägt das Konzept exemplarisch drei Gestaltungsarten vor. Diese Gestaltungsarten werden durch die Abbildung 50 beispielhaft dargestellt.



Abbildung 50: Gestaltungskonzepte sensibler Regionen

Gestaltungskonzept	Beschreibung
Kontur	Das erste Gestaltungskonzept visualisiert die Konturen bzw. Randbegrenzung der durch die sensiblen Regionen definierten Flächen im Videobild. Die durch die sensitive Region eingenommene Fläche selbst wird dabei visuell nicht verändert.
Transparenz	Das zweite Gestaltungskonzept sieht die visuelle Veränderung der Fläche einer sensiblen Region vor. Dem Nutzer wird der Anschein vermittelt, dass eine transparente Fläche über ein Videoobjekt gelegt wird. Der Vorteil dieser Visualisierung ist, dass das Videoobjekt unterhalb der transparenten Fläche weiterhin, wenn auch visuell leicht verändert, nicht vollständig verändert ist.
Kombination	Das dritte Gestaltungskonzept setzt sich aus der Kombination des ersten und zweiten Gestaltungskonzepts zusammen. Dadurch können sowohl Konturen als auch transparente Flächen innerhalb der Videosicht visualisiert werden.

Tabelle 10: Beschreibung des Gestaltungskonzepts sensibler Regionen

Transparente Flächen können im Videobild durch die Manipulation der dafür vorgesehenen Bildpixel erzeugt werden. Hierbei handelt es sich häufig um eine lineare Anhebung der entsprechenden Bildpunkte.



Abbildung 51: Verbesserung der Visibilität durch Kontrast-Filter

Für eine verbesserte Visibilität der sensiblen Regionen im Videobild wird das Gestaltungskonzept in Bezug auf die Verwendung von Bildverarbeitungsfunktionen als Filter zur Erzeugung der transparenten Flächen erweitert, siehe dazu die Verwendung eines Kontrast-Filters in Abbildung 51. Damit ist es möglich, Objekte im Video stärker bezogen auf ihre visuelle Darstellung aus ihrem Kontext hervorzuheben. Exemplarisch für die kooperative Hypervideo-Umgebung werden an dieser Stelle drei Filtertypen genannt.

Filtertyp	Beschreibung
<i>Helligkeit</i>	Der Helligkeitsparameter erlaubt eine für alle Bildpunkte gültige lineare Anhebung der Farbwerte.
<i>Kontrast</i>	Durch die Verwendung des Kontrastparameters können die einzelnen Konturen innerhalb der Fläche verdeutlicht werden.
<i>Farbwahl</i>	Die transparente Fläche kann bzgl. der Farbwahl individuell gestaltet werden.

Tabelle 11: Filter zur Erzeugung sensitiver Regionen

Das Konzept schlägt vor, die Wahl der Gestaltungsparameter immer individuell auf eine sensitive Region zu beziehen. Die Gestaltung kann somit zwischen einzelnen sensitiven Regionen stark variieren. So ist es beispielsweise möglich, sensitive Regionen innerhalb einer Videosequenz mittels einer gleichen Farbkodierung zu gruppieren, um somit ihre Zugehörigkeit visuell im Videobild auszudrücken. Ein Beispiel hierzu wäre ein Fußballspiel, in dem die Spieler beider Teams als sensitive Regionen durch zwei unterschiedliche Farben gekennzeichnet sind. Es lässt sich somit eine Klassifizierung sensitiver Regionen zu unterschiedlichen Gruppen visuell ausdrücken.

Die Abbildung 52 unten zeigt ein Beispiel für die Flächendefinition sowie für die Gestaltung einer sensitiven Region innerhalb zweier Zeitintervalle. Die Beschreibung der sensitiven Region ist mit Hilfe des XML-Beschreibungsformats ausgedrückt.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
- <sensitiveRegionen>
- <Region ID="10">
- <Gestaltung Status="aktiv">
  <Transparenz Farbe="blau" Helligkeit="40%" Kontrast="25%" />
  <Rahmen Farbe="Weiss" Kantenlaenge="7" />
</Gestaltung>
- <Intervall ID="6">
- <KeyframeList>
  <Keyframe Type="Rechteck" FrameNr="10" x1="10" y1="10" x2="20" y2="20" />
  <Keyframe Type="Rechteck" FrameNr="45" x1="15" y1="10" x2="25" y2="20" />
  <Keyframe Type="Rechteck" FrameNr="88" x1="20" y1="10" x2="20" y2="20" />
  <Keyframe Type="Rechteck" FrameNr="98" x1="10" y1="20" x2="40" y2="35" />
  <Keyframe Type="Rechteck" FrameNr="120" x1="30" y1="30" x2="51" y2="55" />
  <Keyframe Type="Rechteck" FrameNr="150" x1="12" y1="15" x2="20" y2="20" />
</KeyframeList>
</Intervall>
- <Intervall ID="2">
- <KeyframeList>
  <Keyframe Type="Rechteck" FrameNr="100" x1="80" y1="82" x2="99" y2="97" />
  <Keyframe Type="Rechteck" FrameNr="123" x1="59" y1="60" x2="74" y2="82" />
  <Keyframe Type="Rechteck" FrameNr="149" x1="30" y1="12" x2="45" y2="13" />
</KeyframeList>
</Intervall>
</Region>
</sensitiveRegionen>
```

Abbildung 52: XML Beschreibung einer sensitiven Region

Metadaten

Bei der Erstellung sensitiver Regionen werden Metadaten erhoben. Diese Metadaten-Beschreibung dient unter anderem dem Visualisierungskonzept der Hypervideo-Struktur, das beispielsweise alle in einer Videosequenz vorkommenden Annotationen auflistet und somit beschreibt. Ferner können Suchanfragen mit Hilfe der Metadaten auf sensitive Regionen bezogen werden. Welche Metadaten bei der Generierung sensitiver Regionen erhoben werden, ist durch eine konkrete Systemumsetzung festzulegen.

Definition Hypervideo-Links

Das generelle Ziel von Hypervideo-Links besteht darin, Videoobjekte mit weiteren Wissensinhalten zu verknüpfen, um ihre Relation zueinander auszudrücken. Dabei liegt die Förderung der Schaffung einer nichtlinearen videobasierten Wissensstruktur zum Zweck des kooperativen Wissenserwerbs im Fokus der vorliegenden Arbeit. Diese Wissensstruktur bildet die Grundlage einer für den Nutzer freibeweglichen Navigation in dynamischen Informationsräumen. Der wesentliche Vorteil dieser freibeweglichen Navigation aus der Perspektive eines Nutzers ist dabei der direkte Zugriff *auf* sowie die unmittelbare Darstellung *von* assoziierten Wissensinhalten im Rahmen der individuellen Wissenskonstruktion. Die auf der Grundlage von Mayers *spatial* und *temporal contiguity principles* [Maye01] formulierte Anforderung eines direkten und schnellen Zugangs zwischen assoziierten Wissensinhalten wird durch die Bildung einer nicht-linearen Wissensstruktur und der damit verbundenen Navigation angestrebt, vgl. dazu auch Abschnitt 3.2.2.

In Kapitel 4 wurden verschiedene Verweisformen gegenwärtiger Hypervideo-Systeme analysiert und diskutiert. Die betrachteten Hypervideo-Systeme adressieren dabei vorrangig Verweise zwischen Videoinhalten und Zusatzinformationen. Dabei ist der Ursprung eines Verweises primär durch das Video vorgegeben. Als Zielknoten werden bei den meisten Systemen Zusatzinformationen oder bestimmte Videoszenen innerhalb einer Videosequenz definiert. Alle hier betrachteten Verweisformen verbinden immer einen Ursprungsknoten mit einem Zielknoten und bieten somit *nur* eine *1-zu-1* Verknüpfung. Die Tabelle 12 gibt einen Überblick über die Verweisformen gegenwärtiger Hypervideo-Systeme.

Ursprung	Ziel	Beschreibung	Hypervideo-Systeme
Videoobjekt (VO)	Zusatzinformation (ZI)	VO→ZI	HyperFilm, VideoClix, HyperSoap und VisualShock MOVIE
Videoszene (VSz)	Zusatzinformation	VSz→ZI	HyperFilm, VideoClix und VisualShock MOVIE
Zusatzinformation	Videoszene	ZI→VSz	HyperFilm (aber nur indirekt über eine gesonderte Verweistabelle) (<i>Link Table</i>)
Videosequenz (VS)	Videosequenz	VS→VS	Hypercafe

Tabelle 12: Verweisformen von Hypervideo-Systemen

Folgende Aussagen lassen sich aus Tabelle 12 ableiten:

- Aus der Tabelle ist zu erkennen, dass keines der gegenwärtigen Systeme Verweise zwischen zwei Videoobjekten ermöglicht, weder innerhalb eines Films noch zwischen zwei Filmen.

- Es wird kein direkter Verweis zwischen einer Zusatzinformation als Ursprung und einem Videoobjekt als Ziel unterstützt. Nur das System HyperFilm bietet hier die Möglichkeit, indirekt über eine Auswahltabelle Zusatzinformationen mit Videoszenen zu verbinden, vgl. Abschnitt 4.1.1.
- Auf Grund der Ausrichtung auf eine primär interaktive Präsentation bietet keines dieser Hypervideo-Systeme eine Unterstützung eines Kommunikationskanals.

Multiple Linkstruktur

Als eine generelle Erweiterung bestehender Linkstrukturen werden multiple Verknüpfungen zwischen Informationsinhalten in das Konzept einer kooperativen Hypervideo-Umgebung eingeführt. In der Literatur werden diese Mehrfach-Verweise auch als *Multiple Links*, *Inclusion Links*, *1-to-many* bzw. *1-to-n Links* bezeichnet. Für eine ausführliche Beschreibung der Notation von Multiple Links wird auf das Taxonomie-Modell nach DeRose verwiesen [DeRose89]. Eine Begründung der Verwendung multipler Verweisformen im Rahmen des hier zu entwickelnden Interaktionsmodells lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Ein Vorteil von Multiple Links liegt nach Landow und Kahn in der Flexibilität im Autorenprozess [LaKa92].
- Verschiedene Aspekte eines Objektes im Video können mittels einer Anzahl unterschiedlicher (auch sich ergänzender) Informationseinheiten verbunden werden. Dadurch kann ein Autor eine Vielzahl verschiedener Informationseinheiten als Zielknoten zu einem Ursprungsknoten angeben, ohne sich auf einen expliziten Knoten festlegen zu müssen.
- Der Detaillierungsgrad kann bzgl. der angebotenen weiterführenden Informationen erhöht werden.
- Der Nutzer entscheidet schlussendlich, welche der Zielknoten im Kontext der Wissensaufnahme in Frage kommen. Damit wird der Prozess der kognitiven Selektion unterstützt.
- Bei einem kooperativen Wissenserwerb innerhalb eines verteilten Gruppenszenarios ist jeder Teilnehmer auch gleichzeitig Autor. Durch die Integration eines multiplen Link-Konzepts kann damit jeder Autor selbst bestimmen, welche Informationseinheit er mit einer bereits definierten sensitiven Region über einen Verweis verknüpfen möchte ohne vorhandene Zielknoten beachten zu müssen.

Ohne die Möglichkeit der Definition von multiplen Verweisstrukturen wäre primär nur derjenige in der Lage, Informationen an eine sensitive Region heften zu können, der sie zuerst über einen Verweis referenziert hat. Weiterhin ist es nicht notwendig, dass die Zusatzinformationen, welche die gleiche sensitive Region als Ursprung besitzen, untereinander eine Relation haben.

Die einzige Voraussetzung für eine sinnvolle Verwendung ist, dass die jeweiligen Zielknoten eine Relation mit dem im Videobild adressierten Videoobjekt aufweisen. Für das Konzept einer kooperativen Hypervideo-Umgebung wird das Multiple Link-Konzept als integraler Bestandteil der verwendeten Verweisformen für das Interaktionsmodell festgelegt.

Konzept der Linkstrukturen

Die nachfolgende Tabelle 13 sowie die Abbildung 53 geben eine Übersicht über die Erweiterung gegenwärtiger Linkstrukturen, die durch das Konzept der kooperativen Hypervideo-Umgebung ermöglicht werden. Anschließend werden diese Verweisformen bzgl. ihrer Notwendigkeit für den kooperativen Wissenserwerb diskutiert.

Ursprung	Ziel	Beschreibung	Beschreibung
Videobjekt in Videosequenz	Videobjekt in Videosequenz	VO1→nVO2 (n Ziele)	Beide Videobjekte können sich in unterschiedlichen Videosequenzen befinden.
Zusatzinformation	Videobjekt	ZI→nVO	Direkte Verbindung zwischen Zusatzinformation und Videobjekten
Videobjekt	Kommunikation	VO→nK	Videobjekte mit Kommunikationsbeiträge verbinden
Zusatzinformation	Kommunikation	ZI→nK	Zusatzinformation mit Kommunikationsbeiträge verbinden

Tabelle 13: Erweiterung des Konzepts der Linkstrukturen

Verweise zwischen Videobjekten: Eine zusätzliche Erweiterung der bestehenden Linkstrukturen ist die Verknüpfung von Videobjekten innerhalb einer Videosequenz oder zwischen unterschiedlichen Videosequenzen, vgl. dazu die Abbildung 53a und b. Dadurch kann nicht nur eine Verweisstruktur zwischen einzelnen Videosequenzen ähnlich dem Hypercafé [SaBS96] aufgebaut werden, sondern auch zu einzelnen Details innerhalb einer Videosequenz verzweigt werden. Der Vorteil, der sich hier ergibt, ist die Verbindung von Objekten in Videoinhalten mit einem sehr hohen Detaillierungsgrad. So kann beispielsweise ein bestimmtes Objekt, das in verschiedenen Videosequenzen immer wieder auftritt, als eine Art Pfad in einer Präsentation definiert werden. Der Nutzer kann somit das Videobjekt durch die gesamten Videoinhalte, in denen es referenziert ist, verfolgen. In Anlehnung an das DEBORA Projekt [NPDL00], das ausschließlich hochauflösende Fotos von antiken Buchseiten als diskretes Kernmedium adressiert, könnte mit dieser Linkart ein neues „virtuelles Video“ aus vorhandenen digitalen Filmbeständen mit dem Bezug auf Videobjekte generiert werden.

Verweise zwischen Informationen und Videobjekten: Das System HyperFilm hat bereits die Vorzüge der Verknüpfung zwischen Zusatzinformationen als Ursprung und Videoszenen als Ziel durch eine indirekte Aktivierung vorgestellt, vgl. dazu Abschnitt 4.1.1. Dieses Konzept der Verweisform $ZI \rightarrow VO$ ist für die kooperative Hypervideo-Umgebung erweitert, vgl. die Abbildung 53c. Dadurch werden die Möglichkeiten, sich innerhalb einer kooperativen Hypervideo-Struktur frei zu bewegen, aus der Sicht des Nutzers stark erweitert. Es ist aber darauf zu achten, dass der Schwerpunkt der interaktiven Präsentation auf dem Medium Video beibehalten wird.

Verweise mit Kommunikationsinhalten: Die beiden letzten Linkstrukturen können aus der Diskussion der Elemente einer kooperativen Hypervideo-Struktur aus dem Abschnitt 5.1.2 abgeleitet werden. Durch diese Linkstrukturen können sowohl Videobjekte als auch die damit verknüpften Informationseinheiten mit Kommunikationsbeiträgen bzw. Dialogen der Gruppenteilnehmer direkt verbunden werden, vgl. die Abbildung 53d. Der Vorteil liegt hierbei eindeutig auf dem direkten und effektiven Zugriff auf Kommunikationsbeiträge, die eine eindeutige Relation zu den Videoinhalten bzw. Zusatzinformationen aufweisen. Ohne

diese direkte Verbindung müsste innerhalb eines Dialogs jedes Mal explizit angegeben werden, auf welche Inhalte des Hypervideo-Dokuments sich die momentane Diskussion bezieht. Dieser Vorgang wird durch diese Verweisform automatisiert und vom System durchgeführt.

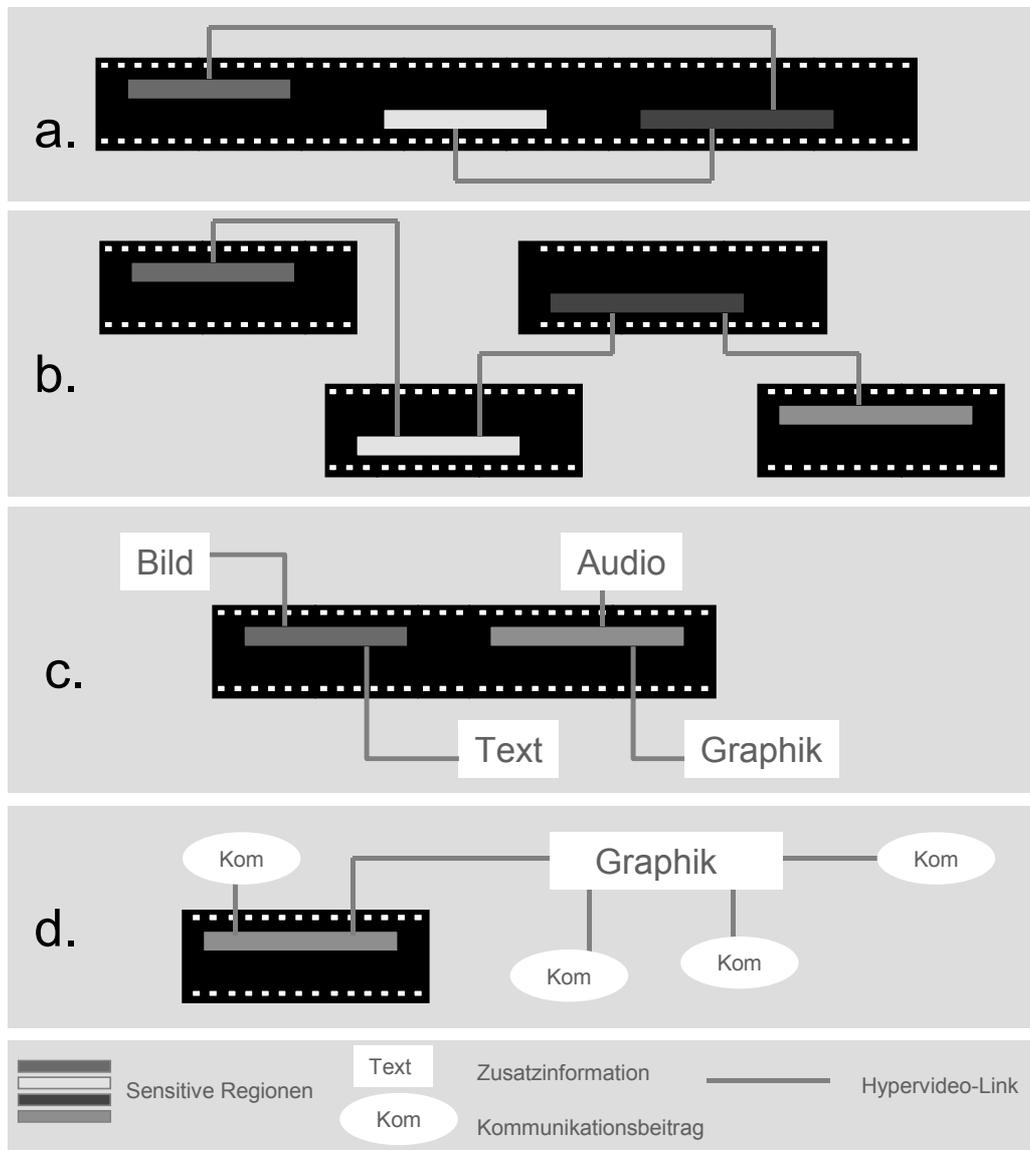


Abbildung 53: Verbindungsarten einer kooperativen Hypervideo-Struktur

Metadaten

Die Definition von Hypervideo-Links verbindet jeweils einen Ursprung mit einem Ziel mit der Möglichkeit, demselben Ursprung durch den multiplen Linkansatz mehrmals zu verwenden. Damit drückt ein Hypervideo-Link folglich eine Relation zwischen mindestens zwei Wissensinhalten aus. Um die Semantik dieser Relation näher zu beschreiben, schlägt das Konzept vor, das Modell der Hypervideo-Links durch die Beschreibung von Metadaten zu erweitern. In ähnlicher Form wie die Metadaten-Beschreibung der sensitiven Regionen soll auch hier Auskunft über Kontext und Struktur angegeben werden. Wird zudem ein neuer Wissensinhalt über einen Hypervideo-Link in eine bestehende Hypervideo-Struktur neu aufgenommen, so wird vorgeschlagen, auch diesen Inhalt mittels Metadaten zu beschreiben.

Diese Metadaten werden einerseits zur Beschreibung der Offenlegung von Hypervideo-Strukturen benutzt und bilden andererseits auch die Basis für semantische Suchanfragen durch den Nutzer, vgl. dazu auch den Abschnitt 5.2.5.

5.2.4 Videointeraktion

Für das Bedienungskonzept einer kooperativen Hypervideo-Umgebung bilden annotierbare Videoinhalte das zentrale Medium in Bezug auf die Interaktion sowie die Darstellung. Wie bereits im Abschnitt 5.1.2 beschrieben, bilden diese Inhalte den Themenbereich bzw. den Diskussionsrahmen einer durch die Gruppe veränderbaren Hypervideo-Präsentation. Die Funktionsklasse *Videointeraktion* umfasst dabei alle Nutzereingaben, die Einfluss auf das Abspielverhalten der annotierbaren Videoinhalte nehmen. Ausgenommen hiervon sind die Nutzereingaben, die der Interaktion zur Aktivierung von Hypervideo-Links mit Videoobjekten in Videosequenzen dienen.

Nutzereingaben, die der Videointeraktion zuzuordnen sind, werden primär durch die Mensch-Maschine-Schnittstelle der Videosicht aufgenommen und dann als Systemereignisse an die entsprechenden Komponenten weitergeleitet. Das Ergebnis einer Nutzerinteraktion führt zu einer Veränderung des Ausschnitts der Videosicht. Die visuelle Ausgabe der Videosicht wird auf zwei voneinander getrennten Ebenen modelliert, der Ebene der Darstellung von Filminhalten sowie der Ebene der Visualisierung der sensitiven Regionen. Die Beschreibung des hier betrachteten Funktionsraums der Videointeraktion lässt sich entsprechend in die Unterkategorien *Videoebene* und *Annotationsebene* einteilen. Ein Nutzer kann mittels seiner Interaktion die Ausgabe dieser Ebenen beeinflussen. Im Folgenden wird jede dieser Ebenen durch die Abbildung ihres jeweiligen Funktionsraums betrachtet.

Videoebene

Nutzerinteraktionen, die zu einer Veränderung der Videoebene führen, lösen Systemereignisse aus, die im Allgemeinen als *Video-Funktionen* beschrieben werden. Die Analyse in Kapitel 3 beschreibt die Anforderung, dem Nutzer die Möglichkeit zu bieten, das Abspielverhalten über Video-Funktionen eigenständig zu steuern. Die nutzerseitige Auswahlmöglichkeit und somit die Qualität des durch die Videoebene dargestellten Ausschnitts eines dynamischen Informationsraums wird durch die angebotenen Video-Funktionen maßgeblich beeinflusst.

Ein in Kapitel 4 identifizierter Mangel gegenwärtiger Hypervideo-Umgebungen sind die zum Teil sehr unzureichenden Video-Funktionalitäten. Neben einer Start- und Stop-Funktion muss der Nutzer auch die Möglichkeit besitzen, an verschiedene Stellen innerhalb des Films zu springen. Das schrittweise Vor- und Zurückspulen einer Videosequenz ist für den Wissenserwerb mit Filmmaterial sehr wichtig. Dadurch können verschiedene Szenen innerhalb eines Films für ein besseres Verständnis der Inhalte immer wieder über die Videosicht angeschaut werden. Auf Grund der Einbindung annotierbarer Videosequenzen in eine Hypervideo-Struktur gehören zu dem Funktionsraum der Videoebene auch gezielte Aufrufe von Sprunganweisungen zu Videoobjekten, die als sensitive Regionen innerhalb der Videosequenzen definiert sind.

Die Tabelle 14 definiert Video-Funktionen, die für die vorliegende Arbeit eine Mindestvoraussetzung an Video-Funktionen innerhalb einer kooperativen Hypervideo-Umgebung darstellen, um dem Nutzer den Umgang mit den Videoinhalten im Sinne des Wissenserwerbs effizient zu ermöglichen.

Video-Funktion	Beschreibung
Start	Startet den digitalen Videofilm.
Stop	Stoppt den Videofilm. Bei wiederholtem Start fängt der Film am Anfang an.
Pause	Ähnlich wie Stop, nur mit dem Unterschied, dass bei einem neuen Start der Film an der Stelle weiterläuft, an der die Pause Funktion aktiviert wurde.
Vorspulen	Der Videofilm wird schrittweise nach vorne gefahren. Die Geschwindigkeit bestimmt der Nutzer.
Zurückspulen	Der Videofilm wird schrittweise nach hinten gefahren. Die Geschwindigkeit bestimmt der Nutzer.
Sprunganweisung	Gezielte Aufrufe von Sprunganweisungen zu Videoobjekten (sensitiven Regionen)

Tabelle 14: Video-Funktionen zur Steuerung der Videoebene

Annotationsebene

Die Annotationsebene hat die Aufgabe, Videoobjekte, die als sensitive Regionen definiert sind, visuell in der Videosicht darzustellen. Hierzu müssen die Annotations- und Videoebene miteinander synchronisiert werden. In Kapitel 3 wurde die Anforderung formuliert, dass sensitive Regionen visualisiert werden sollen, aber gleichzeitig das Videobild nicht verfälschen dürfen. Inwieweit sich die Visualisierung der sensitiven Regionen in einem Videobild als störend erweist, ist abhängig vom subjektiven Empfinden des Nutzers und der Lernsituation, in der er sich befindet. Damit kann die Systemumgebung keine Aussage darüber treffen, ob die Visualisierung sensitiver Regionen in der Videosicht aktiviert oder deaktiviert werden soll. Es ist aber festzuhalten, dass eine ständige Visualisierung der sensitiven Regionen im Videobild kein Optimum darstellt.

Aus dieser Betrachtung sieht das Bedienungskonzept vor, dass der Nutzer die Entscheidung darüber trifft, zu welchem Zeitpunkt sensitive Regionen durch die Annotationsebene der Videosicht visualisiert werden. Weiterhin sind im Fall einer Visualisierung alle momentanen im Videobild befindlichen sensitiven Regionen darzustellen, so dass eine aktive Suche nach Hypervideo-Links, wie im VideoClix-System (vgl. Abschnitt 4.1.2), ausgeschlossen wird und der Nutzer sofort und eindeutig erkennen kann, wo sich Hypervideo-Links im Videobild befinden. Dieses Konzept erlaubt eine effektive Vorgehensweise zur Visualisierung sensitiver Regionen aus der Sicht des Nutzers, da er entscheidet, zu welchem Zeitpunkt im Kontext seines Wissenserwerbs Verweismöglichkeiten durch die Videosicht dargestellt werden.

Durch welche Interaktionsmethode die Visualisierung in einer graphischen Bedienungsoberfläche aktiviert bzw. deaktiviert wird, hängt dabei von einer konkreten Systemumgebung sowie den damit adressierten Gerätetypen ab und ist somit applikationsspezifisch zu implementieren. Es ist aber darauf zu achten, dass De- bzw. Aktivierung der Visualisierung aus der Sicht des Nutzers einfach durchzuführen ist. Ein Beispiel zur Umsetzung einer derartigen Interaktionsmethode für Standard-PCs ist die Verwendung des Mauszeigers als Repräsentator einer Zeigergeste, siehe Abbildung 54. Hierbei wird die Visualisierung der sensitiven Regionen nur dann aktiviert, wenn der Nutzer den Mauszeiger innerhalb der Videosicht positioniert, vgl. [StZF05].



Abbildung 54: Verwendung des Mauszeigers zur De-/Aktivierung sensitiver Regionen

Durch die nutzergesteuerte Visualisierung sensitiver Regionen steigt entsprechend die Komplexität der Anwendung. Die Einblendung der sensitiven Regionen (Annotationsebene) in die Videosequenz (Videoebene) ist folglich ein dynamischer Vorgang, der zum Zeitpunkt der interaktiven Präsentation durchgeführt werden muss. Dies stellt einen höheren Anspruch an die Synchronisation der Annotations- und Videoebene in Bezug auf die Übertragung der Daten sowie die Darstellung.

5.2.5 Navigation

Die Navigation beschreibt im Allgemeinen den Prozess einer Bewegung von einem gegenwärtigen Ort zu einem Zielort. Das Wissen um die eigene relative Position ist dabei maßgeblich für das Erreichen des gewünschten Zieles in einer räumlichen Umgebung. Nach Benyon beinhaltet die Navigation die Teilprozesse: "... understanding and classifying an environment, exploring and wayfinding.", [Beny01]. Ferner weist Benyon ausdrücklich auf die sozialen sowie kulturellen Unterschiede der Benutzer und die damit verbundenen Einflüsse auf die Navigation hin. Die Zielsetzung der Navigation für die vorliegende Arbeit ist es, den Nutzer in der Suche nach Inhalten zu unterstützen und einer möglichen kognitiven Belastung auf seinem Weg durch den nicht-linearen dynamischen Informationsraum der kooperativen Hypervideo-Umgebung entgegenzuwirken. Im Forschungsbereich der Mensch-Maschine-Schnittstelle hat die Navigation in den letzten Jahren stark an Stellenwert bzw. Beachtung gewonnen, siehe dazu [PoRo03], [FaMo01] und [McSt98]. Ein wesentliches Ergebnis der vorliegenden Forschungsergebnisse ist, dass unter anderem die gewählte Navigationsstrategie der Individuen stark von ihren kognitiven Fähigkeiten abhängig ist. So trägt nach Höök und Dahlbäck [HöDa97] z.B. die Fähigkeit des räumlichen Denkens wesentlich zu dem Erfolg der Navigation innerhalb eines hypermedialen Informationsraums bei.

Calisir und Gurel [CaCu03] weisen darauf hin, dass vor allem das Vorwissen über die Domäne eines Informationsraums einen starken Einfluss auf die Wahl der Navigationsstrategie besitzt. So haben Experten im Gegensatz zu Novizen eine mentale Repräsentation, z.B. in Form einer hierarchischen Struktur, über eine Domäne, welche die Informationssuche mittels der Navigation positiv beeinflusst. McDonald und Stevenson [McSt98] wiesen anhand von Versuchsstudien nach, dass Experten im Vergleich zu Novizen weitaus weniger Probleme hatten in einem hypermedialen Informationsraum zu navigieren und somit das Problem der Desorientierung primär bei den Novizen auftrat. Aus dieser Betrachtung lässt sich ableiten, dass das Wissen über die Struktur zum Verständnis der

Inhalte beiträgt und die Navigation innerhalb eines dynamischen Informationsraums positiv beeinflusst.

Farrell und Moore [FaMo01] wiesen anhand von Feldversuchsstudien nach, dass Experten auf Grund ihres Vorwissens über eine Domäne speziell von Navigationswerkzeugen profitieren, die sie schnell und effektiv an bestimmte Stellen im Informationsraum bringen ohne lange Pfade innerhalb der Struktur beschreiten zu müssen. Sie erklären diesen Umstand damit, dass Experten vorrangig daran interessiert sind, detaillierte Informationen zu einer bestimmten Thematik innerhalb des adressierten Informationsraumes zu erhalten und vorzugsweise *Such- und Filterfunktionen* verwenden. Charakteristisch für diese Werkzeuge ist, dass sie dem Nutzer nur wenig Wissen über den strukturellen Aufbau des Informationsraums vermitteln und so gut wie keine Unterstützung bzgl. seiner Orientierung bieten. Hingegen profitieren Novizen nach Chen, Fan und Macredie [ChFM04] primär von Navigationswerkzeugen, welche die *Offenlegung der Hyperstruktur* unterstützen und ihnen so einen Überblick über den verfügbaren Informationsraum liefern. Nilsson und Mayer [NiMa02] argumentieren hierzu, dass durch die Offenlegung mit Hilfe so genannter Maps („Übersichten“) der Mangel an Vorwissen für die entsprechende Domäne reduziert werden kann und somit förderlich für die Wissensbildung ist. In einer Feldversuchsstudie zeigte Kim [Kim01] außerdem, dass Novizen häufiger als Experten von der *direkten Verweisauswahl* von Links innerhalb der Darstellung von Knoten Gebrauch machen.

Zur Entwicklung eines Navigationsmodells speziell für Hypermedia-Systeme sind nach Chen, Fan und Macredie [ChFM04] die drei Fragen „*Wo bin ich?*“, „*Woher komme ich?*“ und „*Wohin kann ich gehen?*“ maßgeblich:

- *Wo bin ich?* Durch die Navigation wird dem Nutzer die Information geben, wo er sich innerhalb der Struktur befindet, um ihn bzgl. seiner Orientierung zu unterstützen.
- *Woher komme ich?* Diese Frage gibt Antwort über bereits besuchte Knoten und den begangenen Pfad innerhalb einer Struktur. Diese Information ist sinnvoll, da sie den Nutzer bei der Erfassung der Struktur der Wissensbasis unterstützt.
- *Wohin kann ich gehen?* Durch die Visualisierung möglicher Links wird der Nutzer in der Wahl seines Pfades unterstützt (engl. *link awareness*). Dabei ist es von Vorteil, wenn schon vor der Aktivierung des Links ein Hinweis auf den Zielknoten gegeben wird.

Es ist nachvollziehbar, dass im Rahmen eines kooperativen Wissenserwerbs die Teilnehmer unterschiedliches Vorwissen haben und gemäß der hier geführten Diskussion unterschiedliche Methoden für die Navigation im nicht-linearen dynamischen Informationsraum der kooperativen Hypervideo-Umgebungen benötigen. Dabei werden die Navigationsmethoden *direkte Verweisauswahl*, *Offenlegung der Hyperstruktur* sowie *Such- und Filterfunktionen* vorrangig für das Navigationsmodell beurteilt und für eine kooperative Hypervideo-Umgebung unter der Berücksichtigung der Fragen nach Chen et al. neu betrachtet.

5.2.5.1 Direkte Verweisauswahl

Ein wesentlicher Teil des Navigationsmodells beschreibt die Möglichkeit der direkten Verweisauswahl von Links, die in der Darstellung des Knoteninhaltes integriert sind. Diese Art der Interaktion beschreiben Braun und Finke [BrFi00] als *intramediale Interaktion*. Sie bietet dem Nutzer den unmittelbaren Zugang und somit Zugriff auf die Zielknoten, die zu dem Ursprungsknoten eine direkte Verknüpfung besitzen. Der Zugriff erstreckt sich dabei aber immer nur auf die damit direkt verknüpften Zielknoten. Das bedeutet, dass durch eine

einmalige Interaktion nicht mehrere Knoten gleichzeitig übersprungen werden. Durch diese Interaktionsform wird das von Mayer [Maye01] formulierte *contiguity principle* erfüllt, das eine räumliche und zeitliche Anordnung zwischen assoziierten Ursprungs- und Zielknoten verlangt, siehe dazu auch die Anforderungsbeschreibung aus Abschnitt 3.2.2.

Als Nachteil dieser Interaktionsform ist die fehlende Unterstützung bzgl. der Orientierung zu nennen. Um diesem Mangel entgegenzuwirken, schlägt das Navigationsmodell generell vor, nach jeder Verweisauswahl die Hyperstruktursicht zu aktualisieren und die gegenwärtige Position des Nutzers innerhalb der Hypervideo-Struktur anzuzeigen. Damit wird der Nutzer in seiner Orientierung sowohl im dynamischen Informationsraum als auch innerhalb der Bedienungsfläche unterstützt. Für eine detaillierte Beschreibung wird an dieser Stelle auf den Abschnitt 5.2.5.2 verwiesen.

Die direkte Verweisauswahl kommt bezogen auf das Sichtenmodell (vgl. dazu den Abschnitt 5.2.1) für die Video-, Informations- und Kommunikationssicht vor, da diese für die Darstellung der jeweiligen Knoteninhalte sowie der Links verantwortlich sind. Im Folgenden wird die Neubetrachtung der intramedialen Interaktion auf diese Sichten durchgeführt. Schwerpunkt dieser Betrachtung sind im Speziellen die Video- und Kommunikationssicht.

Videosicht

Primäres Ziel der intramedialen Interaktion mit einer sensitiven Region in der Videosicht ist die Darstellung der Knoteninhalte, die als Zielknoten der aktivierten Verweise definiert sind. Die ausgewählten Knoteninhalte werden hierzu als Folge der Aktivierung den dafür vorgesehenen Sichten zugeordnet, vgl. dazu die Abbildung 55. Das Navigationsmodell schlägt prinzipiell vor, nach einer Interaktion mit einer sensitiven Region das Video in einen Pause-Zustand zu überführen. Dies wird als wichtig für den Wissenserwerb der Nutzer betrachtet, da es ihnen die Möglichkeit gibt, sich ganz auf die Darstellung des aktuellen Zielknotens zu konzentrieren.

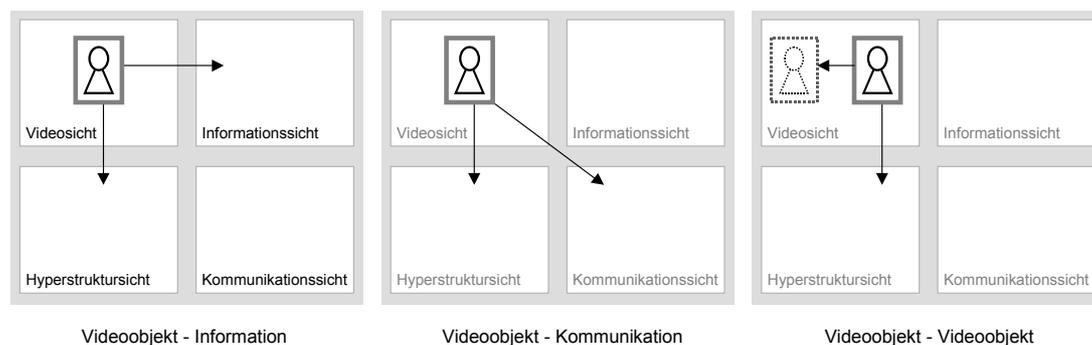


Abbildung 55: Bedienungskonzept zur Linkauswahl in der Videosicht

Braun [Brau03] schlägt zur Darstellung von Hypervideo-Links in Videosequenzen vor, die zeitliche Komponente einer sensitive Region als Teil ihrer Visualisierung im Videobild mit aufzunehmen, um dem Nutzer neben der Existenz eines Verweises auch mitzuteilen, wie lange dieser noch im Bild aktivierbar ist. Dies wird als sehr kritisch erachtet, da sich die Aufmerksamkeit des Nutzers noch stärker auf die visualisierten Regionen richtet und eine noch höhere ungewollte Ablenkung in Verbindung mit einer gesteigerten kognitiven Belastung die Folge wäre. Verpasst ein Nutzer eine sensitive Region, wird ihm durch die im Abschnitt 5.2.4 beschriebenen Videofunktionen sowie durch die Offenlegung der

Hyperstruktur (vgl. dazu Abschnitt 5.2.5.2) die Möglichkeit gegeben, entsprechend an die Stelle des Films zurückzukehren und den Link zu aktivieren.

Wo bin ich? Um den Nutzer zu verdeutlichen, wo er sich innerhalb des annotierten Videoknotens in der Videosicht befindet, wird die Position des Films durch die Stellung des Schiebereglers angegeben. Zur besseren Orientierung des Nutzers innerhalb der Präsentationsumgebung sieht das Navigationsmodell vor, die vom Nutzer aktivierte sensitive Region speziell zu kennzeichnen und somit von anderen sensitiven Regionen im Videobild zu unterscheiden. Die Abbildung 56 zeigt hierzu ein annotiertes Video mit insgesamt vier sensitiven Regionen, wobei die aktivierte Region in diesem Beispiel optional im Videobild rot eingefärbt und mit einem Rahmen umzogen ist. Dem Nutzer wird damit die Relation zwischen Videoobjekt und Zielknoten eindeutig dargestellt. Er muss sich somit nach einer Betrachtung eines Zielknotens, z.B. in der Informationssicht, nicht die Frage stellen, welche sensitive Region in der Videosicht der Ursprungsanker des aktivierten Links war. Folglich kann er sich leicht anhand der speziell gekennzeichneten sensitiven Region orientieren.



Abbildung 56: Visualisierung einer aktivierten sensitiven Region

Woher komme ich? In einer ähnlichen Form wie die Visualisierung einer aktivierten sensitiven Region können ferner auch alle sensitiven Regionen in der Videosicht speziell gekennzeichnet werden, die bereits vom Nutzer zu einem früheren Zeitpunkt mindestens einmal aktiviert worden sind. Weiterhin sollen mit Hilfe einer *Back*-Funktion schrittweise alle aktivierten sensitiven Regionen aufgerufen werden können.

Wohin kann ich gehen? Ein wesentlicher Aspekt in Bezug auf die Navigation in hypermedialen Informationsräumen ist die Frage, wo sich Verknüpfungen in den präsentierten Inhalten befinden. Primär wird dies durch die Visualisierung des Ursprungsankers des Links dem Nutzer verdeutlicht. Für die Videosicht bedeutet dies die Visualisierung der sensitiven Regionen im Videobild. Dieses Teilkonzept zur *expliziten* Visualisierung sensitiver Regionen wurde bereits im Abschnitt 5.2.4 ausführlich dargestellt. Kerngedanke ist dabei, den Nutzer entscheiden zu lassen, zu welchem Zeitpunkt die sensitiven Regionen im Videobild visualisiert werden sollen. Ferner fordert das

Navigationsmodell, im Falle einer Visualisierung alle momentan im Videobild befindlichen Regionen zu kennzeichnen, so dass der Nutzer sie direkt erkennen kann und die Frage, wo sich Verknüpfungen befinden für ihn leicht zu beantworten ist. Durch dieses Konzept werden die in Kapitel 4 beschriebenen Mängel gegenwärtiger Hypervideo-Systeme bzgl. der Visualisierung der sensitiven Regionen, die häufig eine unnötige kognitive Belastung für den Nutzer darstellen, behoben, vgl. dazu Abschnitt 4.2. Ferner betrachtet das Navigationsmodell sensitive Regionen, die mit mehreren Zielknoten unterschiedlichen Typs verknüpft sind (*Multiple Links*). Es werden hierzu drei grundsätzliche Kategorien für eine direkte Verweisauswahl mit *Multiple Links* vorgeschlagen, die dem Nutzer Auskunft über die verfügbaren Zielknoten geben:

Menügeführte Auswahl: Durch die Interaktion mit einer sensitiven Region erscheint in diesem Fall ein Menü, das die Auswahl der unterschiedlichen Zielknoten erlaubt. Ferner kann durch das Menü die Information des Knotentyps angegeben werden. Damit erhält der Nutzer die Möglichkeit, Informationen über die Beschaffenheit des Zielknotens zu bekommen. Zur Beschreibung der Zielknoten können hierfür die durch den Autorenprozess generierten Metadaten herangezogen werden. Die Abbildung 57 zeigt hierzu ein Beispiel. Eine menügeführte Auswahl in Form eines „Popup-Menüs“ bietet speziell dann Vorteile, wenn mit dem Objekt in der Videosequenz eine Mehrzahl von unterschiedlichen Knotentypen verbunden ist. Damit wird dem Nutzer ein Überblick zu weiteren Verweisen leicht und verständlich vermittelt.



Abbildung 57: Videodarstellung mit Menüauswahl

Sequentielle Auswahl: Bei dieser Methode kann der Nutzer durch ein wiederholtes Aktivieren der sensitiven Region die sequentielle Darstellung der damit verknüpften Zielknoten initiieren. Es ist sinnvoll, den Nutzern die Information über die Anzahl aller mit dem Ursprung verknüpften Zielknoten sowie die Zahl der bereits betrachteten Zielknoten zu nennen. In der Abbildung 56 ist diese Information unterhalb des Videobilds angegeben. Diese Auswahl bietet den schnellen Zugriff auf weitere Links. Es ist aber zu bedenken, dass mit steigender Anzahl von Verweisen für ein Videoobjekt, die Übersicht sowie die Interaktion Nachteile mit sich führen können.

Parallele Auswahl: Durch die parallele Auswahl werden durch die einmalige Aktivierung der sensitiven Region alle damit verknüpften Zielknoten gleichzeitig zur Darstellung gebracht. Die jeweiligen Sichten müssen speziell in diesem Fall multiple Darstellungsformen realisieren können, da zwei Zielknoten vom gleichen Knotentyp sein können und somit der gleichen Sicht zugewiesen würden. Ferner ist bei dieser Auswahlform darauf zu achten, dass eine möglich Überladung aus der Sicht des Nutzers bei der Präsentation entgegenzuwirken ist.

Kommunikationssicht

Die Kommunikationssicht visualisiert die Konversation zwischen den Gruppenteilnehmern. Dabei besteht ein Kommunikationsknoten als Dialog aus den Dialogbeiträgen und der dazugehörigen Dialogstruktur. Jeder Dialog kann entweder einem Videoknoten oder einem Informationsknoten zugeordnet werden. Die Abbildung 58 zeigt die direkte Verweisauswahl für die Kommunikationssicht in abstrahierter Form.

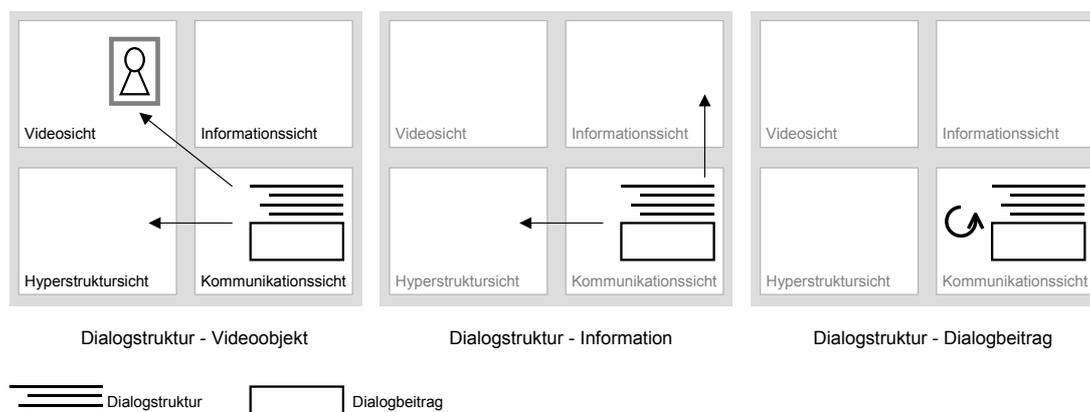


Abbildung 58: Bedienungskonzept zur Linkauswahl in der Kommunikationssicht

Wo bin ich? Wie bereits in Abschnitt 5.2 erläutert ist bei einem Dialog das Wissen der Dialogstruktur essentiell wichtig, um die Dialogbeiträge zu verstehen. Damit muss die Kommunikationssicht neben der Präsentation der Dialogbeiträge auch die dazugehörige Struktur visuell darstellen und zur Unterstützung des Nutzers den darin aktuell betrachteten Beitrag kennzeichnen, vgl. dazu die Abbildung 59. Speziell bei einer Vielzahl von Dialogen bietet diese Kennzeichnung des aktuellen Dialogbeitrags eine Orientierung für den Nutzer innerhalb der Kommunikationssicht.

Woher komme ich? Innerhalb der Strukturvisualisierung als Teil der Dialogpräsentation erscheint es sinnvoll, die Dialogbeiträge in der Dialogstruktur speziell zu kennzeichnen, auf die ein Nutzer bereits zurückgegriffen hat. Damit wird dem Nutzer Information zur Orientierung gegeben, die ihn beispielsweise vor einem unnötigen Aufruf bereits betrachteter Dialogbeiträge bewahrt. Durch das Bedienungskonzept der kooperativen Hypervideo-Struktur ist es vorgesehen, dass ein Dialog entweder mit einem Videoknoten oder einem Informationsnoten verknüpft ist. Folglich werden Dialoge als Zielknoten über die Aktivierung eines Hypervideo-Links visualisiert. Zur Unterstützung der Orientierung wird in der Kommunikationssicht dem Nutzer Information über den entsprechenden Ursprungsknoten angeboten. Ein Beispiel findet sich hierzu in der Abbildung 59. Dabei wird die Relation des Dialogs mit dem Informationsknoten „Röntgenapparat“ durch eine Kurzreferenz in der ersten Zeile der Kommunikationssicht ausgedrückt.

Wohin kann ich gehen? Die Wahlmöglichkeit innerhalb der Dialogbeiträge zu verzweigen, wird durch die Präsentation der Dialogstruktur durchgeführt. Die Dialogstruktur gibt dabei nicht nur Informationen über die Dialogbeiträge in Form ihrer Überschriften an, sondern

kann, unter der Verwendung der beim Erstellungsprozess generierten Metadaten, unterschiedliche Angaben, wie z.B. den Verfasser oder das Erstellungsdatum, darstellen, vgl. dazu die Abbildung 59.

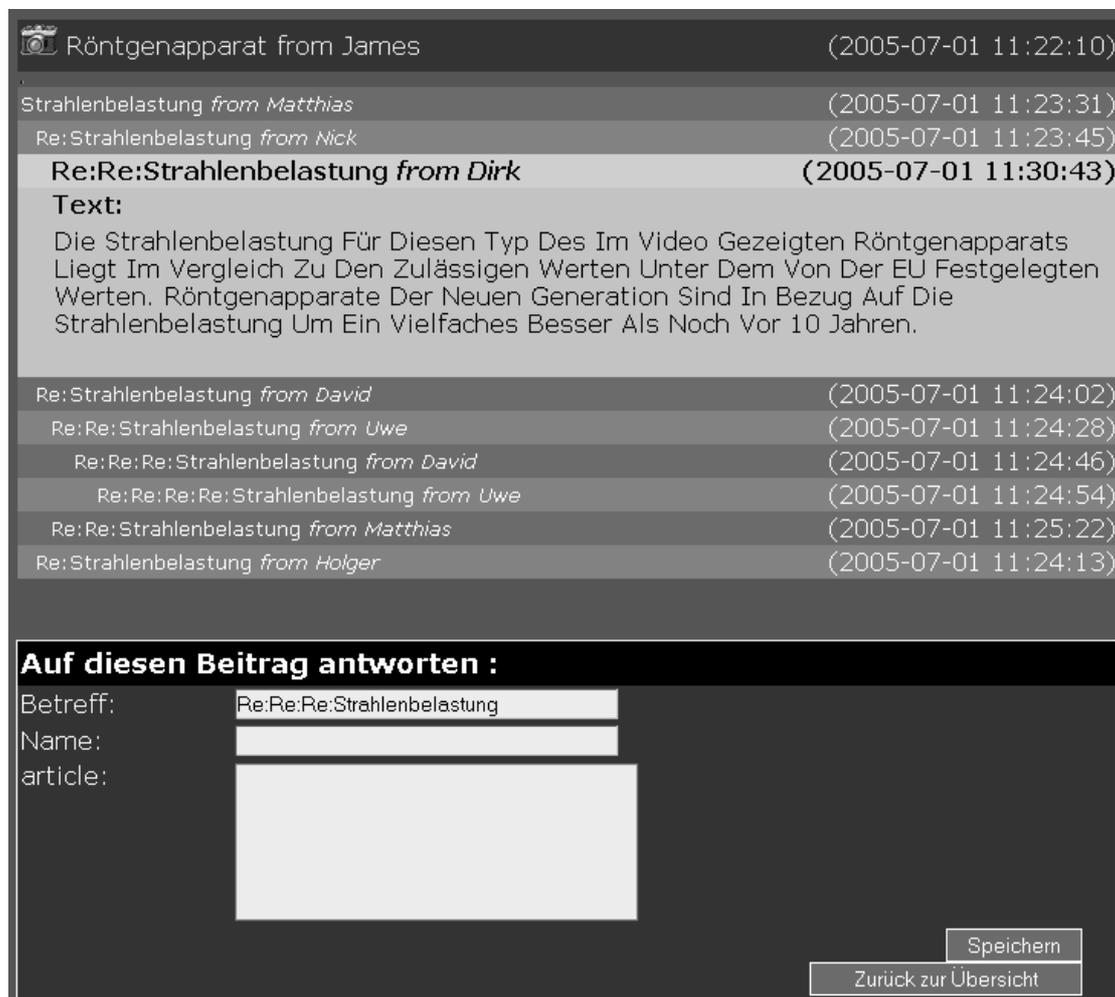


Abbildung 59: Beispiel für eine Kommunikationssicht

Informationssicht

In ähnlicher Weise wie das Konzept zur Linkauswahl innerhalb der Videosicht hat die direkte Aktivierung eines Verweises innerhalb der Informationssicht Einfluss auf die darzustellenden Inhalte der anderen Sichten. Die Abbildung 60 zeigt die direkte Verweisauswahl für die Informationssicht in abstrahierter Form.

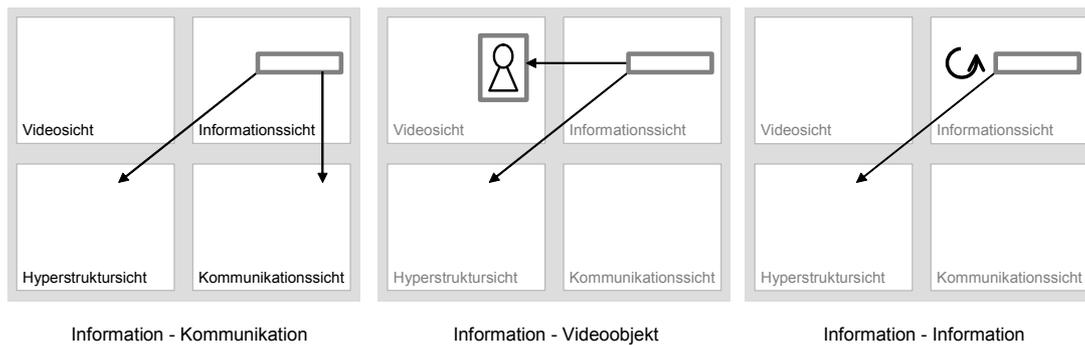


Abbildung 60: Bedienungskonzept zur Linkauswahl in der Informationssicht

5.2.5.2 Offenlegung der Hyperstruktur

Die Offenlegung der Hyperstruktur bietet die Möglichkeit, eine abstrakte Sicht auf gesamte Hypervideo-Dokumente innerhalb eines gesonderten Navigationsbereichs, der Hyperstruktursicht, zu geben. Im Gegensatz zu der Video-, Informations- und Kommunikationssicht, in denen nur eine lokale Sicht möglich ist, wird in der Hyperstruktursicht eine globale Sicht auf die Hypervideo-Struktur zur Orientierung angeboten. Neben der Darstellung der Struktur mittels der Visualisierung der Elementtypen *Knoten*, *Links* und *Anker*, soll ferner auch der Zugang zu den Inhalten ermöglicht werden. Somit kann der Nutzer durch die Interaktion mit diesen Elementen Zugriff auf die Inhalte erhalten und frei im dynamischen Informationsraum der kooperativen Hypervideo-Umgebung navigieren. Braun und Finke [BrFi00] bezeichnen diese Form der Interaktion mit Elementen aus der Hyperstruktur, die in einem gesonderten Navigationsbereich liegen, als *intermediale Interaktion*.

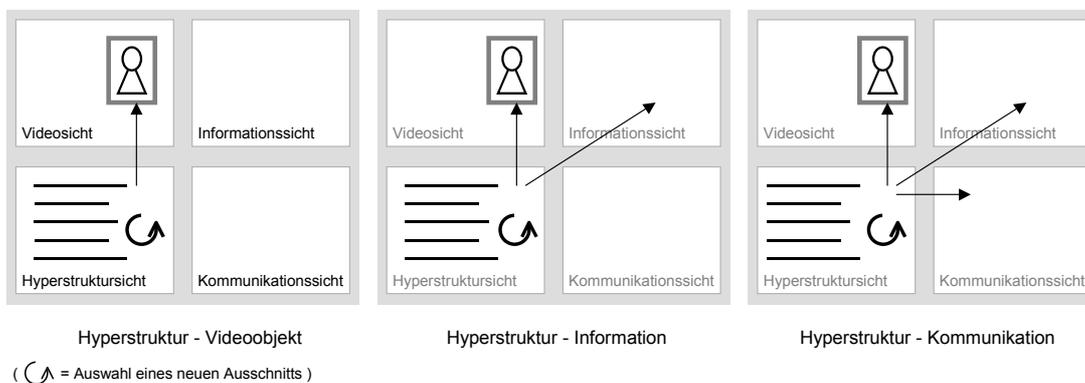


Abbildung 61: Bedienungskonzept zur indirekten Linkauswahl

Die Generierung einer abstrakten Sicht aus einer Hypervideo-Struktur kann verschiedene Ausprägungen besitzen. Eine Ausprägung kann z.B. den verwendeten Medientyp beschreiben. So kann beispielsweise die Darstellung mittels einer *graphisch* oder auch *textuell* orientierten Repräsentation geschehen. Die Abbildung 62 zeigt hierzu ein Beispiel in Textform.

Visualization Hyper Structure		
Background		Info
Video-Object 2		Del. Edit Info
	Nissan Zoom1 from Steffi	Info Edit Com
	Nissan Zoom2 from Steffi	Info Edit Com
	Nissan Zoom12 from Steffi	Info Edit Com
	Front Impact from Steffi	Info Edit Com
Current Video-Object 3		Del. Edit Info
	Neck from Steffi	Info Edit Com
	About the Drivers from Tanja	Info Edit Com
	Nissan Zoom2 from Tanja	Info Edit Com
	Child not bucklet up from Fritz	Info Edit Com
Video-Object 4		Del. Edit Info
	Child inside from Steffi	Info Edit Com

Abbildung 62: Textuelle Repräsentation der kooperativen Hypervideo-Struktur

Auf Grund des Laufzeitverhaltens eines Videoinhalts bietet es sich an, die Visualisierung der Struktur mit dem Zeitparameter des Videos, als Ausgangsmedium des Hypervideo-Dokuments, zu verknüpfen. Die Verwendung einer *Filmstreifen-Metapher* kann dabei eingesetzt werden, um den Kern der Visualisierung an der Zeitachse des annotierten Videoknotens auszurichten.

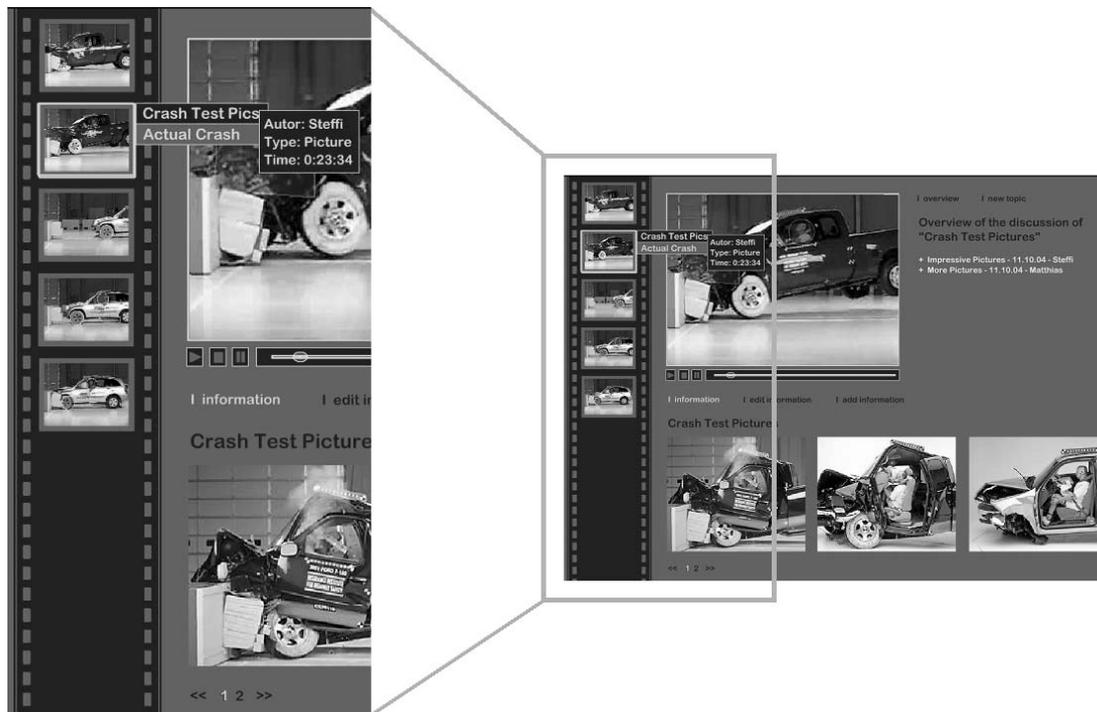


Abbildung 63: Filmstreifen-Metapher

Eine *graphisch hierarchische* Darstellung der Hyperstruktur bietet die Möglichkeit einer Visualisierung ohne den Parameter *Zeit*. Sie richtet sich primär an die Darstellung der Knotentypen und bietet den Vorteil, diese leicht erkennbar voneinander zu unterscheiden. Die in Abbildung 64 gezeigte 3D-Darstellung bietet dem Nutzer hohe Flexibilität in Bezug auf

das Navigieren, erfordert aber gleichsam eine gewisse Kenntnis im Umgang mit Interaktionswerkzeugen in 3D-Räumen.

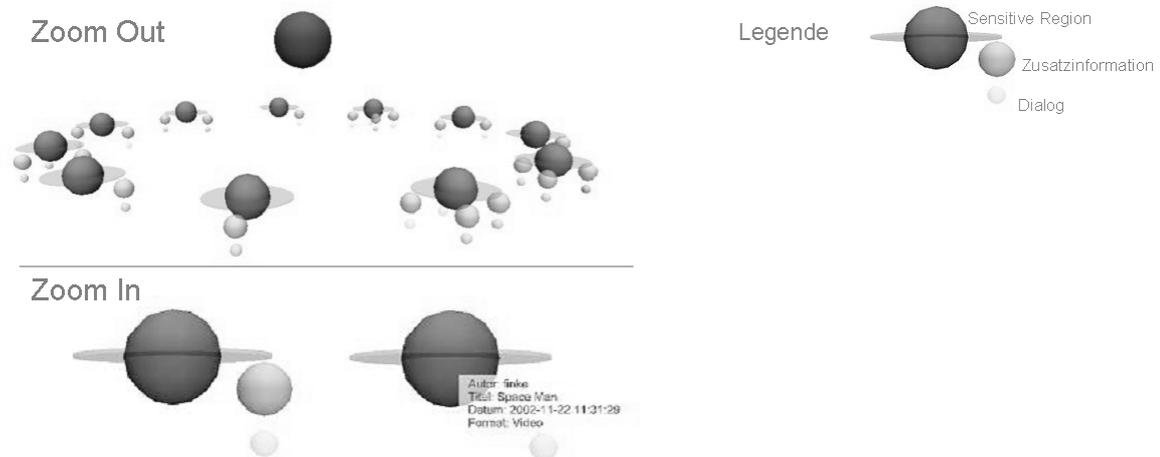


Abbildung 64: Graphische Repräsentation der Hypervideo-Struktur [Weyr03]

Auf Grund der unterschiedlichen Aufgabenverteilung und den sich daraus ergebenden Folgen für die Darstellung sowie Interaktion innerhalb des Sichtenmodells erachtet es das Navigationsmodell als wichtig, die Video-, Informations- sowie Kommunikationsknoten in der Hyperstruktursicht voneinander unterschiedlich darzustellen. Zur Förderung der Interpretierbarkeit der Offenlegung der Hypervideostruktur bietet es sich an, die durch den Generierungsprozess entstandenen Metadaten der jeweiligen Strukturelemente zu verwenden.

Wo bin ich? Durch die abstrahierte Darstellung der Hypervideo-Struktur bietet diese eine ausgezeichnete Basis zur Identifizierung der gegenwärtigen Position eines Nutzers innerhalb des nicht-linearen dynamischen Informationsraums. Diese Position kann bei entsprechender Darstellungsform sowohl den Ursprung als auch das Ziel eines aktivierten Links darstellen. Somit kann die Relation zwischen Ursprungs- und Zielanker durch die Hyperstruktursicht vermittelt werden. Für den Nutzer bietet dies eine effektive Möglichkeit, sich in der Struktur zu orientieren sowie auf einen Blick die in Relation befindlichen Knoten zu identifizieren. Die Abbildung 62 zeigt hierzu eine aussagekräftige Darstellung. Die aktuelle sensitive Region, als Ursprung, wird hier als „Current Video-Object 3“ beschrieben und ist folglich in der Videosicht speziell gekennzeichnet. Durch die Darstellung wird gezeigt, dass die sensitive Region über einen multiplen Link mit mehreren Zielknoten verknüpft ist, wobei der aktuelle Zielknoten mit der Beschreibung „About the Drivers“ gegenwärtig in der Informationssicht präsentiert ist. Die Ikone  vor dem aktuellen Zielknoten weist ferner daraufhin, dass es sich bei dem Inhalt des Zielknotens um ein Textdokument handelt.

Woher komme ich? In ähnlicher Weise wie in der Videosicht können bereits aktivierte Knoten speziell in der Hyperstruktur-Darstellung gekennzeichnet werden. Vorteil ist hierbei, dass sich diese Kennzeichnung auf die globale Darstellung bezieht und der Nutzer einen Überblick aller bereits aktivierten Knoten sieht, die sich nicht nur auf die Knotentypen der entsprechenden Sichten bezieht. Die graphische Darstellung des bereits beschrifteten Pfads innerhalb des dynamischen Informationsraumes kann durch die Hyperstruktur global visualisiert werden.

Wohin kann ich gehen? Die Offenlegung der Hypervideo-Struktur eignet sich ausgezeichnet dafür, auf die Knoten eines gesamten Hypervideo-Dokuments global zuzugreifen. Dies kann auf einer globalen Ebene geschehen (vgl. Abbildung 64) oder auch auf einer sehr detaillierten lokalen Ebene unter Einsatz von Metadaten (vgl. Abbildung 62 und Abbildung 63). So zeigt

die Abbildung 62 durch das Visualisierungskonzept gleichzeitig alle Zielknoten, die mit einem Videoobjekt verknüpft sind, die Autoren der Verknüpfungen sowie der für den Zielknoten verwendete Medientyp. Diese Informationen kann der Nutzer dazu nutzen, eine Vorabschätzung zu treffen, ob ein Zielknoten im Kontext seines Wissenserwerbs einen Beitrag leisten kann. Folglich wird er in der Suche nach Wissensinhalten mittels der Offenlegung der Hypervideo-Struktur in unterschiedlicher Weise unterstützt.

5.2.5.3 Such- und Filterfunktionalität

Mit Hilfe von Suchanfragen lässt sich ein gewünschter Ausschnitt aus dem nicht-linearen dynamischen Informationsraum direkt extrahieren. Die Qualität dieser Filterung auf der Basis von Suchparametern wird durch die Verwendung der Metadatenbeschreibung erhöht. Speziell bei komplexen Hypervideo-Dokumenten ist es von Vorteil, Suchanfragen bzgl. der semantischen Bedeutung der Inhalte zueinander zu stellen. Das Ergebnis der Suchanfragen stellt eine reduzierte Hypervideo-Struktur dar mit den durch die Suchanfrage definierten Suchparametern.

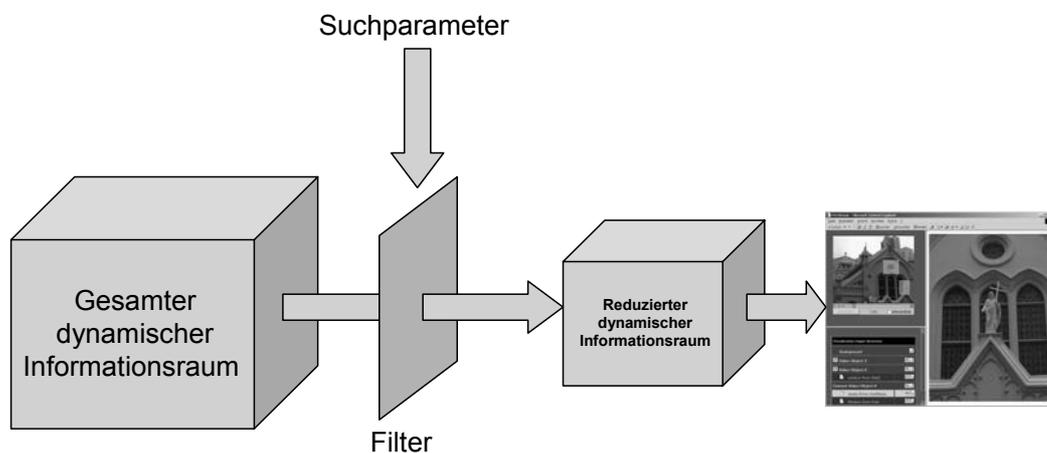


Abbildung 65: Suche im dynamischen Informationsraum

Die Filterung auf der Basis von Suchparametern kann für die kooperative Hypervideo-Umgebung in zwei Kategorien aufgeteilt werden.

- Die erste Kategorie beschreibt den Fall, dass die vom Nutzer definierten Suchparameter nur einmal für eine Anfrage gelten. Hierzu gehören Suchanfragen, wie beispielsweise „Gib mir eine Übersicht über alle sensitive Regionen, die in den letzten zwei Wochen vom Nutzer A angelegt wurden.“. Die Ergebnisse solcher Suchanfragen können in Form von Indizes bzw. Verzeichnissen dargestellt werden.
- Die zweite Kategorie von Suchanfragen wird nur einmal formuliert und bei jeder Anfrage des Nutzers fortlaufend berücksichtigt. Das bedeutet, dass im Gegensatz zur ersten Kategorie die Geltungsdauer vom Nutzer bestimmt wird. Ein Beispiel für eine derartige Suchanfrage wäre: „Visualisiere nur die sensitiven Regionen in der Videosicht, die auf Informationsknoten des Typ Bild verweisen“.

Wohin kann ich gehen? Für die Suchanfrage sind die Frage „Wo bin ich“ und „Woher komme ich“ eher als unbedeutend einzuschätzen, da die Zielsetzung nicht die Orientierung des Nutzers im dynamischen Informationsraum verfolgt. Vielmehr soll der Nutzer durch seine Suche einen effektiven Zugriff auf für ihn detaillierte Wissensinhalte erhalten. Durch die

Suchfunktionalität hat der Nutzer die Möglichkeit, die Antwort auf die Frage „Wohin kann ich gehen?“ entscheidend zu beeinflussen. Das Navigationsmodell schlägt dabei vor, die Suchanfrage sowohl gezielt als auch durch eine semantische Beschreibung zu formulieren. Suchanfragen können sich dabei auf einzelne Elemente (*Knoten*, *Links* und *Anker*) der Hyperstruktur beziehen oder auch auf die Relationen dieser Elemente zueinander. Wie im Einzelnen Suchanfragen formuliert werden, wird vom Bedienungskonzept nicht festgelegt. Dies ist Aufgabe einer konkreten Systemanwendung und somit applikationsspezifisch zu implementieren.

5.2.6 Dialogführung

Nach Slavin, Johnson und Johnson (in [Schu01]) steht der wechselseitige Diskurs im Mittelpunkt des kooperativen Wissenserwerbs. Damit ist die Möglichkeit des konversationalen Austauschs von Wissensinhalten auf der Basis von Dialogen ein wesentlicher Einflussfaktor für eine funktionierende kooperative Umgebung, deren Ziel es ist, eine gemeinsame Wissensbasis zu bilden. Dies hat speziell für ein verteiltes Gruppenszenario einen großen Wert, in dem die Teilnehmer sowohl örtlich als auch zeitlich voneinander getrennt mit der Umgebung interagieren, um individuell Wissen zu konstruieren. Speziell auf Grund der zeitlichen Trennung ist es wichtig, dass die Dialogbeiträge archiviert werden, damit andere Teilnehmer zu einem späteren Zeitpunkt auf sie zugreifen können. Es ist nachvollziehbar, dass ohne die Möglichkeit, Diskussionen zu führen, eine kooperative Hypervideo-Umgebung, in der nur Videoinhalte und Informationsinhalte untereinander verknüpfbar sind, die Bildung und Nutzung einer gemeinsam zugreifbaren Wissensbasis stark eingeschränkt wäre.

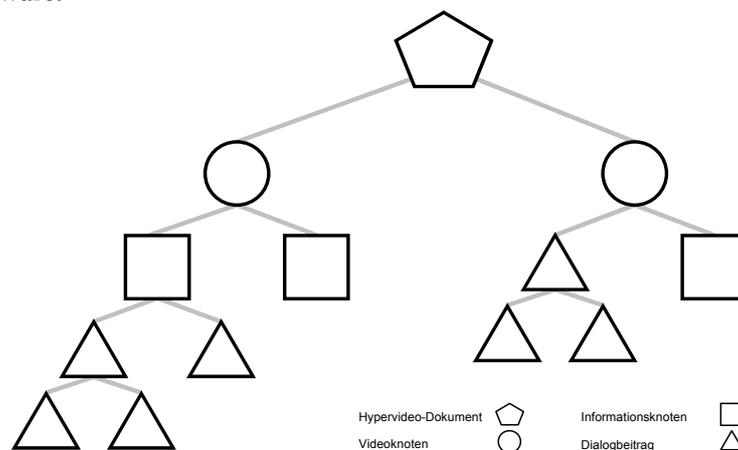


Abbildung 66: Dialoge als Teil der Hypervideo-Struktur

Dialoge, die sich aus Dialogbeiträgen und der Dialogstruktur zusammensetzen, werden durch das Lösungskonzept als Kommunikationsknoten bezeichnet. Im Abschnitt 5.1.2 wurde der Unterschied zwischen den Video-, den Informations- und den Kommunikationsknoten bereits dargestellt und ihre unterschiedlichen Aufgaben generell benannt. Im Kontext einer kooperativen Hypervideo-Umgebung wird der Kommunikationsknoten primär dazu verwendet, die Konversation über Video- und Informationsknoten zu unterstützen, siehe dazu Abbildung 66. Daraus ergeben sich für das Bedienungskonzept verschiedene Eigenschaften in Bezug auf die Kommunikation:

- Im Gegensatz zu Video- und Informationsknoten ist der Kommunikationsknoten ein dynamischer Inhalt, der durch die geführten Diskussionen der Gruppenteilnehmer stetig wächst.

- Um einen effektiven Zugriff auf Dialoginhalte zu gewährleisten, schlägt das Bedienungskonzept vor, die Relation der Kommunikationsknoten mit den anderen Knotentypen der kooperativen Hypervideo-Umgebung direkt über eine Verknüpfung auszudrücken.
- Ein wesentlicher Vorteil aus der Sicht der Gruppenteilnehmer ist es, dass bei der Erstellung eines Dialogs seine Relation zu dem referenzierten Knoten innerhalb des dynamischen Informationsraums automatisch in die Hypervideo-Struktur integriert wird. Damit entfällt aus der Sicht der Gruppenteilnehmer die Notwendigkeit, durch den Dialogbeitrag inhaltlich diese Relation auszudrücken.
- Die Relation zu einem bestehenden Knoten muss nur für den ersten Dialogbeitrag innerhalb der Dialogstruktur angegeben werden. Alle Beiträge, die im Laufe des wechselseitigen Diskurses entstehen, erben diese Relation vom ersten Beitrag.
- Jeder Dialogbeitrag besitzt entsprechend zwei Relationen. Die erste Relation wird durch die Dialogstruktur ausgedrückt, die dem Beitrag eine definierte Position zuordnet. Die zweite Relation beschreibt eine direkte oder indirekte Verknüpfung mit einem Knoten innerhalb der kooperativen Hypervideo-Struktur.

Für das Bedienungskonzept einer kooperativen Hypervideo-Umgebung werden zwei Darstellungsformen für die Kommunikationsknoten vorgeschlagen. Die erste Form sieht eine lokale Darstellung vor. Die Darstellung ist an den jeweiligen Knoten gebunden und visualisiert entsprechend nur die Dialogbeiträge, welche eine direkte Relation zu dem entsprechenden Knoten besitzen. Die zweite Form sieht vor, alle Dialogbeiträge durch ihre Dialogstrukturen unabhängig ihrer Relationen zu den Knoten zu visualisieren. Wichtig bei dieser Darstellung ist es, den Nutzern für jeden Kommunikationsknoten den Zugriff über einen Verweis auf den damit verknüpften Ursprungsknoten innerhalb der kooperativen Hypervideo-Struktur zu ermöglichen.

5.3 Entwurf einer abstrakten kooperativen Hypervideo-Umgebung

In diesem Abschnitt wird die Definition einer kooperativen Hypervideo-Umgebung als Umsetzung in ein Komponentenmodell mittels eines Architekturvorschlages präsentiert. Diese Referenzarchitektur setzt sich aus Komponenten zusammen, aus den Funktionalitäten des Bedienungskonzepts sowie den identifizierten Anforderungen aus Kapitel 3. Neben der Herleitung der Komponenten werden die Schnittstellen zwischen den Komponenten diskutiert.

Die hier zu entwickelnden Konzepte und die damit verbundene Referenzarchitektur sollen die Sicht auf eine logische Struktur einer kooperativen Hypervideo-Umgebung aufzeigen. Dabei besteht keine Abhängigkeit zu einer zugrunde liegenden Hard- und Software Architektur. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass sich die Referenzarchitektur für eine direkte Umsetzung eines konkreten Anwendungsfalls in einem real existierenden System nicht verwenden lässt, da keine Details eines konkreten Entwurfes berücksichtigt werden. Die grundlegenden Strukturen und Kommunikationsmechanismen der Referenzarchitektur zeigen alle möglichen Wege des logischen Datenaustauschs auf. Wie dieser Datenaustausch z.B. zwischen zwei Komponenten bzgl. der technologischen Umsetzung realisiert wird, kann aus der Referenzarchitektur nicht hervorgehen. Auf Grund des Anspruchs, den Charakter der Allgemeingültigkeit innerhalb eines definierten Verwendungsrahmens zu besitzen, wird es grundsätzlich notwendig sein, auf der Basis der Referenzarchitektur eine Systemarchitektur speziell für einen konkreten Anwendungsfall zu entwickeln. Aus dieser Betrachtung stellt

sich die Frage nach dem Zweck der allgemeingültigen Konzepte sowie deren Modellierung als Referenzarchitektur.

Die Referenzarchitektur soll Hilfestellung bei der Entwicklung von möglichen kooperativen Hypervideo-Szenarien geben. Dabei bietet diese Form der Architektur dem Entwickler eine Ausgangsbasis für eine Fülle von möglichen Lösungsideen. Die Systemidee eines konkreten Anwendungsfalls lässt sich folglich auf eine derartige Referenzarchitektur abbilden. Durch die logische Kapselung der geforderten abstrakten Funktionen in applikationsübergreifende Komponenten und Schnittstellen lassen sich Vorzüge sowie Problematiken der Systemidee schnell erkennen. Hilfestellung bietet eine derartige Referenzarchitektur auch bei der Spezifikation einer Systemarchitektur mit dem Ziel der Verfeinerung eines konkreten Entwurfs. Aufgrund des hohen Abstraktionsniveaus eignet sich eine derartige konzeptionelle Sicht auch hervorragend als Kommunikationsmedium, da sie ein idealisiertes Modell möglicher kooperativer Hypervideo-Szenarien darstellt.

Die Frage stellt sich, welche Anforderungen ein Referenzmodell für die Beschreibung von kooperativen Hypervideo-Szenarien erfüllen muss, damit es dem oben formulierten Verwendungsrahmen gerecht wird. Die Anforderungen an das Referenzmodell werden in dieser Arbeit in fünf Anforderungskategorien eingeteilt, die alle durch die Referenzarchitektur erfüllt werden müssen:

Anforderung	Beschreibung
<i>Kombination</i>	Auf Grund unterschiedlicher, technisch orientierter Infrastrukturen muss das Referenzmodell verschiedene Möglichkeiten der Kombination von Komponenten beinhalten.
<i>Adaptivität</i>	Die Adaptivität bezieht sich hier auf die Darstellung und Interaktion mit der Oberfläche. Das Referenzmodell muss hierzu verschiedene Ein- und Ausgabegeräte berücksichtigen.
<i>Austauschbarkeit</i>	Bei der Kapselung der logisch zusammenhängenden Funktionen in Komponenten muss darauf geachtet werden, dass diese einfach ausgetauscht werden können. Eine Komponente muss demnach so entwickelt werden, dass bei einem Austausch nur ein Minimum an Veränderungsaufwand für die anderen Komponenten innerhalb des Systems entsteht.
<i>Erweiterbarkeit</i>	Die Erweiterbarkeit betrifft die Integration neuartiger Funktionsbereiche in befindlichen Komponenten bzw. in neue Komponenten. Dies stellt eine erhöhte Forderung speziell an die Definition der Schnittstellen.
<i>Integration</i>	Die Referenzarchitektur muss so gestaltet sein, dass sie auch in eine befindliche Infrastruktur integriert werden kann. Dies gilt insbesondere für die bereits verwendeten Daten.

Tabelle 15: Anforderungen an die Hypervideo-Referenzarchitektur

5.3.1 Referenzarchitektur einer kooperativen Hypervideo-Umgebung

Die im Abschnitt 5.1.4 beschriebene Definition einer kooperativen Hypervideo-Umgebung wird im Folgenden durch eine Referenzarchitektur dargestellt. Die Referenzarchitektur repräsentiert demnach einen abstrakten Aufbau einer kooperativen Hypervideo-Umgebung. Die durch diese Definition vorgegebenen Eigenschaften sind durch die Referenzarchitektur vollständig abzubilden sowie deren Beziehungen respektive Relationen untereinander anzugeben. Des Weiteren sind die im Abschnitt 5.3 formulierten Forderungen an den generellen Aufbau der Referenzarchitektur zu erfüllen.

Inhaltlich besteht die Referenzarchitektur aus Komponenten und Schnittstellen. Schnittstellen werden benötigt, um einerseits notwendige Interoperabilität zwischen Komponenten zu etablieren, andererseits um mögliche Verbindungen zu Fremdsystemen vorzusehen. Die Komponenten kapseln Funktionalitäten, die zur Erfüllung der identifizierten Anforderungen benötigt werden. Dabei ist es wichtig, die Funktionalität der Komponenten überschaubar zu halten und Schnittstellen so zu definieren, dass Komponenten flexibel in verschiedene Prozessabläufe dynamisch eingebunden werden können.

Charakteristische Merkmale der Referenzarchitektur:

- *Architekturparadigma:*

Das erste charakteristische Merkmal bezieht sich auf die Unterstützung verschiedener Architekturparadigmen. Das bedeutet, dass diese Referenzarchitektur sowohl für stand-alone Applikationen, als auch für Client-Server-Systeme als Grundlage der Entwicklung dienen kann. Die Anordnung der Komponenten sowie die dazugehörigen Schnittstellen innerhalb einer Systemapplikation werden durch die Referenzarchitektur nicht eingeschränkt. Ein derartiger Freiheitsgrad ermöglicht eine Unterstützung verschiedener Netzwerktopologien und die Bedienung unterschiedlicher Endgeräte bezogen auf ihre Leistungsfähigkeit (z.B. *Thin-Client* und *Fat-Client*) sowie Ein- und Ausgabecharakteristiken.

- *Funktionsanordnung:*

Das zweite charakteristische Merkmal betrifft die Anordnung der Funktionalitäten, die durch Komponenten gekapselt werden. Komponenten können in kleinere Komponenten aufgespaltet werden. Damit ist es möglich, die Funktionalität einer Komponente beispielsweise auf einen Server und einen Client aufzuteilen. Ob eine derartige Aufspaltung der Komponente notwendig ist, hängt von einem konkreten Entwurf ab.

- *Komponentenausprägung:*

Das dritte charakteristische Merkmal bezieht sich auf die Ausprägung einer Komponente. Jede Komponente innerhalb der Referenzarchitektur erfüllt mit ihren Funktionalitäten einen Aufgabenbereich. Die Referenzarchitektur trifft keine Aussage darüber, wie der jeweilige Aufgabenbereich zu realisieren ist. Dementsprechend kann es verschiedene Ausprägungen einer Komponente innerhalb einer konkreten Applikation geben, welche die Aufgabenstellung auf unterschiedliche Weise erfüllen.

5.3.2 Komponenten und Schnittstellen der Referenzarchitektur

Im Folgenden werden die Komponenten der Referenzarchitektur gebildet, die zur Erfüllung der in der Definition einer kooperativen Hypervideo-Umgebung genannten Eigenschaften beitragen. Hierbei wird der Aufgabenbereich der jeweiligen Komponente detailliert beschrieben und die damit verbundenen Funktionalitäten adressiert.

Annotation Engine

Gemäß der Definition stellt die kooperative Hypervideo-Umgebung Funktionalitäten zur Verfügung, um sowohl Lesezugriffe (Extraktion) als auch Schreibzugriffe (Integration) zu realisieren. Alle Funktionalitäten zur Bearbeitung von Aufgaben bzgl. der Hypervideo-Struktur werden in der Komponente *Annotation Engine* gekapselt.

Jeder Prozess innerhalb der kooperativen Hypervideo-Umgebung, der auf die Hypervideo-Struktur zugreift, stellt seine Anfrage an die Annotation Engine. Auf Grund der engen Bindung zwischen Struktur und Metadaten übernimmt die Annotation Engine auch die Verwaltung der Metadaten. Damit ist die Annotation Engine innerhalb der Referenzarchitektur die einzige Komponente, die einen direkten Zugriff auf die kooperative Hypervideo-Struktur sowie die dazugehörigen Metadaten besitzt. Der Vorteil einer derartigen Komponente ist, dass andere Komponenten innerhalb der Umgebung kein explizites Wissen darüber besitzen müssen, wie der inhaltliche, strukturelle Aufbau sowie die Datenhaltung der kooperativen Hypervideo-Struktur und der Metadaten realisiert sind. Ändert sich beispielsweise der direkte Zugriff auf die Dateninhalte, welche die Hypervideo-Struktur bilden, so ist davon nur die Annotation Engine betroffen.

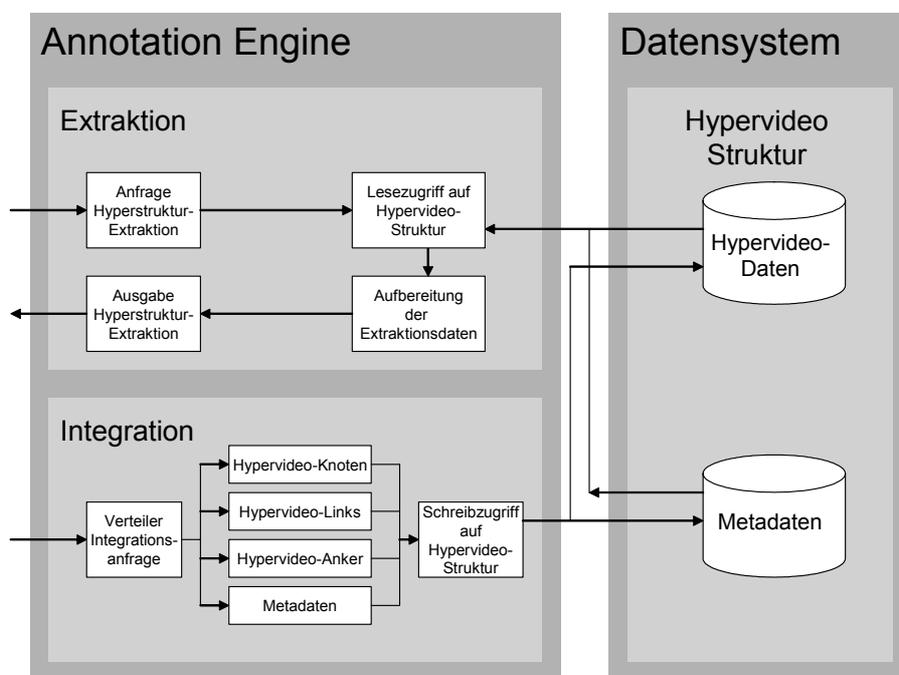


Abbildung 67: Aufbau der Annotation Engine

Der grundsätzliche Aufgabenbereich der Annotation Engine lässt sich bzgl. der notwendigen Lese- und Schreibzugriffe in die Bereiche Extraktion und Integration aufspalten:

- *Integration:* Als Integration werden Schreibzugriffe definiert, die zur Erweiterung respektive Modifikation der Hypervideo-Struktur beitragen. Diese Funktionen werden als Autorenwerkzeuge von der Annotation Engine bereitgestellt.
 - *Erweiterung:* Mit der Erweiterung können Knoten, Anker sowie Links innerhalb der Dokumentengrenze neu angelegt werden.
 - *Modifikation:* Die Modifikation beschreibt Funktionalitäten, mit denen es möglich ist, befindliche Anker, Links und Knoten inhaltlich zu verändern

oder aus der Hypervideo-Struktur und dem dynamischen Informationsraum zu entfernen.

Der Prozess zur Integration einer neuen Video-Annotation wird dabei in die voneinander getrennten Teilprozesse *Generierung sensitiver Regionen / Hypervideo-Anker* und *Definition Hypervideo-Links* untergliedert. Die Aufteilung zwischen der Generierung von sensitiven Regionen und der Definition von Hypervideo-Links ist sinnvoll, da hierzu verschiedenartige Funktionalitäten benötigt werden. Aus der Sicht der Nutzer ist hier zu bemerken, dass derjenige, der eine neue sensitive Region anlegt, nicht zwingend notwendig auch einen dazugehörigen Link definieren muss.

- *Extraktion:* Die Extraktion von Inhalten aus der Hyperstruktur bezieht sich auf die bereits beschriebenen Grundelemente Hypervideo-Knoten, -Link, -Anker sowie die dazugehörigen Metadaten. Es ist Aufgabe des Extraktionsprozesses, die extrahierten Daten gemäß der Anfrage aufzubereiten.

Navigation Engine

Eine wesentliche Anforderung aus dem Kapitel 3 ist die Reduzierung der *extraneous* kognitiven Belastung der Nutzer, um die vorhandenen mentalen Ressourcen effektiv auf den Wissenserwerb fokussieren zu können. Die Desorientierung eines Nutzers innerhalb eines Hypermedia-Systems führt zu einer Steigerung der kognitiven Belastung und wirkt sich verständlicherweise negativ auf die Motivation beim Wissenserwerb aus. Hieraus resultierte die Forderung nach der Offenlegung der Gesamtstruktur von Hypervideo-Inhalten und der damit verbundenen Navigationsunterstützung. Das Navigieren bietet den Nutzern einen Überblick sowie Orientierung innerhalb der Hypervideo-Struktur. Alle Funktionalitäten, die für die Erfüllung dieser Anforderungen bereitgestellt werden, sind in der Komponente *Navigation Engine* zusammengefasst.

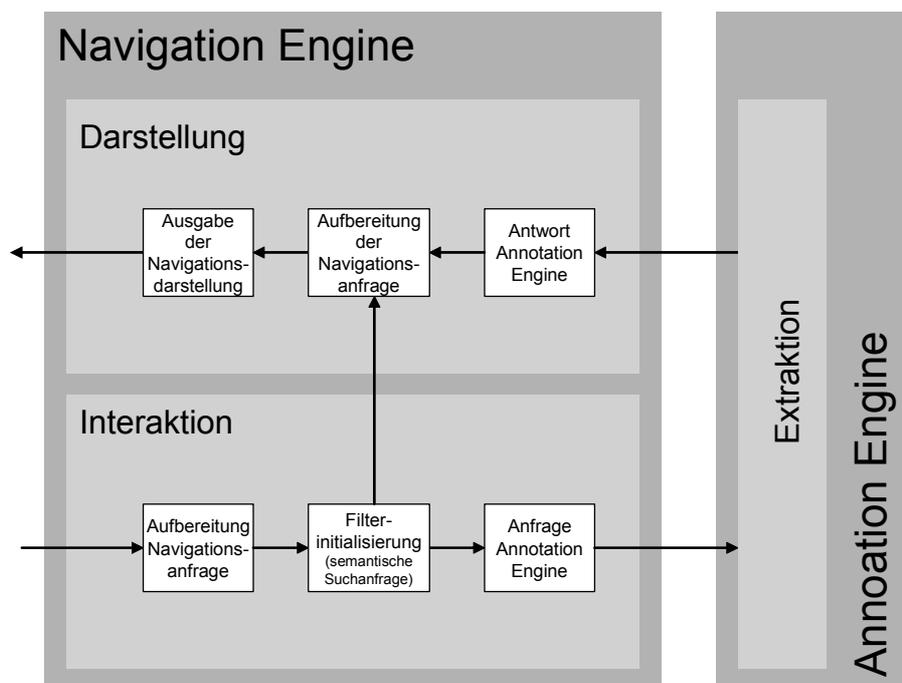


Abbildung 68: Aufbau der Navigation Engine

Grundsätzlich teilt sich der Aufgabenbereich der Navigation Engine in zwei Funktionsbereiche auf:

- *Darstellung*: Der erste Funktionsbereich ist verantwortlich für eine Repräsentation bzw. eine visuelle Aufbereitung der Hypervideo-Struktur, die durch die Annotation Engine verwaltet wird.
- *Interaktion*: Der zweite Funktionsbereich ist verantwortlich für alle Aspekte, welche die Navigation betreffen. Die Navigation wird dabei vom Nutzer durch seine Interaktion initiiert. Für eine sinnvolle Darstellung der Hypervideo-Struktur werden die vorhandenen Metadaten verwendet, die den semantischen Zusammenhang und somit die Bedeutung der Inhalte des dynamischen Informationsraums zueinander innerhalb der kooperativen Hypervideo-Struktur wiedergeben. Auf Basis der Metadaten können somit auch semantische Anfragen an die Navigation Engine zur Darstellung der Hypervideo-Struktur gerichtet werden.

Video Engine

Einen essentiellen Bestandteil einer kooperativen Hypervideo-Umgebung bildet der Medientyp Video. Im Speziellen sind damit annotierbare Videoinhalte gemeint, die sensitive Regionen beinhalten können. Für die Bearbeitung dieser Inhalte ist eine Komponente vorgesehen, die als *Video Engine* definiert ist. Die Video Engine besitzt einen direkten Zugriff auf alle annotierbaren Videoinhalte der Umgebung. Diese können je nach Anforderung vor einer Darstellung aufbereitet bzw. manipuliert werden. Auch die Übertragung der Videoinhalte ist Bestandteil der Video Engine. Im Kapitel 3 wurde die Anforderung formuliert, dass Nutzer interaktiv Einfluss auf die Präsentation des Videos durch Videosteuerungsfunktionen nehmen können. Um dieser Anforderung gerecht zu werden, stellt die Video Engine entsprechende Steuerfunktionen innerhalb der kooperativen Hypervideo-Umgebung zur Verfügung. Es werden Funktionalitäten realisiert, die dem Nutzer die Möglichkeit geben, die Videoinhalte bzgl. des Abspielverhaltens zu kontrollieren.

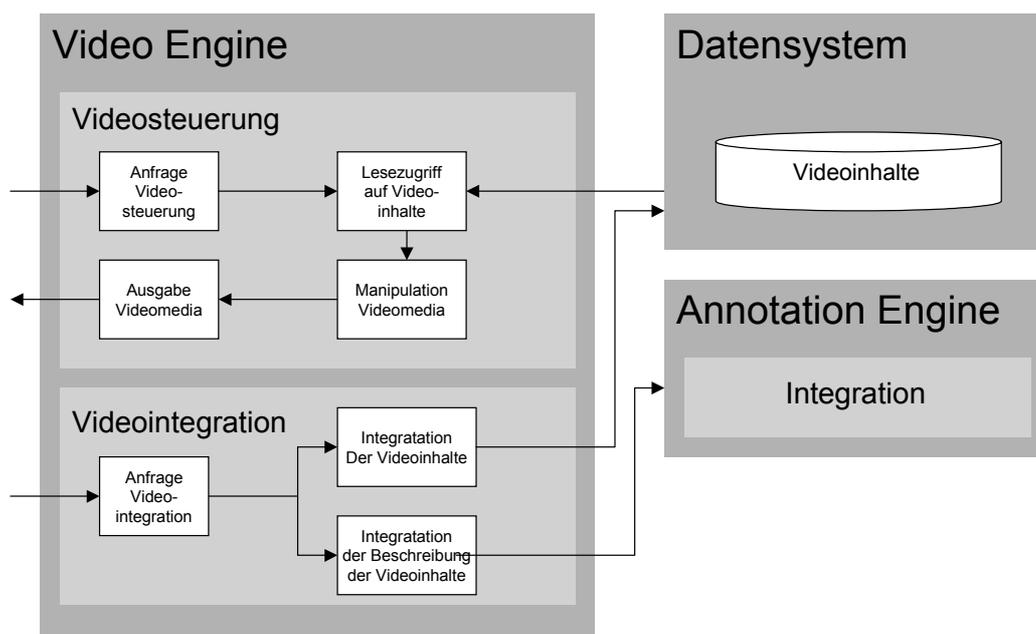


Abbildung 69: Aufbau der Video Engine

Der Vorteil dieser Komponente ist die Trennung der annotierbaren Videoinhalte von den anderen Medienobjekten innerhalb der Umgebung. Wird beispielsweise eine Veränderung an der Video Engine vorgenommen, hat dies nur einen minimalen Einfluss auf die anderen Komponenten. Ein weiterer Grund für die Kapselung der hier beschriebenen Funktionalitäten ist der direkte Zusammenhang mit dem Medientyp Video.

Information Engine

Für die Verwaltung der Informationsinhalte aus dem dynamischen Informationsraum wird die Komponente *Information Engine* gebildet. Die Komponente stellt Funktionen zur Verfügung, mit denen die Extraktion und die Integration von Informationsinhalten innerhalb des dynamischen Informationsraums durchgeführt werden. Vergleichbar mit der Annotation Engine werden unter dem Begriff *Integration* Funktionen zur Erweiterung, Modifikation sowie Löschung von Informationsinhalten verstanden.

Die Information Engine besitzt einen direkten Lese- und Schreibzugriff auf alle innerhalb der Hypervideo-Struktur referenzierten Informationsinhalte. Informationsinhalte können in Form von Medienobjekten unterschiedliche Medientypen beinhalten. Die Information Engine ist die einzige Komponente, die innerhalb der kooperativen Hypervideo-Umgebung eine direkte Verbindung zu den Informationsinhalten der Datenschicht besitzt, um Lese- und Schreibzugriffe durchzuführen. Wird als Folge der Integration die Struktur eines Hypervideo-Dokuments verändert, wird die Annotation Engine davon in Kenntnis gesetzt.

- *Schreibzugriff*: Zur Realisierung von Schreibzugriffen stellt die Information Engine Funktionen zur Verfügung, mit denen neue Informationseinheiten in den dynamischen Informationsraum integriert werden können.
- *Lesezugriff*: Lesezugriffe auf befindliche Informationseinheiten innerhalb der Datenschicht werden von der Information Engine mittels einer für jede Informationseinheit eindeutige ID-Kennung realisiert.

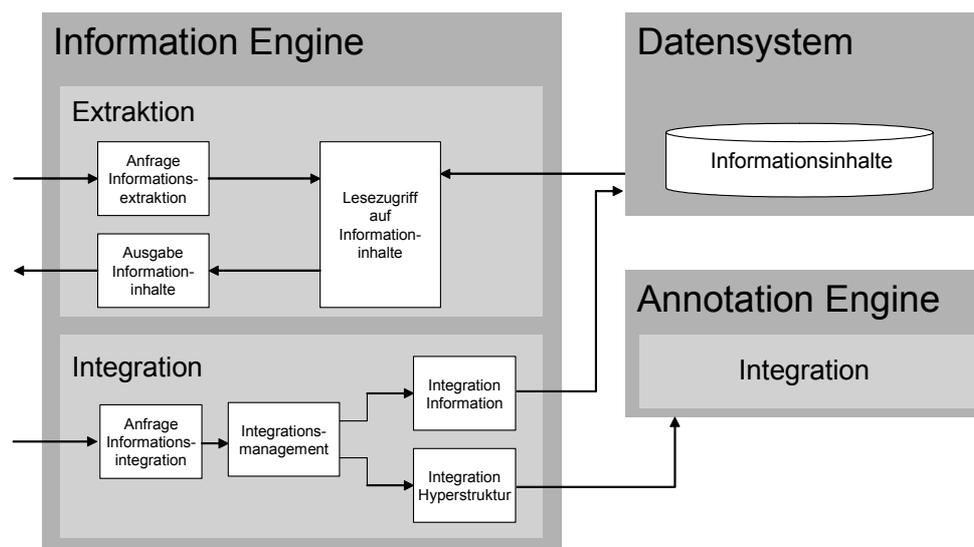


Abbildung 70: Aufbau der Information Engine

Communication Engine

Aus einer ähnlichen Motivation, die zur Bildung der Video Engine und der Information Engine geführt hat, wird eine Communication Engine vorgesehen. Die Aufgabenstellung der *Communication Engine* besteht in der Umsetzung einer weitgehend ungehinderten Kommunikation zwischen den Teilnehmern einer Gruppe. Als Kommunikation werden Konversationen oder Dialoge bzw. Diskussionen zwischen Gruppenteilnehmern betrachtet. Diese Inhalte werden im dynamischen Informationsraum separat als Kommunikationsinhalte zusammengefasst. Sie bilden einen Teil der kooperativen Hypervideo-Struktur und sind somit über sie referenzierbar.

Die Inhalte aus dem dynamischen Informationsraum, die dem Typ Kommunikationsinhalt zugeordnet sind, werden gespeichert, um sie so anderen Teilnehmern zu späteren Zeitpunkten zugänglich zu machen. Eine derartige Archivierungsfunktion ist fester Bestandteil der Communication Engine.

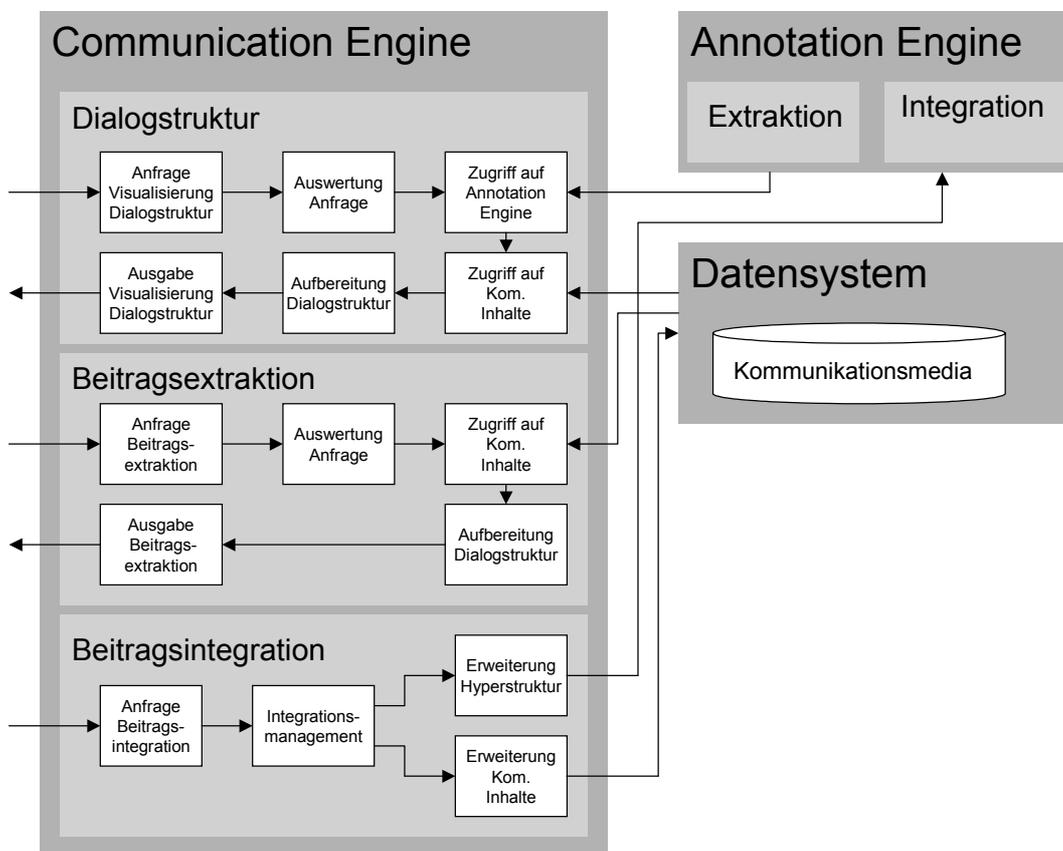


Abbildung 71: Aufbau der Communication Engine

Für die Communication Engine sind drei generelle Aufgabenbereiche definiert:

- *Visualisierung der Dialogstrukturen:* Die Communication Engine bietet die Möglichkeit eine Dialogstruktur aufzubereiten. Die Dialogstruktur gibt einen Überblick über die Relation der einzelnen Dialogbeiträge zueinander, ohne diese inhaltlich darzustellen.

- *Beitragsextraktion:* Jeder Dialogbeitrag ist durch die Umgebung eindeutig referenziert. Durch die Übergabe von Dialogreferenzen an die Communication Engine wird der Inhalt der Dialogbeiträge ausgegeben.
- *Beitragsintegration:* Die Communication Engine übernimmt die Aufgabe der Integration von neuen Dialogbeiträgen. Ein Dialogbeitrag referenziert entweder ein Video- oder Informationsknoten. Weiterhin kann ein Dialogbeitrag einen bereits vorhandenen Dialog referenzieren, um damit in eine befindliche Dialogstruktur integriert zu werden.

Presentation Engine

Der Zugang und somit die Schnittstelle zwischen dem Nutzer und der kooperativen Hypervideo-Umgebung wird mit Hilfe der Komponente Presentation Engine eingeführt. Aus einer generischen Sicht hat die Presentation Engine zwei Aufgabenbereiche zu erfüllen:

- *Darstellung:* Durch die Presentation Engine werden die Inhalte bzw. der durch die Nutzereingaben gewählte Ausschnitt des dynamischen Informationsraums in Verbindung mit der Hypervideo-Struktur abgebildet.
- *Interaktion:* Die Presentation Engine ist dafür verantwortlich, die Interaktionen, die durch die Eingaben der Nutzer ausgelöst werden, als fachliche Ereignisse innerhalb der Umgebung an die entsprechende Komponente weiterzuleiten.

Entsprechend ist die Presentation Engine die Komponente, die das jeweilige Konzept des Sichtenmodells (vgl. Abbildung 41 und Abbildung 42) der Bedienungsoberfläche bzgl. des Interaktionsmodells und des Darstellungskonzepts in einem realen Systementwurf umsetzt, vgl. Abbildung 72. Sie besitzt zu allen bisher erwähnten Komponenten eine Schnittstelle, um fachliche Ereignisse zu versenden und die daraus resultierenden Systemergebnisse zu empfangen.

Die Referenzarchitektur gibt keine Auskunft darüber, wie die anwendungsspezifische Gestaltung der Bedienungsoberfläche zu realisieren ist. Auch das Interaktionsmodell ist nicht Gegenstand einer näheren Betrachtung durch die Referenzarchitektur.

Es ist nachvollziehbar, dass unterschiedliche Anwendungsfälle diesbezüglich sehr große Unterschiede im Hinblick auf Aspekte der Bedienung, der Gestaltung und des Designs der *Mensch-Maschine-Schnittstelle* aufweisen können. Ein Beispiel hierfür ist die Gestaltung einer Oberfläche für den Einsatz auf mobilen Endgeräten im Vergleich zum Einsatz auf stationären Rechneinheiten. Die Motivation zur Einführung der Presentation Engine als eine eigenständige Komponente erklärt sich aus dem Vorteil, dass Komponenten wie beispielsweise die Video Engine oder auch die Communication Engine als autonome Einheiten mit unterschiedlichen Ausprägungen einer Presentation Engine kombiniert werden können, ohne Veränderungen zu unterliegen. Damit ist eine hohe Flexibilität der Wiederverwendbarkeit einer Systemarchitektur gegeben.

5.3.3 Zusammensetzung der Referenzarchitektur

Nachdem die grundsätzlichen Aufgabenbereiche sowie die Motivation bzgl. der Bildung der Komponenten diskutiert wurde, soll im direkten Anschluss eine Betrachtung der vorhandenen

Schnittstellen zwischen den Komponenten gegeben werden. Innerhalb der Referenzarchitektur werden Schnittstellen etabliert, um die Interoperabilität und somit den Datenaustausch sowie den Kontrollfluss zwischen den vorhandenen Komponenten zu gewährleisten.

Eine kooperative Hypervideo-Umgebung kann als eine ereignisgesteuerte Anwendung betrachtet werden. Das bedeutet, dass die Systemumgebung auf die Eingaben (Interaktionen) der Nutzer reagiert und fachliche Ereignisse bzw. Systemereignisse auslöst. Dies kann mit einem gewöhnlichen Web-Browser verglichen werden, der bzgl. der Nutzerinteraktion Ereignisse auslöst, wie beispielsweise das Laden einer neuen HTML-Seite, nachdem der Nutzer eine WWW-Adresse eingegeben hat. Damit stellt die Presentation Engine eine zentrale Einheit unter den Komponenten der kooperativen Hypervideo-Umgebung dar, da sie die Eingaben der Nutzer entgegennimmt und als Systemereignisse an die dafür bestimmten Komponenten weiterleitet. Für diese Weiterleitung der fachlichen Ereignisse werden Schnittstellen eingesetzt. Dadurch besitzt die Presentation Engine zu jeder Komponente (mit Ausnahme zur Datenhaltungskomponente) innerhalb der Referenzarchitektur eine Schnittstelle, da sie alle Funktionalitäten bereitstellt, die in einer direkten oder indirekten Relation zu den Eingaben der Nutzer stehen.

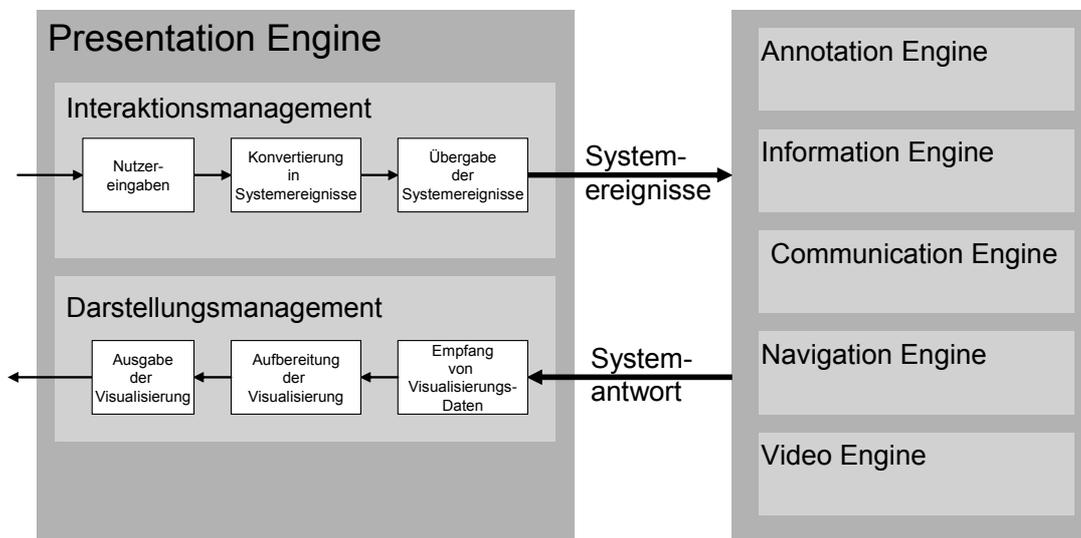


Abbildung 72: Weiterleitung von Nutzereingaben als Systemereignisse

Weiterhin ist es möglich, dass auf Grund einer einzigen Nutzereingabe mehrere voneinander abhängige Systemereignisse von der Presentation Engine weitergeleitet werden. Das bedeutet, dass durch die Interaktion des Nutzers mehrere Komponenten bei der Verarbeitung einer Nutzereingabe beteiligt sind. Die Frage stellt sich, wie die Komponenten in einer derartigen Situation Daten austauschen. Entweder sie tun dies direkt untereinander, oder sie nehmen einen Umweg über die Presentation Engine in Kauf. Beide Lösungen haben Vor- und Nachteile. Für diesen Fall sieht die Referenzarchitektur grundsätzlich vor, dass es auch zwischen den Komponenten, die mit der Presentation Engine verbunden sind, zu einem Datenaustausch sowie einem Kontrollfluss über Schnittstellen kommen kann.

Wie aus der Beschreibung der Komponenten, der Schnittstellenbeschreibung und dem Konzept der kooperativen Hypervideo-Struktur hervorgeht, gibt es innerhalb der kooperativen Umgebung verschiedene Datengruppen.

Die Referenzarchitektur definiert, dass jede Datengruppe nur einer Komponente direkt zugeteilt ist und somit auch nur eine Schnittstelle aufweisen kann. Eine Komponente, die keine direkte Verbindung zu einer Datengruppe besitzt, zu der sie einen Zugriff benötigt,

kann dies nur über einen indirekten Zugriff über die Schnittstelle der dafür zuständigen Komponenten erzielen. Durch diese Strukturvorgabe der Referenzarchitektur wird einerseits eine bessere Übersicht über die Zugriffsmechanismen innerhalb der Architektur gewährleistet, andererseits wird der Gefahr der Dateninkonsistenz vorgebeugt, da nur eine Komponente über die benötigten Lese- und Schreibrechte verfügt. Die Abbildung 73 zeigt den schematischen Aufbau der Referenzarchitektur mit den beschriebenen Komponenten und Schnittstellen, vgl. dazu auch [FiBa04].

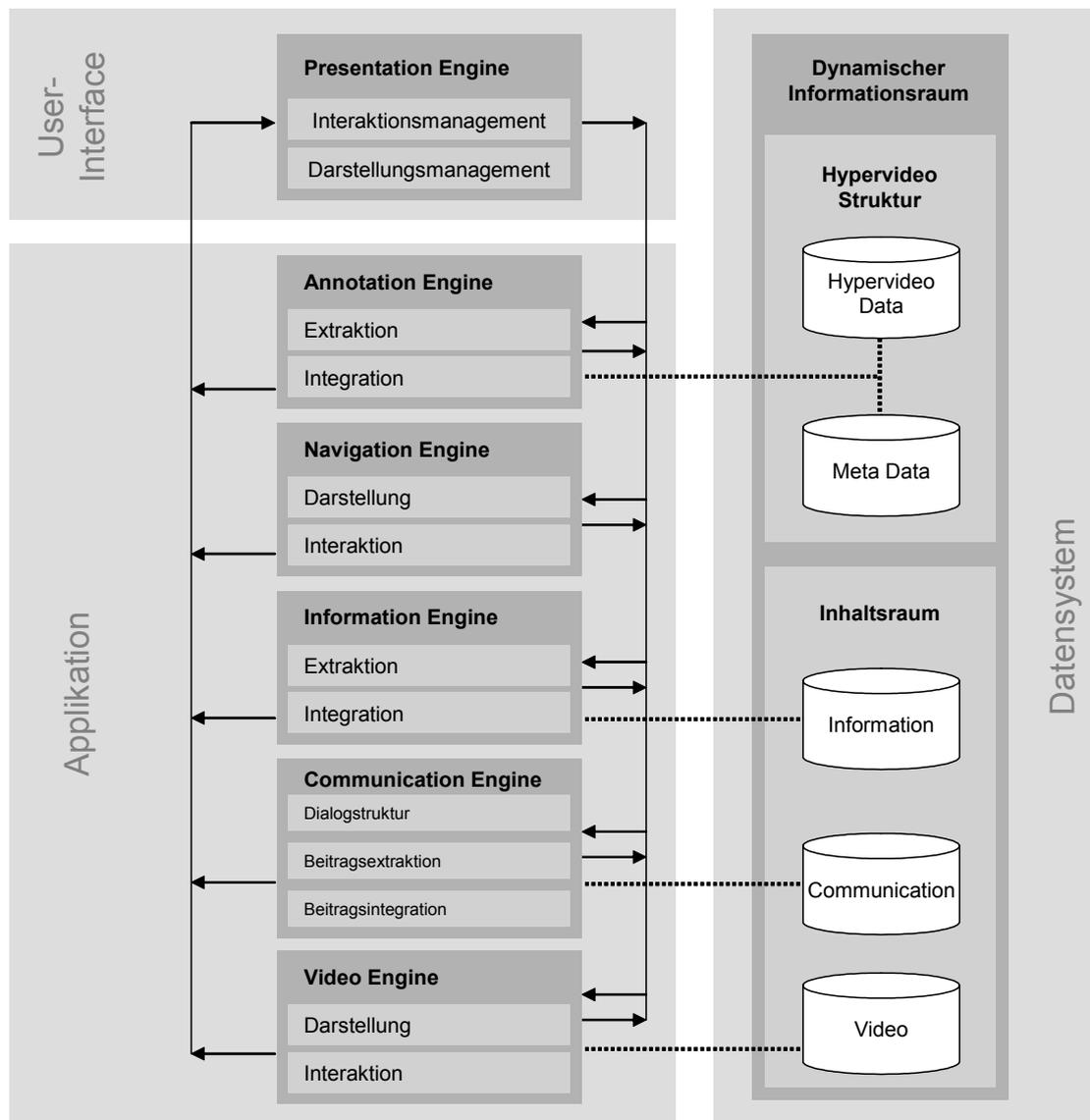


Abbildung 73: Referenzarchitektur einer kooperativen Hypervideo-Umgebung

5.3.4 Überprüfung der vorgeschlagenen Referenzarchitektur

Die bisherigen Betrachtungen einer generischen kooperativen Hypervideo-Umgebung sind in einem Architekturmodell graphisch zusammengefasst, vgl. dazu die Abbildung 73. Nachstehend wird überprüft, ob die Referenzarchitektur die an sie adressierten Anforderungen erfüllt. Zuerst wird die Frage diskutiert, inwieweit sich die im Abschnitt 5.3 aufgestellten Anforderungen innerhalb der Referenzarchitektur wiederfinden lassen. Diese Anforderungen

ergeben sich aus der Definition des Verwendungsrahmens und spielen in Bezug auf die Benutzbarkeit der Architektur in verschiedenen Anwendungsszenarien eine entscheidende Rolle. Anschließend wird überprüft, ob die Definition der kooperativen Hypervideo-Umgebung aus dem Abschnitt 5.1.4 vollständig auf die Referenzarchitektur abzubilden ist. Hierzu werden die Anforderungen aus dem Kapitel 3 betrachtet, die dem Abstraktionsniveau des hier behandelten Konzepts der kooperativen Hypervideo-Umgebung entsprechen. Die formulierten Forderungen aus dem Abschnitt 5.3 beziehen sich auf die fünf Bereiche Kombination, Adaptivität, Austauschbarkeit, Erweiterbarkeit und Integration.

- *Kombination:*
Durch die Definition der Schnittstellen zwischen den Komponenten ist eine hohe Flexibilität in Bezug auf die Kombination gegeben. Damit können bei der anwendungsspezifischen Instanziierung der Komponenten verschiedene Kombinationsmöglichkeiten zur Durchführung von konkreten Prozessabläufen unterstützt werden.
- *Adaptivität:*
Die Forderung nach Adaptivität wird durch die Integration der Presentation Engine erfüllt. Die Presentation Engine kann gemäß der Referenzarchitektur verschiedene Ausprägungen innerhalb der kooperativen Hypervideo-Umgebung annehmen. Somit ist es möglich, die Ausgaben bzw. die Gestaltung durch die Presentation Engine adaptiv bzgl. Nutzerpräferenzen anzupassen, ohne eine inhaltliche Veränderung der anderen Komponenten innerhalb der Systemgrenze vornehmen zu müssen.
- *Austauschbarkeit:*
Die Anforderung der Austauschbarkeit bezieht sich auf die Kapselung und somit auf die Bildung von Funktionsgruppen in Komponenten. Hierbei soll beachtet werden, dass bei einem Austausch einer Komponente nur ein minimaler Aufwand für die anderen Komponenten entsteht. Aus der Beschreibung der Referenzarchitektur ist zu erkennen, dass die Funktionsgruppen mit einem Ansatz der Komponenten-Autonomie gebildet sind. Das bedeutet, dass jede Komponente in sich einen logischen Aufgabenbereich definiert, der sich mit den anderen nicht überschneidet, aber bei der Durchführung von komplexen Prozessabläufen mit anderen ergänzt werden kann.
- *Erweiterbarkeit:*
Die Erweiterbarkeit stellt eine weitere Anforderung in Bezug auf die Einführung neuer Funktionsbereiche in vorhandene, respektive neue Komponenten innerhalb einer Systemumgebung dar. Die klare und nachvollziehbare Trennung der Aufgabenbereiche bietet einem Systementwickler einen sehr guten Überblick darüber, welche Komponenten von der Einführung eines neuen Funktionsbereichs betroffen sind bzw. ob es sinnvoll erscheint, eine neue Komponente in ein befindliches System zu integrieren.
- *Integration:*
Als letzte Anforderung ist die Integration eines konkreten Entwurfes in eine bereits existierenden Systemumgebung auf der Grundlage der Referenzarchitektur genannt. Ein häufiges Problem stellt die Integration vorhandener Daten in ein neues System dar. Ein wichtiger Lösungsansatz, der durch die Referenzarchitektur vorgegeben wird, um derartige Problematiken entgegenzuwirken, ist die physische Trennung zwischen dem dynamischen Informationsraum und der Hypervideo-Struktur. Medienobjekte, auf die bereits vorhandene Anwendungen innerhalb der befindlichen Systemumgebung zugreifen, können bei der Integration problemlos in die kooperative Hypervideo-Umgebung eingeführt werden, da nur eindeutige Referenzen zur Lokalisierung innerhalb der Hypervideo-Struktur benötigt werden.

Die hier geführte Diskussion zeigt, dass die Anforderungen aus dem Abschnitt 5.3 vollständig auf die Referenzarchitektur abgebildet werden können und somit erfüllt sind.

Nachfolgend soll überprüft werden, inwieweit sich die Definition der kooperativen Hypervideo-Umgebung auf die Referenzarchitektur abbilden lässt. Inhaltlich setzt sich die Definition aus acht charakteristischen Eigenschaften zusammen:

- Die *Videoinhalte* beziehen sich auf annotierbare Videosequenzen, welche die Möglichkeit bieten, Details in Videosequenzen mit weiterführenden Medienobjekten zu verknüpfen. Die Einbettung der Videoinhalte wird durch die Komponenten Video Engine und Annotation Engine realisiert. Die Video Engine übernimmt dabei den Aufgabenbereich, der sich mit dem Zugriff, der Aufbereitung, der Übertragung sowie der Repräsentation der Videoinhalte befasst. Die Annotation Engine ist dafür verantwortlich, die in den Videoinhalten vorhandenen sensitiven Regionen zu verwalten. Zur Verwaltung gehört neben der Übertragung auch die Einbindung neuer sensitiver Regionen in die vorhandene Hypervideo-Struktur.
- Die Eigenschaft des *dynamischen Informationsraums* lässt sich primär in den Komponenten Video Engine, Information Engine und Communication Engine sowie in der Trennung der Datenhaltung bzgl. der Videoinhalte, Informationsmedia und Kommunikationsmedia wiederfinden.
- Die *nicht-lineare Struktur* wird einerseits durch die Datenhaltung der Hypervideo-Struktur beschrieben, andererseits stellt die Annotation Engine Funktionalitäten zu deren direkten Manipulation bereit. Dadurch kann die Systemumgebung auf die Elemente Knoten, Links und Anker sowie deren Metadatenbeschreibung Lese- und Schreibzugriffe ausführen.
- Die Referenzarchitektur erfüllt die Eigenschaft einer *offenen Struktur* durch die Trennung der Datenhaltung in die Bereiche dynamischer Informationsraum und Hypervideo-Struktur. Diese Trennung ist der Garant dafür, dass ein effektiver Zugang zur Hypervideo-Struktur gegeben ist und als offen betrachtet werden kann, da keine direkte Zustimmung bzw. Bestätigung der Medienobjekte innerhalb des dynamischen Informationsraums gefordert wird. Weiterhin schränkt die Referenzarchitektur, wie von der Definition gefordert, die Anzahl der Medienobjekte sowie deren Querverweise zueinander nicht ein.
- Die Eigenschaft der *Darstellung* wird primär durch die Presentation Engine erfüllt. Durch die Möglichkeit, verschiedene Instanzen und somit Ausprägungen der Presentation Engine innerhalb der Referenzarchitektur anzubieten, wird die Forderung der Adaptivität in Bezug auf Nutzerpräferenzen und Endgerätetypen erfüllt. Die als Interaktion definierten Eingaben der Nutzer werden von der Presentation Engine als fachliche Ereignisse an die dafür entsprechenden Komponenten weitergeleitet. Hierbei ist zu erwähnen, dass eine Eingabe des Nutzers mehrere fachliche Ereignisse zur Folge haben kann und durch die Interoperabilität mehrerer Komponenten effektiv bearbeitet werden kann. Für die Navigation, welche die Anforderung zur Offenlegung der Hypervideo-Struktur erfüllt, wurde eine eigene Komponente, die Navigation Engine, eingeführt. Über diese Komponente wird der Nutzer bei der Navigation bzgl. der Orientierung maßgeblich unterstützt. Sie trägt somit zur vollständigen Abbildung der Eigenschaft Darstellung auf die Referenzarchitektur bei.
- Durch die Eigenschaft *kooperativer Erweiterbarkeit* werden die Anforderungen bzgl. des Austauschs und der Aufnahme von Wissensinhalten innerhalb der Gruppe auf der

Basis der Hypervideo-Strukturen adressiert. Die Erweiterbarkeit ist ein integraler Bestandteil der Referenzarchitektur. Die Komponenten der Applikationsebene stellen Funktionen bereit, mit denen die Integration von neuen Medienobjekten sowie die Modifikation der Hypervideo-Struktur realisiert werden. Die Annotation Engine übernimmt dabei die Integration der sensitiven Regionen sowie Hypervideo-Links in die kooperative Hypervideo-Struktur. Die Information Engine ist zuständig für die Integration neuer Informationsinhalte in den dynamischen Informationsraum.

- Als eine wichtige Anforderung wurde die Unterstützung der *Kommunikation* zwischen den Gruppenteilnehmern identifiziert und als Eigenschaft definiert. Zur Erfüllung der Forderung von Kommunikationsaspekten in Bezug auf einen gemeinsamen Wissenshintergrund definiert die Referenzarchitektur die Komponente Communication Engine. Diese Komponente hat primär die Aufgabe, eine weitgehend ungehinderte Kommunikation zwischen Teilnehmern innerhalb einer Gruppe zu ermöglichen. Dabei wird jeder Kommunikationsbeitrag durch eine ID-Kennung innerhalb der Hypervideo-Struktur eindeutig referenziert.
- *Metadaten* beschreiben innerhalb der Referenzarchitektur Knoten, Anker sowie Links und sind bzgl. der Datenhaltungsschicht integraler Bestandteil der Hypervideo-Struktur. Über die Attribute, respektive Parameter der Metadaten gibt die Referenzarchitektur keine Auskünfte. Dies ist somit Gegenstand eines konkreten Anwendungsfalls. Die Verwaltung der Metadaten obliegt der Annotation Engine.

Die hier geführte Diskussion erbringt den Nachweis, dass sich die Definition einer kooperativen Hypervideo-Struktur vollständig auf die entwickelte Referenzarchitektur abbilden lässt.

5.4 Konzept eines Datenmodells für die kooperative Hypervideo-Struktur

In diesem Abschnitt wird ein Datenmodell für die kooperative Hypervideo-Umgebung vorgestellt. Die Modellierung beschreibt dabei die unterstützten Verbindungsarten zwischen den Knoten des Inhaltsraumes, siehe dazu auch die Tabelle 13 und Abbildung 53. Ferner wird der Lösungsansatz bzgl. der physikalischen Trennung zwischen Inhalt und Hyperstruktur eingehend diskutiert. Zum Abschluss dieses Abschnitts wird ein Vorschlag einer formalen und einer XML-Schema Beschreibung des Datenmodells vorgestellt.

5.4.1 Organisation und Verwaltung der Daten

Ein Bestandteil, der sowohl bei der Beschreibung der Komponenten sowie der Schnittstellen bereits ansatzweise behandelt wurde, ist die Datenstruktur bzw. die Datenhaltung aller Hypervideo-Inhalte. Prinzipiell können die Daten gemäß des Dexter-Schichtenmodells in die Bereiche „Storage Layer“ (*Speicherebene*) und „Within-Component Layer“ (*Komponentenebene*) aufgespalten werden, vgl. dazu Kapitel 2.

- *Komponentenebene*: Die Komponentenebene entspricht der Abbildung des Inhaltsraumes und behandelt die Medienobjekte, die sich in die Kategorien annotierbare Videoinhalte, Informationsinhalte und Kommunikationsinhalte klassifizieren lassen. Diese Ebene ist zudem systemspezifisch.
- *Speicherebene*: Die Speicherebene entspricht der Hypervideo-Struktur und ist die Zentraleinheit des Konzepts einer kooperativen Hypervideo-Struktur, da es den Aufbau der Hypervideo-Dokumente und somit der Wissensbasis beschreibt und Referenzen auf alle Medienobjekte im Inhaltsraum besitzt. Wie bereits beschrieben,

setzt sich die Hm Inhaltsraum besitzt. Wie bn, Links und Anker zusammen. Ferner werden Metadaten zur Beschreibung der Struktur verwendet. Die Abbildung 74 zeigt die abstrakte Klassifizierung der Datenstruktur eines kooperativen Hypervideo-Dokumentes.

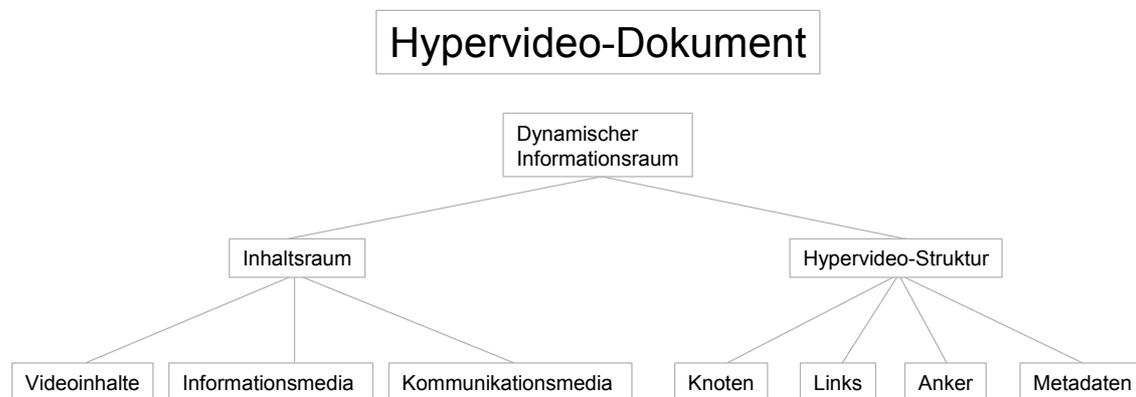


Abbildung 74: Abstrakte Datenstruktur eines Hypervideo-Dokuments

Aus dieser Betrachtung stellt sich die Frage nach der Datenhaltung bzgl. der Inhalte eines Hypervideo-Dokuments. Grundsätzlich sieht das Datenmodell eine Trennung der Dateninhalte zwischen Komponenten- und Speicherebene vor. Das bedeutet, dass die Inhalte der Hypervideo-Struktur getrennt von den Inhalten des Inhaltsraumes vorliegen. Diese getrennte Datenhaltung bietet verschiedene Vorteile für eine kooperative Hypervideo-Umgebung:

Ein entscheidender Vorteil dieser Trennung ist die Unabhängigkeit der Hypervideo-Struktur in Bezug auf die Formate der Medienobjekte, die sie referenziert. Damit sind sensitive Regionen, die als Anker die Kontaktstellen zwischen Objekten im Video und den als Querverweise definierten Hypervideo-Links bilden, nicht integraler Bestandteil der Videoinhalte. Dadurch wird einerseits die Generierung von sensitiven Regionen maßgeblich vereinfacht, und andererseits kann während der Präsentation eines Hypervideos dynamisch auf die Gestaltung der sensitiven Regionen Einfluss genommen werden. Dieser Aspekt wird im Abschnitt 5.4.2 ein wesentliches Merkmal der Präsentation von annotierbaren Videoinhalten definieren.

Durch die separate Speicherung der Links ist auch die Relation von Querverweisen zwischen den einzelnen Knoten leicht zu extrahieren, da sie zentral in der Hypervideo-Struktur abgelegt sind. Hierdurch kann die Anforderung nach Offenlegung der Hypervideo-Struktur aus dem Kapitel 3 effektiv durch die Navigation Engine erfüllt werden. Gerade für eine kooperative Umgebung bietet diese Art der Datenhaltung den Vorteil einer einfachen Manipulation der Hypervideo-Links durch die Gruppe, da keine direkte Zustimmung bzw. Bestätigung der Medienobjekte gefordert wird.

Allerdings besitzt diese Art der Datenhaltung auch einen Nachteil. Die Übertragung der Hypervideo-Dokumente besitzt eine höhere Anforderung an die kooperative Hypervideo-Umgebung, da neben den Medienobjekten aus dem dynamischen Informationsraum die Hypervideo-Struktur auf Grund der Trennung gesondert betrachtet wird. Hieraus können sich zeitkritische Forderungen in einem konkreten Entwurf ergeben, die einer Synchronisation zwischen den Medienobjekten und der Hypervideo-Struktur bedarf.

5.4.2 Modellierung der kooperativen Hypervideo-Struktur

Gemäß dem Dexter-Hypertext-Referenzmodell, das die Grundlage des hier beschriebenen Konzepts einer kooperativen Hypervideo-Struktur bildet, wird eine Trennung zwischen allen Inhalten des dynamischen Informationsraums und der Definition der Hypervideo-Struktur vorgeschlagen. Die Daten der Hypervideo-Struktur werden dabei im so genannten *Storage Layer* verwaltet, vgl. 2.1.4. Für die kooperative Hypervideo-Struktur ergeben sich daraus folgende charakteristische Eigenschaften.

Charakteristische Eigenschaften der kooperativen Hypervideo-Struktur:

- Auf Grund dieses Ansatzes unterstützt das Modell einer Hypervideo-Struktur die Verknüpfungen zwischen den Knoten eines Hypervideo-Dokuments, die getrennt von den Inhalten im Storage Layer vorliegen.
- Dieses Konzept definiert, dass nur Verweise durch die kooperative Umgebung unterstützt werden, bei denen die Anker- und Linkinformation getrennt von den Knoteninhalten im Storage Layer vorliegen.
- Die Aktivierung von Verweisen, die als ein integraler Bestandteil innerhalb einer Informationseinheit definiert sind, wie es beispielsweise bei einem HTML-Dokument vorgegeben wird, wird als Systemereignis zur Ausführung an ein Fremdsystem übergeben.

Durch die Betrachtung der charakteristischen Eigenschaften lässt sich eine Dokumentengrenze bzgl. der Ausdehnung der kooperativen Hypervideo-Struktur wie folgt formulieren.

Dokumentengrenze in Hypervideo-Strukturen:

- *Definition 1:* Die Dokumentengrenze ist unabhängig von der Anzahl der Knoten innerhalb einer kooperativen Hypervideo-Struktur.
- *Definition 2:* Die Dokumentengrenze ist gegeben, wenn ein Knoten innerhalb einer Hypervideo-Struktur keinen Verweis enthält, der im Storage Layer definiert ist. Diese Knoten werden nach Fielding als Blattknoten (*engl.* leaf node) beschrieben, vgl. [Fiel94].

Die Trennung der Inhalte von der Struktur bietet verschiedene Vorteile in Bezug auf die Erfüllung der aufgestellten Anforderungen aus Kapitel 3. Die Vorteile lassen sich wie folgt zusammenfassen.

Vorteile separater Hypervideo-Strukturen:

- *Medienunabhängigkeit:*
Da weder die sensitiven Regionen noch die Hypervideo-Links als Bestandteil der Inhalte gespeichert werden, können Annotationen unabhängig vom verwendeten Format der Videoinhalten durchgeführt werden.

- *Offenlegung der Hypervideo-Struktur:*
Die Anforderung der Offenlegung der Hypervideo-Struktur kann durch diese Modellierung effektiver durchgeführt werden, da die benötigten Daten hierzu nicht aus den Inhalten extrahiert werden müssen. Ein Zugriff auf die eigentlichen Inhalte wird demnach nicht benötigt, was mit einem hohen Aufwand verbunden wäre.
- *Integration:*
Die Integration zur Erweiterung respektive Modifikation der Hypervideo-Struktur kann gänzlich ohne eine inhaltliche Modifikation der referenzierten Inhalte durchgeführt werden. Daraus ergibt sich ein minimierter Aufwand für eine Authoring-Umgebung.
- *Verwendung standardisierter Formate:*
Speziell für die Verwendung von audio-visuellen Informationsformaten wie Video, würde die Integration der Hypervideo-Struktur innerhalb eines Videoformats zu einem neuen proprietären Format führen. Durch diese Art des Datenmodells werden insbesondere die Videoformate nicht verändert und können somit auch weiterhin durch andere Applikationen verwendet werden.
- *Dynamische Navigationsunterstützung:*
Durch die separate Lagerung der Struktur innerhalb einer zentralisierten Datenhaltung kann die Suche respektive die Navigation innerhalb des dynamischen Informationsraums stark erleichtert werden. Eine aufwendige Extraktion der Link-Struktur aus den Inhalten bei jeder Nutzeranfrage ist somit nicht notwendig.

5.4.3 Formale Definition des Datenmodells

In diesem Abschnitt wird eine formale Definition einer kooperativen Hypervideo-Struktur gegeben. Neben der formalen Definition von Hypervideo-Komponenten wird auch der induzierte Graph eines Hypervideos betrachtet.

Definition 1: Ein Hypervideo H ist ein geordnetes 4-Tupel:

$$H = (L, N, I, P)$$

L ist die Menge der Links, N ist die Menge der Knoten, I ist die Menge der Informationsinhalte (z.B., Text, Bild, Audio, Video) und P ist die Menge der Knoteneigenschaften.

Definition 2: Ein Video-Knoten n_V des Hypervideos $H = (L, N, I, P)$ ist ein geordnetes Tripel.

$$n_V = (I_V, A_V, P_V) \text{ mit } n_V \in N_V \subseteq N$$

n_V ist Element der Menge N_V der Video-Knoten. I_V ist die Menge der Videoinhalte, mit A_V als Menge der Anker des Knotens n_V . P_V ist die Menge der Knoteneigenschaften des Knotens n_V . Demnach gilt:

$$\begin{aligned}
 N_V &\neq 0 \\
 I_V &\neq 0 \text{ und } I_V \subseteq I \\
 A_V &= 0 \text{ und } A_V \subseteq N_V \subseteq N \\
 P_V &\subseteq P
 \end{aligned}$$

Definition 3: Ein Informationsknoten n_I des Hypervideos $H = (L, N, I, P)$ ist ein geordnetes Tripel.

$$n_I = (I_I, A_I, P_I) \text{ mit } n_I \in N_I \subseteq N$$

n_I ist Element der Menge N_I der Informationsknoten. I_I ist die Menge der Informationinhalte, mit A_I als Menge der Anker des Knotens n_I . P_I ist die Menge der Knoteneigenschaften des Knotens n_I . Demnach gilt:

$$\begin{aligned}
 N_I &\neq 0 \\
 I_I &\neq 0 \text{ und } I_I \subseteq I \\
 A_I &= 0 \text{ und } A_I \subseteq N_I \subseteq N \\
 P_I &\subseteq P
 \end{aligned}$$

Definition 4: Ein Kommunikationsknoten n_K des Hypervideos $H = (L, N, I, P)$ ist ein geordnetes 4-Tupel.

$$n_K = (I_K, A_K, R_K, P_K) \text{ mit } n_K \in N_K \subseteq N$$

n_K ist Element der Menge N_K der Kommunikationsknoten. I_K ist die Menge der Kommunikationsinhalte, mit A_K als Menge der Anker des Knotens n_K . P_K ist die Menge der Knoteneigenschaften des Knotens n_K . R_K ist die Menge der Relationen des Knotens n_K zu anderen Kommunikationsknoten. Demnach gilt:

$$\begin{aligned}
 N_K &\neq 0 \\
 I_K &\neq 0 \text{ und } I_K \subseteq I \\
 A_K &\neq 0 \text{ und } A_K \subseteq N_K \subseteq N \\
 P_K &\subseteq P \\
 R_K &\subseteq R
 \end{aligned}$$

Definition 5: Ein Hypervideo-Anker a_V des Video-Knoten n_V ist ein geordnetes 4-Tupel:

$$a_V = (Z, O, B, P_A)$$

a_V ist ein Element der Menge N_V der Video-Knoten. Z ist die Menge der Zeitintervalle, in der a_V als Anker definiert ist. Die Kardinalzahl $\#Z$ ist die Anzahl der Elemente und ist größer gleich 1, da mindestens ein Zeitintervall definiert ist. O ist die Menge aller Positionen

des Ankers a_V , die er innerhalb der Zeitintervalle der Menge Z annehmen kann. B ist die Menge aller Formen des Ankers a_V , die er innerhalb der Zeitintervalle der Menge Z annehmen kann. P_A ist die Menge der Eigenschaften des Hypervideo-Ankers a_V .

Definition 6: Ein Hypervideo-Link l_V des Hypervideos $H = (L, N, I, P)$ ist ein geordnetes 5-Tupel:

$$l_V = (S_1, S_2, T_1, T_2, P_L) \quad \begin{array}{l} \text{mit } S_1 \subseteq N ; S_1 \neq \emptyset \\ \text{mit } S_2 \subseteq N ; S_2 \neq \emptyset \\ \text{mit } P_L \subseteq P \end{array}$$

l_V ist ein Element der Menge L , wobei S_1 die Menge der Quellen und S_2 die Menge der Ziele sind. T_1 ist die Menge der Zeitpunkte zum Start. T_2 ist die Menge der Zeitpunkte zum Ende. P_L ist die Menge der Eigenschaften des Hypervideo-Link l_V .

Weiterhin gilt für die Realisierung von Multiple Links (1-to-n Link-Type) mit einem Video-Knoten n_V als Quelle:

$$\begin{array}{l} \exists n_V \in N_V : \#S_1 = 1 \\ \exists n_V \in N_V : \#S_2 \geq 1 \\ \exists n_V \in N_V : S_1 \subseteq A_V \\ \exists n_V \in N_V : S_2 \subseteq N \end{array}$$

Weiterhin gilt für die Definition eines Hypervideo-Links l_V mit einem Video-Knoten n_V als Ziel:

$$\begin{array}{l} \exists n \in N \wedge n \notin N_V : S_1 = A \quad \text{mit } A \subseteq N \\ \exists n \in N : S_2 \subseteq N_V \end{array}$$

A ist die Menge der Anker des Knotens n .

Definition 7: Ein zusammenhängender, gerichteter Multigraph $G = (V, E)$ mit der Knotenmenge V und der Kantenmenge E wird durch ein Hypervideo $H = (L, N, I, P)$ induziert, wenn folgendes gilt:

$$\begin{array}{l} \exists \varphi : N \rightarrow V \text{ und } \varphi \text{ ist bijektiv} \\ \exists \psi : L \rightarrow E \text{ und } \psi \text{ ist bijektiv} \end{array}$$

Die Funktion φ ordnet jedem Element der Menge N ein Element der Menge V zu. Die Funktion ψ ist bijektiv, weil zwischen jedem Element der Menge N und jedem Element der

Menge V eine exakte Entsprechung definiert ist (1-zu-1-Zuordnung). Die Funktion ψ ordnet jedem Element der Menge L ein Element der Menge E zu. Die Funktion ψ ist bijektiv, weil zwischen jedem Element der Menge L und jedem Element der Menge E eine exakte Entsprechung definiert ist (1-zu-1-Zuordnung).

5.4.4 XML-Schema Beschreibung des Datenmodells

Die im Abschnitt 5.4.3 präsentierte formale Definition des Datenmodells wird im Folgenden anhand eines XML-Schemas detaillierter beschrieben. Die XML-Schema Beschreibung dient als Ausgangsbasis eines Datenbankmodells und ist in Bezug auf die inhaltliche Syntax überprüft. Die Beschreibung besteht aus mehreren Einzelbeschreibungen, die im Fortlauf dieses Abschnitts in einer reduzierten Form präsentiert werden. Die vollständige Form findet sich im Anhang dieser Arbeit.

5.4.4.1 Hypervideo-Dokument

Ein Hypervideo-Dokument definiert sich über eine „id“ und beinhaltet eine Knotenliste „NodeList“, eine Verweisliste „LinkList“, eine Liste über die Medienobjekte „MediaObjectList“ sowie Metadaten zur Beschreibung des Dokuments. Die Knotenliste teilt sich auf in die Knotentypen „VideoNodeList“, „InfoNodeList“ und „DialogList“.

```

<xs:complexType name="DocumentType">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="NodeList" minOccurs="0">
      <xs:complexType>
        <xs:sequence>
          <xs:element name="VideoNodeList" minOccurs="0">
            <xs:element name="InfoNodeList" minOccurs="0">
              <xs:element name="DialogNodeList" minOccurs="0">
                </xs:sequence>
              </xs:complexType>
            </xs:element>
          <xs:element name="LinkList" minOccurs="0">
            <xs:element name="MediaObjectList" minOccurs="0">
              <xs:element name="Metadata" type="MetadataType" />
            </xs:sequence>
            <xs:attribute name="id" />
          </xs:complexType>
        </xs:element>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>

```

5.4.4.2 Knoten

Die Knotentypen „VideoNode“, „InfoNode“ und „DialogNode“ erben von der abstrakten Knotenbeschreibung „Node“. Damit erhält jeder konkrete Knoten einen eindeutigen ID innerhalb des Hypervideo-Dokuments und eine Metadatenbeschreibung.

```

<xs:complexType name="NodeType" abstract="true">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="MediaObject" type="MediaObjectType" minOccurs="0" />
    <xs:element name="Metadata" type="MetadataType" />
  </xs:sequence>
  <xs:attribute name="id" />
</xs:complexType>

```

5.4.4.3 Videoknoten

Der Videoknoten „VideoNode“ beinhaltet neben der Beschreibung seines Typs eine Ankerliste „AnchorList“. Die Ankerliste enthält alle Videoanker des Ursprungknotens. Der Videoknoten besitzt keine Liste, mit der er andere Videoknoten referenzieren kann.

```

- <xs:complexType name="VideoNodeType">
  - <xs:complexContent>
    - <xs:extension base="NodeType">
      - <xs:sequence>
        - <xs:element name="AnchorList" minOccurs="0">
          - <xs:complexType>
            - <xs:sequence>
              <xs:element name="VideoAnchor" type="VideoAnchorType"
                minOccurs="unbounded" />
            </xs:sequence>
          </xs:complexType>
        </xs:element>
      </xs:sequence>
    </xs:extension>
  </xs:complexContent>
</xs:complexType>

```

5.4.4.4 Informationsknoten

Der Informationsknoten „InfoNode“ ist ähnlich wie der Videoknoten aufgebaut. Der einzige Unterschied besteht darin, dass der Informationsknoten optional eine Liste „ChildNodeList“ beinhaltet, mit der er eine Baumstruktur aufbauen kann, in der weitere Informationsknoten referenziert sind. Dadurch ist es möglich, Informationsknoten unter einem gemeinsamen Informationsknoten zusammenzufügen.

```

- <xs:complexType name="InfoNodeType">
  - <xs:complexContent>
    - <xs:extension base="NodeType">
      - <xs:sequence>
        + <xs:element name="ChildNodeList" minOccurs="0">
          - <xs:sequence>
            + <xs:element name="AnchorList" minOccurs="0">
              </xs:sequence>
          </xs:sequence>
        </xs:extension>
      </xs:complexContent>
    </xs:complexContent>
  </xs:complexType>

```

5.4.4.5 Kommunikationsknoten

Der Kommunikationsknoten „DialogNode“ beinhaltet alle Dialogbeiträge. Die Dialogstruktur wird mit Hilfe der Liste „ChildNodeList“ gebildet und bietet somit die Möglichkeit, Dialogbeiträge untereinander zu referenzieren.

```

- <xs:complexType name="DialogNodeType">
  - <xs:complexContent>
    - <xs:extension base="NodeType">
      - <xs:sequence>
        + <xs:element name="ChildNodeList">
        + <xs:element name="AnchorList" minOccurs="0">
      </xs:extension>
    </xs:complexContent>
  </xs:complexType>

```

```

    </xs:sequence>
  </xs:extension>
</xs:complexContent>
</xs:complexType>

```

5.4.4.6 Anker

Alle Ankertypen (Video-, Informations- und Kommunikationsanker) erben von der Beschreibung des abstrakten Ankers „Anchor“.

```

_ <xs:complexType name="AnchorType" abstract="true">
  _ <xs:sequence>
    <xs:element name="Metadata" type="MetadataType" />
  </xs:sequence>
  <xs:attribute name="id" />
</xs:complexType>

```

5.4.4.7 Videoanker

Der Videoanker „VideoAnchor“ beschreibt den Basisanker für den Knotentyp Videoknoten, von dem alle weiteren Videoankertypen abgeleitet werden. Ferner definiert der Videoanker gleichzeitig den so genannten Null-Anker. Der Null-Anker referenziert die gesamte annotierbare Videosequenz.

```

_ <xs:complexType name="VideoAnchorType" abstract="true">
  _ <xs:complexContent>
    <xs:extension base="AnchorType" />
  </xs:complexContent>
</xs:complexType>

```

5.4.4.8 Rechteckanker

Der Rechteckanker „RectangularVideoAnchor“ beschreibt hier als Beispiel für andere Videoanker-Realisierungen einen konkreten Videoanker, mit dem sensitive Regionen im Videobild generiert werden können. Die Abbildung 56 zeigt, wie diese Videoankerbeschreibung in der Videodarstellung visualisiert wird. Weitere Anker sind einfach in das Datenmodell einzufügen, indem sie vom Videoanker „VideoAnchor“ als Basisobjekt abgeleitet werden.

```

_ <xs:complexType name="RectangularVideoAnchorType">
  _ <xs:complexContent>
    _ <xs:extension base="VideoAnchorType">
      _ <xs:sequence>
        <xs:element name="Color" type="xs:integer" />
        <xs:element name="Brightness" type="xs:integer" />
        <xs:element name="Contrast" type="xs:integer" />
      _ <xs:element name="Interval" maxOccurs="unbounded">
        _ <xs:complexType>
          _ <xs:sequence>
            _ <xs:element name="Keyframe" maxOccurs="unbounded">
              _ <xs:complexType>
                _ <xs:sequence>
                  <xs:element name="frameNr" type="xs:integer" />

```

```

        <xs:element name="x1" type="xs:integer" />
        <xs:element name="y1" type="xs:integer" />
        <xs:element name="x2" type="xs:integer" />
        <xs:element name="y2" type="xs:integer" />
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:sequence>
<xs:attribute name="id" type="xs:integer" />
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:sequence>
</xs:extension>
</xs:complexContent>
</xs:complexType>

```

5.4.4.9 Link

Der Verweis „Link“ verknüpft jeweils einen Ursprungsanker mit einem Zielanker und weist dieser Verbindung eine Metadatenbeschreibung zu. Die Anker werden zusätzlich durch ihre Ankertypenbezeichnung „AnchorType“ näher beschrieben. Multiple Linkstrukturen entstehen dadurch, dass der Ursprungsanker mit mehr als nur einem Zielanker definiert werden kann. Damit besteht weiterhin die wichtige Möglichkeit jeder Relation zwischen zwei Knoten individuell auf der Basis von Metadaten detailliert auszudrücken.

```

_ <xs:complexType name="LinkType">
  _ <xs:sequence>
    <xs:element name="SourceAnchor" type="AnchorType" />
    <xs:element name="SourceTime" type="xs:integer" />
    <xs:element name="DestinationAnchor" type="AnchorType" />
    <xs:element name="DestinationTime" type="xs:integer" />
    <xs:element name="Metadata" type="MetadataType" />
  </xs:sequence>
  <xs:attribute name="id" />
</xs:complexType>

```

5.5 Zusammenfassung und Diskussion

Die in diesem Kapitel entwickelten Konzepte zur Daten-, Applikations- und Bedienungsschicht sowie die dazu vorgeschlagene Referenzarchitektur unterstützen die Umsetzung des kooperativen Wissenserwerbs auf der Basis von Hypervideo-Inhalten in verteilten Umgebungen. Durch das hohe Abstraktionsniveau des entwickelten Konzeptes wird eine große Spannbreite an Lösungsideen in Bezug auf die Entwicklung von konkreten Anwendungsfällen abgebildet, und es können somit verschiedene Systemarchitekturen unterstützt werden.

Die Entwicklung eines Konzeptes zur Annotation von Videoinhalten, das die inhaltliche Struktur von Hypervideo-Dokumenten eindeutig definiert, ist ein wesentliches Ergebnis der in Kapitel 5 durchgeführten Arbeiten. Dieses Konzept bildet die Grundlage der kooperativen Hypervideo-Umgebung und definiert auch gleichzeitig wichtige Systemgrenzen. Es ist somit ein integraler Bestandteil für die Umsetzung eines konkreten Entwurfs in dieser Arbeit.

Die Definition der kooperativen Hypervideo-Umgebung ist ein weiteres, wesentliches Ergebnis und basiert auf den im Kapitel 3 identifizierten Anforderungen. Eine

Zusammenfassung, respektive Umsetzung dieser Ergebnisse findet sich in der vorgestellten Referenzarchitektur. Sie trifft eindeutige Aussagen über die Struktur einer kooperativen Hypervideo-Umgebung. Der Aufbau der Referenzarchitektur durch Komponenten und Schnittstellen strukturiert eindeutig die Aufgabenbereiche einer kooperativen Hypervideo-Umgebung. Die Überprüfung der Referenzarchitektur zeigt, dass sich die Forderung aus der Diskussion des Verwendungsrahmens sowie der Definition der kooperativen Hypervideo-Umgebung vollständig abbilden lässt.

Das Bedienungskonzept definiert grundlegende Vorgaben in Bezug auf die Interaktion sowie die Ausgabe der darzustellenden Inhalte aus dem dynamischen Informationsraum. Weiterhin wird auf die Offenlegung der Hyperstruktur durch das Sichtenmodell Bezug genommen. Ein wichtiger Aspekt des Bedienungskonzepts sind die Relationen bzw. Abhängigkeiten der einzelnen Sichten innerhalb des Sichtenmodells. In dem folgenden Kapitel werden die hier erzielten Ergebnisse des Konzepts einer kooperativen Hypervideo-Umgebung zur Entwicklung eines konkreten Anwendungsfalls sowie zu dessen Systemumsetzung verwendet.

6 Realisierung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung

Das vorliegende Kapitel behandelt die Realisierung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung mit dem Ziel, die theoretischen Überlegungen aus den vorigen Kapiteln zu verifizieren und somit einen Nachweis für die Validität des entwickelten Lösungsansatzes innerhalb einer real existierenden Umgebung zu liefern. Hierzu werden die dafür entwickelten Konzepte aus dem Kapitel 5 innerhalb einer real existierenden Systemumgebung umgesetzt.

Das Kapitel beginnt mit der Beschreibung der Systemumgebung. Damit wird ein konkreter Rahmen für die Realisierung festgelegt, der die verwendeten Technologien diskutiert und zusammenfasst. Es folgt die Beschreibung der Systemarchitektur. Mit Hilfe des Verwendungsrahmens wird eine Systemarchitektur auf der Basis der Referenzarchitektur aus dem Kapitel 5 vorgestellt. Diese Systemarchitektur besitzt im Gegensatz zur Referenzarchitektur einen eindeutigen Bezug zur Technologie und den sich daraus ergebenden Systemkonzepten.

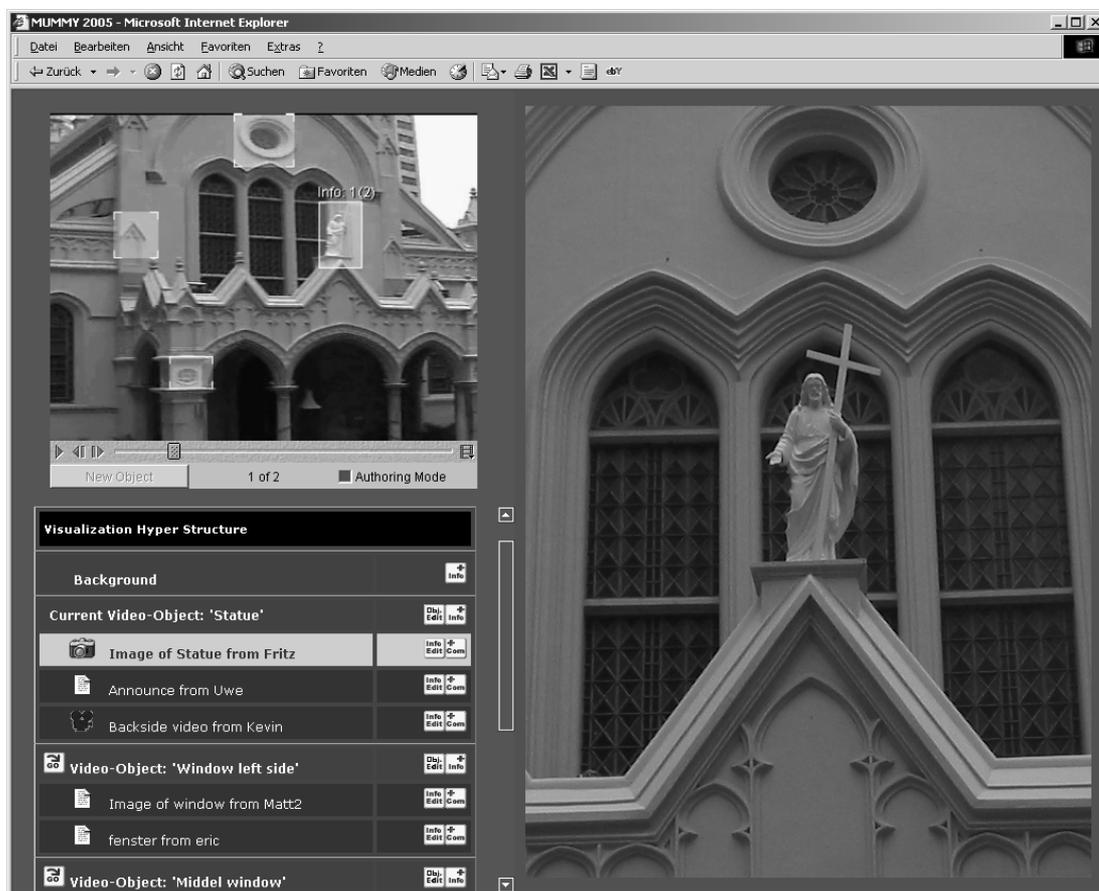


Abbildung 75: Webbasiertes User-Interface der Systemrealisierung

6.1 Eigenschaften der Systemumgebung

Client/Server Architektur

Die in diesem Kapitel beschriebene Realisierung einer konkreten Hypervideo-Umgebung für den Einsatz innerhalb eines räumlich und zeitlich verteilten Gruppenszenarios basiert auf der Verwendung eines Client/Server Architekturmodells. Dadurch wird es möglich, die

geforderte Zentralisierung der Daten, aus denen sich ein Hypervideo-Dokument zusammensetzt, zu erzielen. Die zentralisierte Datenhaltung bietet allen Teilnehmern einer Gruppe einen Zugang zu den aktuellen Beständen des dynamischen Informationsraums und somit zu dem zugreifbaren Wissen der Gruppe. Durch die Verwendung einer Client/Server-Architektur wird die Grundlage geschaffen, Wissen kooperativ zu konstruieren, indem die Teilnehmer Informationen über eine zentralisierte Datenverwaltung asynchron (unabhängig von Ort und Zeit) aufnehmen und austauschen können.

Zentralisierte Datenverwaltung

Durch die Verwendung einer zentralisierten Datenverwaltung liegen die Daten eines Hypervideo-Dokuments zum Anfang einer Präsentation bei dem Teilnehmer nicht vor. Nur durch die Interaktion mit der Umgebung werden dem Teilnehmer gewünschte Ausschnitte aus dem dynamischen Informationsraum übertragen. Dies ist sinnvoll, da Hypervideo-Dokumente ein hohes Datenaufkommen beinhalten können und ein vollständiges Herunterladen aller Inhalte aus dem dynamischen Informationsraum inklusive der Hypervideo-Struktur zu einem nicht zumutbaren Zeitaufwand führen kann. Weiterhin wird ein Teilnehmer während der interaktiven Präsentation nicht das Ziel verfolgen, jede mögliche, durch die nicht-lineare Hypervideo-Struktur referenzierte Informationseinheit eines Hypervideo-Dokuments zu sichten. Vielmehr wird er die Information auswählen, die ihm für die Konstruktion seines Wissens von Bedeutung erscheint.

Datenbank

Zur Verwaltung des Datenbestands der kooperativen Hypervideo-Struktur innerhalb der Systemarchitektur wird ein zentrales Datenbanksystem (DBS) vorgeschlagen. Zusätzlich bietet ein Datenbankmanagementsystem (DBMS) eine erhöhte Datensicherheit durch Transaktionsverwaltung und Integritätskontrolle. Weitere Vorteile liegen in einer höheren Datenkonsistenz, die Möglichkeit von performanten und nebenläufigen Zugriffen sowie die Option strukturierter Anfragen. Als Datenbanktechnologie wird ein relationales Datenbanksystem verwendet. Die aus Tabellen bestehende relationale Datenbank bietet verschiedene Vorteile. So lässt sich der Datenbankaufbau leicht modifizieren. Dies unterstützt die Adaption der Systemumgebung in Bezug auf Veränderungen der Hypervideo-Struktur. Weiterhin besteht ein Vorteil in der Programmierbarkeit eines derartigen Datenbankmodells, sowie die damit verbundene Verwaltung der gespeicherten Inhalte. Als Datenbankzugriffssprache auf relationale Datenbanken findet der Standard SQL (Simple Query Language) für diese Realisierung Anwendung. Dieser Standard wird von vielen Herstellern unterstützt und bietet eine hohe Flexibilität in Bezug auf die Auswahl und somit die Austauschbarkeit verwendeter relationaler Datenbanken. Die Kommunikation mittels SQL wird dabei über die standardisierte Schnittstelle ODBC (Open DataBase Connectivity) realisiert, vgl. dazu [CrSS95].

Online-Verbindung

Das Systemkonzept ist dahingehend ausgelegt, dass der Teilnehmer nur die Daten erhält, die er zuvor durch seine Interaktion mit der Bedienungsschnittstelle akquiriert hat. Damit ist eine Online-Verbindung zum Server eine Voraussetzung für die Nutzung der Umgebung. Entsprechend muss eine Verbindung zur Servereinheit bestehen, um ein ausgelöstes Systemereignis an die entsprechenden Komponenten der Applikationsschicht weiterzuleiten, wenn beispielsweise ein neuer Ausschnitt aus dem dynamischen Informationsraum angefordert wird oder ein neuer Beitrag durch den Teilnehmer in die Informationsstruktur integriert werden soll.

Protokolle

Auf Grund der gewählten Systemumgebung werden Standardprotokolle, wie z.B. das HTTP Protokoll (Hypertext Transfer Protocol), für die Kommunikationsebene eingesetzt. Dies trifft insbesondere auf den Informationsaustausch zwischen der Presentation Engine und den angebotenen Komponenten aus der Applikationsschicht zu. Zur Übertragung von Videodaten per Streamingverfahren verwendet die Video Engine das standardisierte RTSP Protokoll (Real Time Streaming Protocol), das von vielen Videostreaming Servern zur Übertragung von Videoinhalten genutzt wird. Für eine ausführliche Beschreibung des RTSP Protokolls wird an dieser Stelle auf [ScRA98] verwiesen. Die benötigte Kommunikationsebene zwischen den Komponenten der Applikationsschicht wird ebenfalls mittels des HTTP Protokolls durchgeführt. Dadurch wird ein hoher Grad an Flexibilität der einzelnen serverseitigen Komponenten bzgl. einer Verteilung auf mehrere Server gewährleistet. Die Komponenten müssen demnach nicht innerhalb eines Servers existieren, sondern können verteilt innerhalb der Systemumgebung vorliegen.

Standard Web-Browser

Die Zusatzinformationen aus dem dynamischen Informationsraum besitzen vorrangig standardisierte Formate. Die Web-Browser Umgebung jedes einzelnen Nutzers ist dafür verantwortlich, die Formate der referenzierten Informationseinheiten eines Hypervideo-Dokuments darstellen zu können. Der Einsatz von Browser-Plugins zur Decodierung und zur Darstellung in einem Web-Browser erweitert dabei die unterstützten Formate auf der Clientseite. Die Entwicklung und Bereitstellung dieser Browser-Plugins zur Darstellung der Zusatzinformationen befindet sich außerhalb des Aufgabenbereichs des hier adressierten konkreten Systemkonzepts. Eine Ausnahme betrifft die Decodierung und Darstellung der annotierbaren Videoinhalte. Auf Grund der speziellen Anforderung an die Videosicht wird ein spezieller *Hypervideo-Player* als Teil der prototypischen Umsetzung entwickelt, da dieser gegenwärtig von keinem kommerziellen Produkt realisiert ist. Die dabei eingesetzten Videoformate entsprechen gängigen Standards.

Beschreibung der Hypervideo-Struktur

Für die Beschreibung und den Austausch der Elemente der kooperativen Hypervideo-Struktur innerhalb der Systemumgebung wird der XML Standard verwendet. XML bietet den Vorteil des strukturierten elektronischen Datenaustausches. Es unterstützt die Maschinenlesbarkeit und fördert somit den Austausch von Nachrichten auf der Kommunikationsebene zwischen den Komponenten. Für eine detailliertere Beschreibung des XML Standards wird auf [BrPS00] und [Holz98] verwiesen. Als Grundlage der Beschreibung von Metadaten, die einen wichtigen Teilbereich der kooperativen Hypervideo-Struktur definieren, wird das im Abschnitt 2.1.5 vorgestellte Dublin Core Metadatenformat für die prototypische Realisierung verwendet.

Programmiersprache

Die Verwendung der Programmiersprache Java [GJSB00] ist in vielen Bereichen der Softwareentwicklung mittlerweile stark verbreitet. Speziell für WWW-Anwendungen bietet Java durch seine plattformübergreifende Einsatzmöglichkeit Vorteile in Bezug auf die Unterstützung verschiedener Betriebssysteme. Für die geforderten Systemfunktionalitäten sowohl auf der Serverseite als auch auf der Clientseite bietet Java eine reichhaltige Entwicklungsumgebung. Die auf die Programmiersprache Java aufsetzende Servlet-Technologie erfüllt die Anforderung einer leistungsfähigen Applikationsschicht. Durch den

Einsatz der Applet-Technologie innerhalb einer Web-Browser Umgebung lässt sich ein hoher Grad an Flexibilität und Adaptivität bzgl. einer zu entwickelnden graphischen Bedienungsoberfläche effektiv erstellen. An dieser Stelle sei auf das Java Media Framework (JMF) verwiesen, das speziell im Bereich multimedialer Anwendungen eine leistungsstarke Klassenbibliothek besitzt [GoTa99]. Die Abbildung 76 zeigt die Architektur des Java Media Frameworks.

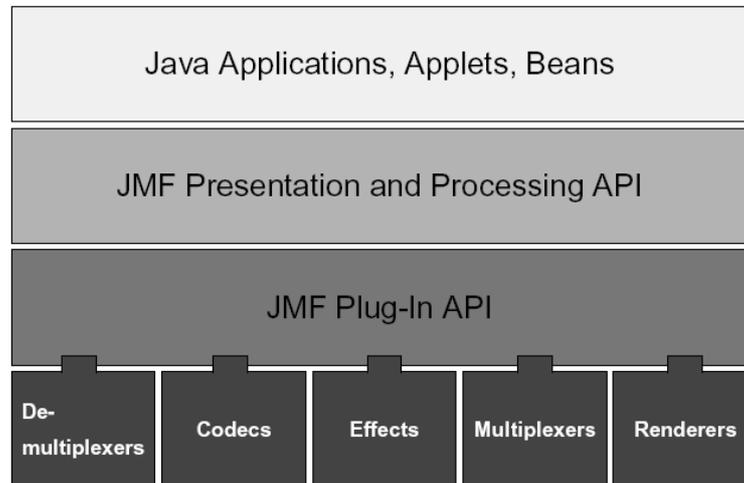


Abbildung 76: JMF Architektur

6.2 Systemarchitektur

Die Grundlage der Systemarchitektur bildet die Referenzarchitektur des Kapitels 5 mit den darin beschriebenen Komponenten sowie deren Aufgabenbereichen zur Erfüllung der Anforderungen aus Kapitel 3. Es wurde bereits die Verwendung eines Client/Server-Architekturmodells beschrieben. Dieses Client/Server Architekturmodell basiert auf einem 3-Tier-Modell [Star02] und trennt die Bereiche Präsentationslogik, Anwendungslogik sowie die persistenten Daten voneinander.

- Die *Präsentationslogik* (erster Tier) beschreibt das so genannte Front-End der Umgebung und befindet sich auf der Clientseite.
- Die *Anwendungslogik* (zweiter Tier) stellt die Applikationsschicht dar. Hier befinden sich die Systemfunktionalitäten der Umgebung. Die Systemarchitektur verfolgt vorrangig das Ziel, die benötigten Systemfunktionalitäten und somit die Anwendungslogik auf dem Server zu halten.
- Die *Daten* werden durch den dritten Tier repräsentiert. Hier befinden sich alle persistenten Daten der Umgebung, die sich aus dem dynamischen Informationsraum zusammensetzen.

Der Entwurf der Systemarchitektur sieht vor, die Anwendungslogik primär auf die Serverseite zu verlagern. Daraus ergeben sich folgende Vorteile:

- Die Clientseite wird entlastet. Ein derartiger Ansatz wird als Thin-Client Konzept bezeichnet [Star02].
- Ein weiterer Vorteil der Verlagerung der Anwendungslogik auf die Serverseite ist der Aufwand bei Anpassungen bzgl. sich ändernder Systemanforderungen, da nicht jeder einzelne Client individuell angepasst werden muss, sondern nur einmalig der Server.
- Weiterhin kann durch die Schichtenbildung eine weitgehend unabhängige Entwicklung der einzelnen Komponenten geschehen.

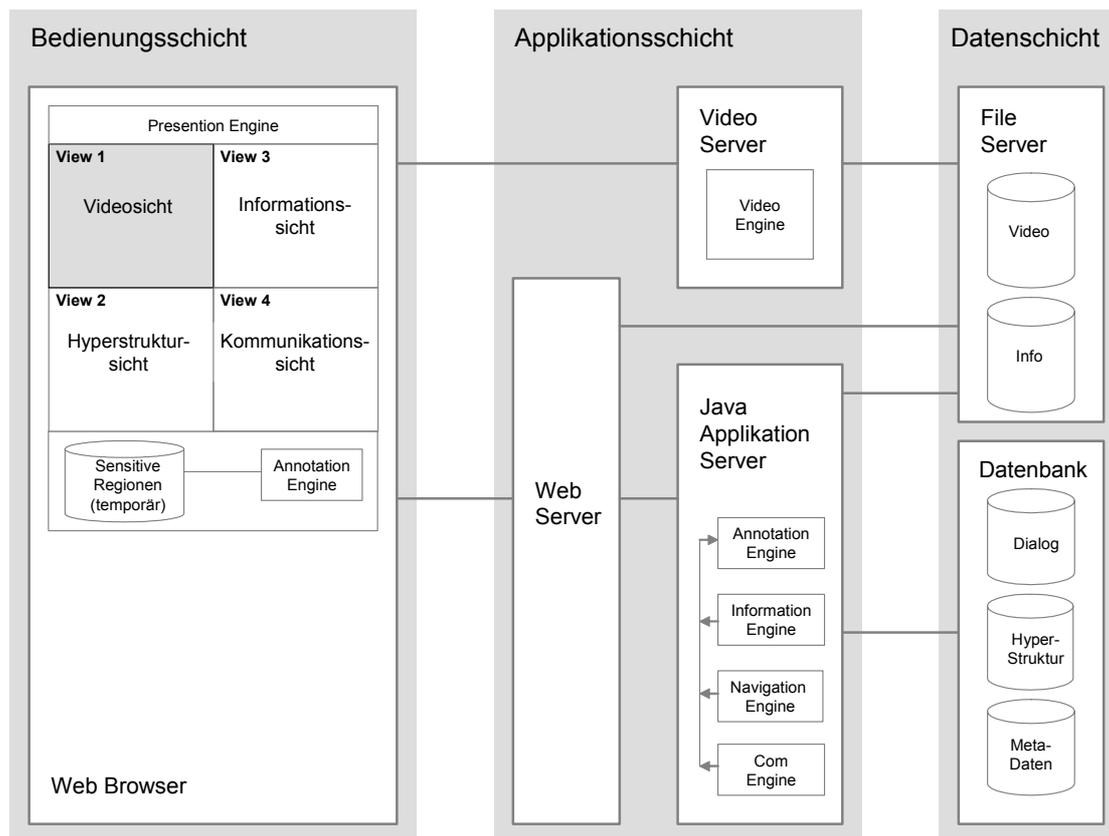


Abbildung 77: Systemarchitektur der kooperativen Hypervideo-Umgebung

Aus Gründen der Performanz bzgl. des Datenzugriffs kann allerdings die Anwendungslogik nicht vollständig für die hier gewählte Systemumgebung auf die Serverseite übertragen werden. Die Ausnahme bezieht sich dabei primär auf die Videosicht der Presentation Engine und den darin enthaltenen Hypervideo-Player. Eine detaillierte Begründung hierfür wird im Abschnitt 6.5 gegeben. Die Abbildung 77 zeigt die Client/Server Systemarchitektur der kooperativen Hypervideo-Umgebung.

- **Bedienungsschicht:** Die Bedienungsschicht der kooperativen Hypervideo-Umgebung in Abbildung 77 ist mit Hilfe einer Webbrowser-Umgebung auf der Clientseite realisiert. Diese Schicht ermöglicht die Darstellung von Ausschnitten aus einem Hypervideo-Dokument sowie deren Erweiterung respektive Modifikation mittels Benutzereingaben.
- **Applikationsschicht:** Die Applikationsschicht beschreibt die Systemfunktionalitäten auf der Serverseite. Diese Umgebung setzt sich primär aus einem Videoserver, einem Webserver sowie einem Java-Application-Server zusammen. Diese Anordnung bietet

die Möglichkeit, die Server auf verschiedene Rechneinheiten zu verteilen und über ein Netzwerk zu verbinden. Weiterhin ist es auch möglich, für jede Engine einen eigenen Java-Application-Server auf einer separaten Rechneinheit zuzuordnen. Durch diese Anordnung kann zur Entlastung eines Servers beigetragen werden.

- **Datenschicht:** Die Datenschicht ist in die Bereiche Fileserver und Datenbank aufgeteilt. Diese Schicht ist gemäß dem 3-Tier-Modell von den anderen Schichten getrennt. Die Kommunikationsbeiträge der Gruppenteilnehmer werden in der Datenbank separat gespeichert und sind vom Medientyp Text. Wie aus der Abbildung 77 zu erkennen ist, werden die Inhalte Video, Informationsmedia und Kommunikationsmedia separat voneinander in der Datenschicht gespeichert.

6.3 Schnittstellendefinition

Die Referenzarchitektur ist so flexibel gestaltet, dass sie für den Datenaustausch zwischen den einzelnen Komponenten keine Einschränkung vorsieht. Deshalb ist es die Aufgabe eines konkreten Systementwurfs, die schlussendlichen Verbindungen zwischen den Komponenten zu definieren, die für den Datenaustausch vorgesehen sind.

Die Presentation Engine bildet mit ihren vier Sichten (Video-, Informations-, Kommunikations- und Hyperstruktursicht) die Mensch-Maschine-Schnittstelle zwischen dem Anwender und der Systemumgebung. Sie hat die Aufgabe, alle Nutzereingaben in Systemereignisse umzuwandeln und sie an die entsprechenden Komponenten weiterzuleiten, um damit einen neuen Anwendungszustand zu erzeugen. Die Systemarchitektur sieht vor, dass die Presentation Engine zu allen Komponenten der Anwendungslogik eine direkte Verbindung zum Zweck des Datenaustauschs besitzt.

Die von dem Bedienungskonzept vordefinierten Systemereignisse werden von der Presentation Engine im Falle einer Aktivierung somit direkt an die dafür zuständigen Komponenten gesendet. Die Komponenten liefern daraufhin ihre Ausgabe direkt an die Presentation Engine zurück. Der Vorteil einer derartigen Architektur ist, dass nur eine minimale Verbindung zwischen den Komponenten innerhalb der Applikationsschicht benötigt wird. Dadurch werden die Austauschbarkeit einer Komponente sowie die Pflege und die Erweiterung ihrer Systemfunktionalität unabhängig von den anderen Komponenten der Applikationsschicht ermöglicht.

Folglich verkörpert die Presentation Engine das gesamte Konzept des Interaktionsmodells auf der Clientseite. Dies bietet den weiteren Vorteil der clientseitigen Adaption bzgl. der graphischen Bedienungsfläche. Damit können verschiedene Ausprägungen der Presentation Engine realisiert werden, welche die Komponenten der Applikationsschicht in gleicher Weise verwenden. Die Serverseite hat dementsprechend zu keinem Zeitpunkt Kenntnis über den Zustand der Mensch-Maschine-Schnittstelle auf der Clientseite.

Die Systemarchitektur sieht drei Schnittstellen zwischen den Komponenten innerhalb der Applikationsschicht vor. Der Grund hierfür ist die Annotation Engine, die gemäß der Kapselung der Systemfunktionalitäten die einzige Komponente ist, die auf der kooperativen Hypervideo-Struktur Lese- und Schreibzugriffe ausüben darf.

- Die *Navigation Engine* benötigt Informationen über die Hypervideo-Struktur, um diese visualisieren zu können. Hierzu besitzt sie eine Schnittstelle zur Annotation Engine, um einen indirekten Lesezugriff auf die Struktur ausführen zu können. Die

Navigation Engine besitzt hierbei keine Information darüber, wie die kooperative Hypervideo-Struktur innerhalb der Datenbank organisiert ist.

- Eine weitere Schnittstelle besteht zwischen der *Communication Engine* und der Annotation Engine. So kann die Communication Engine die Struktur eines bestimmten Dialogs, der sich aus einer Anzahl von Kommunikationsbeiträgen (Kommunikationsknoten) zusammensetzt, von der Annotation Engine abfragen, um daraus eine Darstellung für die Kommunikationssicht zu generieren.
- Die Information Engine ist verantwortlich für die Integration von Zusatzinformationseinhalten und benötigt hierzu eine Verbindung zu der Annotation Engine. Mit der Verbindung erhält die Information Engine einen indirekten Zugriff auf die Hypervideo-Struktur und kann dort entsprechende Manipulationen vornehmen.

Die Annotation Engine auf der Client-Seite ist mit der Annotation Engine auf der Serverseite verbunden. Die Aufgabe der clientseitigen Annotation Engine liegt darin, eine temporäre Datenhaltung der sensitiven Regionen für die innerhalb der Bedienungsschicht gegenwärtigen aktuellen annotierbaren Videoinhalte zu realisieren. Auf Anfrage übergibt die clientseitige Annotation Engine die Daten an die Videosicht, damit die Visualisierung der sensitiven Regionen durchgeführt werden kann.

6.4 Applikationsschicht

Ausgehend von dem Datenmodell innerhalb der Datenschicht wird im vorliegenden Abschnitt die Beschreibung der Komponenten innerhalb der Applikationsschicht wiedergegeben.

Eigenschaften der Applikationsschicht:

- Jede Komponente innerhalb der Applikationsschicht besitzt eine eindeutige Adresse auf der Basis des URL-Adressierungsschemas. Das bietet den Vorteil, dass die Komponenten innerhalb einer definierten Netzwerkumgebung verteilt auf verschiedenen Servereinheiten vorliegen können.
- Durch das Adressierungsschema kann eine Lastenverteilung der serverseitigen kooperativen Hypervideo-Umgebung erzielt werden, indem die Komponenten auf unterschiedlichen, miteinander vernetzten Rechnereinheiten vorgehalten werden.
- Das URL-Adressierungsschema ermöglicht es, verschiedene Ausprägungen einer Komponente innerhalb der Umgebung zu integrieren.
- Durch die Unterstützung unterschiedlicher Ausprägungen von Komponenten kann die Adaptivität der gesamten Hypervideo-Umgebung maßgeblich gefördert und somit die Flexibilität der Verwendung durch den Nutzer erhöht werden.

6.4.1 Communication Engine

Die generelle Aufgabe der Communication Engine ist die Extraktion vorhandener Kommunikationsbeiträge sowie die Integration neuer Kommunikationsbeiträge aus dem dynamischen Informationsraum. Die Relation zwischen den Kommunikationsbeiträgen zueinander sowie zu den vorhandenen Videoinhalten und den Zusatzinformationen wird durch

die kooperative Hypervideostruktur ausgedrückt. Weiterhin werden innerhalb der Communication Engine die Kommunikationsbeiträge als reine Textformate für die prototypische Entwicklung verwaltet.

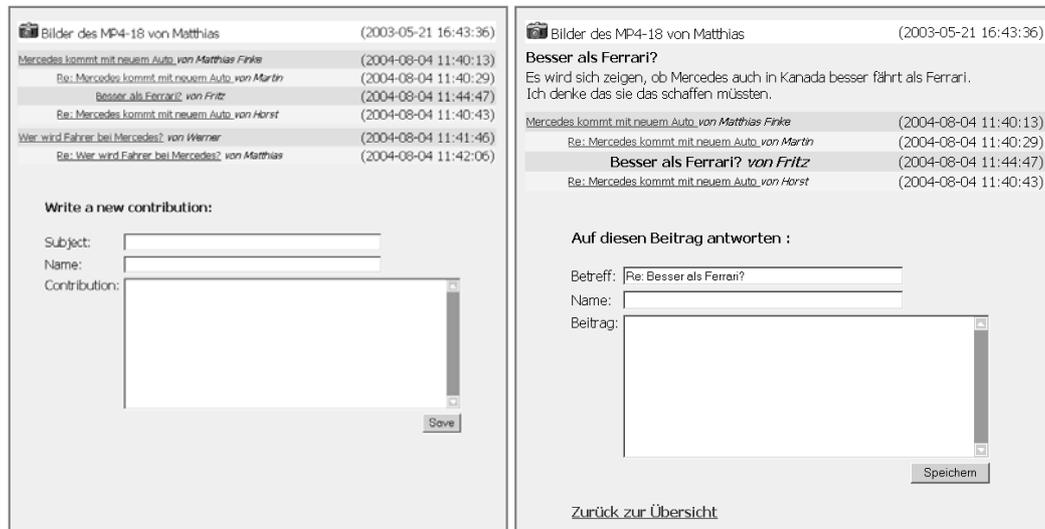


Abbildung 78: Dynamisch generierte Übersicht von Kommunikationsbeiträgen

Die Realisierung der Communication Engine basiert auf dem in der Softwareentwicklung häufig benutzten Entwurfsmuster Model-View-Controller (MVC). Eine Erweiterung des Entwurfsmusters ist das serverseitige MVC Entwurfsmuster, vgl. dazu [Star02]. Der Sinn und Zweck dieses Entwurfsmusters ist es, den Client so gering wie möglich zu belasten. Aus diesem Grund wird in diesem Kontext auch häufig der Begriff Thin-Client verwendet. Für die Communication Engine bedeutet dies, dass ihr neben der Extraktion sowie der Integration auch die Aufbereitung der Darstellung der Kommunikationsbeiträge obliegt. Die Clientseite erhält lediglich ein Beschreibungsformat der Darstellung und visualisiert diese in der Kommunikationssicht. Die inhaltliche Zusammenstellung und somit die logische Folge der zu präsentierenden Dialoginhalte ist einzig und allein Aufgabe der Communication Engine. Die Implementierung der Communication Engine auf der Basis des serverseitigen MVC Entwurfsmusters ist als Servlet innerhalb des Java-Application-Servers realisiert, vgl. Abbildung 77. Zur Beschreibung der Darstellung bietet die Communication Engine, bezogen auf die jeweilige Anfrage durch die Nutzer, zwei Ausgabeformate. Das primäre Ausgabeformat ist eine dynamisch erstellte HTML-Seite. Das zweite Ausgabeformat wird als XML-Inhalt erstellt. Dies bietet verschiedene Möglichkeiten einer flexibleren Nutzung. So kann mittels XSLT Beschreibungen der XML-Inhalt auf unterschiedliche Darstellungssprachen transformiert werden. Die Communication Engine stellt über ihre Schnittstelle drei Funktionen *Übersicht*, *Extraktion* und *Integration* für die kooperative Hypervideo-Umgebung zur Verfügung.

6.4.2 Navigation Engine

Der Aufgabenbereich der Navigation Engine bezieht sich in erster Linie auf die Offenlegung der kooperativen Hypervideo-Struktur. Die Offenlegung der Hypervideo-Struktur bietet dem Nutzer Informationen, die ihm helfen, sich innerhalb des dynamischen Informationsraums zu orientieren. Dadurch wird dem „lost in hyperspace“ Phänomen entgegengewirkt, das durch die Desorientierung in hypermedialen Dokumenten entsteht, vgl. [Kuhl91] und [Terg97b]. Die Verminderung des Phänomens stellt eine wesentliche Anforderung der Anforderungsanalyse aus Kapitel 3 dar, die durch die Navigation Engine erfüllt wird.

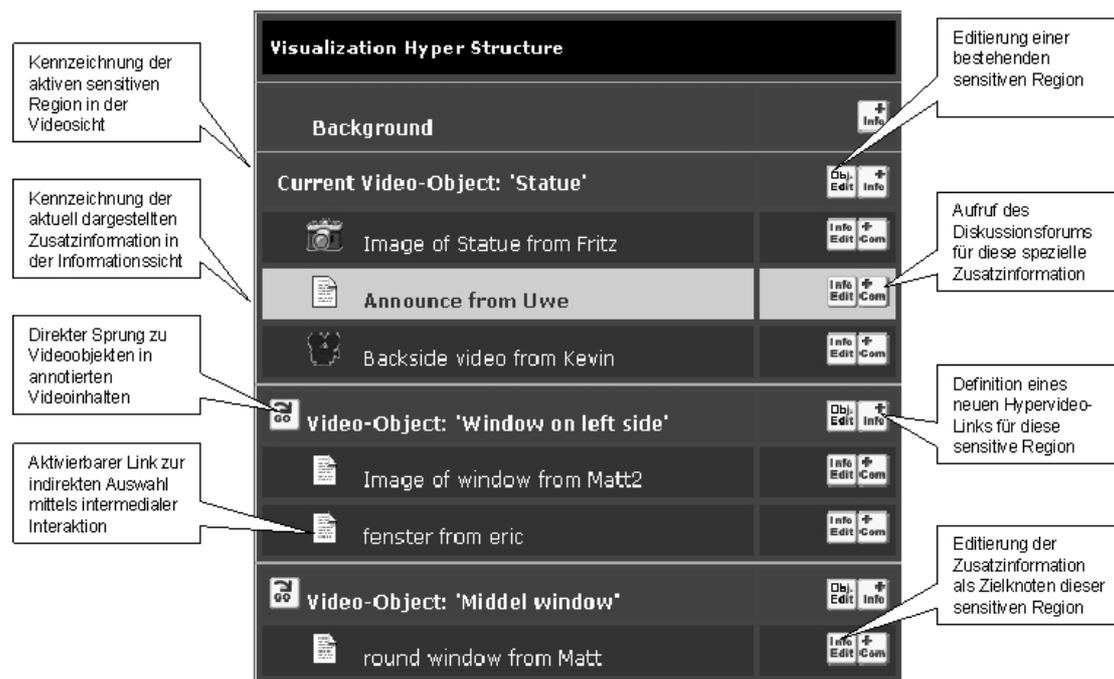


Abbildung 79: Textbasierte Visualisierung der kooperativen Hypervideo-Struktur

Die Navigation Engine bietet über ihre Schnittstelle die Möglichkeit, unterschiedliche Detaillierungsstufen bzgl. der Offenlegung der Hypervideo-Struktur zu generieren und damit die Darstellung dynamisch zu adaptieren. Einerseits können die darzustellenden Elemente aus der Hypervideo-Struktur festgelegt werden, andererseits ist es möglich, durch die Angabe eines definierten Ausschnitts die Visualisierung eines Hypervideo-Dokuments auf einen vordefinierten Bereich festzulegen. Die während des Autorenprozesses erstellten Metadaten bzgl. der Elemente des Hypervideo-Dokuments werden hierbei genutzt, um die Darstellung für die Nutzer zu generieren und verständlich zu beschreiben. Die gegenwärtige Implementierung der Strukturvisualisierung ist an den annotierten Videoinhalten ausgelegt, die mit den sensitiven Regionen die Kernelemente der Darstellung bilden, vgl. dazu die Beispielausgabe der Navigation Engine in Abbildung 79.

Durch die Angabe des *Hypervideo-Dokuments* erhält die Navigation Engine einen indirekten Zugriff über die Annotation Engine auf die betreffende Hypervideo-Struktur. Durch die Angabe eines im Hypervideo-Dokument integrierten *annotierten Videoinhalts* wird speziell nur für diesen Inhalt eine Strukturvisualisierung erzeugt. Wird bei dem Aufruf eine *ID Kennung* eines bestimmten Elements mit übergeben (beispielsweise einer sensitiven Region), so kann diese speziell in der Darstellung visuell hervorgehoben werden, vgl. hierzu den Eintrag „Announce from Uwe“ in der Abbildung 79. Dies trägt zur besseren Orientierung innerhalb der Strukturvisualisierung bei und unterstützt somit den Nutzer bzgl. seiner Navigation im dynamischen Informationsraum. Der adressierte Ausschnitt der Visualisierung kann ferner durch die Angabe einer *Start-* und *Endzeit* weiter detailliert werden. Damit ist es möglich, speziell in längeren Videosequenzen nur Teilbereiche in den Fokus der Visualisierung der kooperativen Hyperstruktur zu stellen.

Die Komponente Navigation Engine folgt in ihrem strukturellen Aufbau der Communication Engine. Auch sie basiert auf dem serverseitigen MVC Entwurfsmuster. Für die Realisierung der Navigation Engine stehen drei Komponentenausprägungen zur Verfügung. Die erste Ausprägung liefert unter den oben genannten Parametern eine dynamisch generierte HTML-Seite, vgl. dazu die Abbildung 79. Ferner kann die Navigation Engine eine Beschreibung der kooperativen Hypervideo-Struktur in einem XML-Format generieren. Die dritte Möglichkeit der Darstellungsform der Navigation Engine ist die Offenlegung der Struktur auf

Basis des VRML-Beschreibungsformats [Weyr03]. Damit wird generell die Option gegeben, die Hypervideo-Struktur sowohl textbasiert als auch graphisch dem Benutzer zur Verfügung zu stellen, vgl. dazu die Abbildung 80.

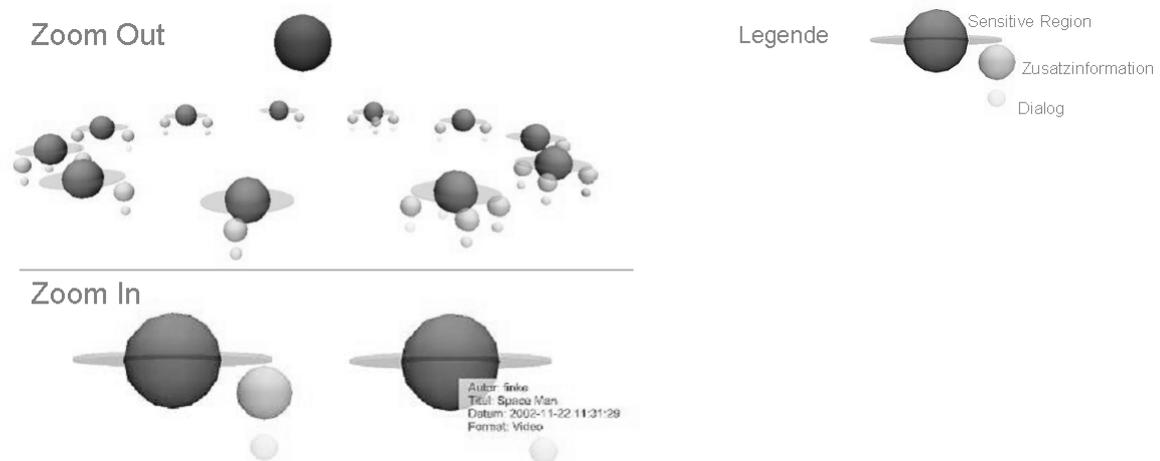


Abbildung 80: Graphische Repräsentation der Hypervideo-Struktur

Neben der reinen Darstellung der Visualisierung der Hypervideo-Struktur erhält der Nutzer auch Zugriff auf die Funktionen der Bedienungsschicht. Somit wird beispielsweise das im Abschnitt 5.2.5.2 beschriebene Bedienungskonzept zur indirekten Linkauswahl als eine Form der intermediären Interaktion innerhalb der Hyperstrukturansicht realisiert.

6.4.3 Information Engine

Der Aufgabenbereich der Information Engine bezieht sich auf die Extraktion sowie die Integration von Zusatzinformationen innerhalb des dynamischen Informationsraums. Wie bereits beschrieben, besitzt jede Zusatzinformation innerhalb des dynamischen Informationsraums eine eindeutige Adresse in Form einer URL. Der Aufgabenbereich der Information Engine, der sich mit der Extraktion befasst, wird gemäß der Systemarchitektur mittels eines standardisierten Webservers realisiert. Für den Aufgabenbereich der Integration von Zusatzinformationen wird eine dafür eigens entwickelte Komponente als Servlet innerhalb der Java-Application-Server Umgebung implementiert, vgl. hierzu die Systemarchitektur Abbildung 77.

Für die Integrationsfunktionalität der Information Engine wird in gleicher Weise wie für die Communication und Navigation Engine das serverseitige MVC Entwurfsmuster verwendet. Damit obliegt die Generierung der Eingabemasken zur Integration von Zusatzinformationen der Information Engine. In der gegenwärtigen Version wird die Eingabemaske mittels einer von der Information Engine dynamisch generierten HTML-Seite auf der Clientseite innerhalb der Informationssicht zur Präsentation gebracht. Die Information Engine definiert über ihre Schnittstelle die vier Funktionen *Anfrage*, *Integration*, *Aktualisierung* und *Löschung* für die Erfüllung ihres Aufgabenbereiches. Die Abbildung 81 zeigt hierzu ein Beispiel für die Eingabemaske zur Integration einer neuen Zusatzinformation. Durch diese Eingabemaske hat der Nutzer drei Möglichkeiten, Zusatzinformationen durch die Information Engine in den dynamischen Informationsraum zu integrieren.

- Für die erste Möglichkeit wird lediglich eine URL Adresse, als Referenz auf eine Zusatzinformation, benötigt.

- Mit der zweiten Möglichkeit wird dem Nutzer die Option gegeben, eigenständig ein physikalisches Dokument, wie z.B. ein Bild, vom Client auf den Server zu übertragen. Durch die Integration in den Web-Server erhält die hochgeladene Zusatzinformation eine durch den Server generierte URL-Adresse.
- Die dritte Möglichkeit unterstützt den Nutzer in der Erstellung der Zusatzinformation mittels einer integrierten minimalen Version eines HTML-Editors. Auch ein so erstelltes Dokument wird auf den Server physikalisch übertragen und erhält eine URL-Adresse.

Add new Contribution:

Author^a:

Contribution Type:

Description^b:

Media Type:

URL:

Which file to upload?

HTML-site:

```
<HTML>
<BODY>

  <headline>
  
  
  </headline>

  <text>
  
   
  </text>

</BODY>
</HTML>
```

Do you want the standard stylesheet? yes no

Bereich zur Eingabe von Metadaten zur Beschreibung des Zielknotens

Bereich zur Eingabe von einer URL Adresse als Referenz auf einen Informationsinhalt

Physikalischer „File Upload“. Die Zusatzinformation wird auf den Server hochgeladen

Minimal Version eines HTML-Editors, zur Erstellung von Zusatzinformationen, die auf den Server hochgeladen werden

Abbildung 81: Eingabemasken zur Integration von Zusatzinformationen

6.4.4 Annotation Engine

Annotation Engine (Client-Seite)

Die clientseitige Annotation Engine besitzt den primären Aufgabenbereich der Definition von Hypervideo-Links sowie der Generierung sensitiver Regionen in den annotierbaren Videosequenzen. Mit dieser clientseitigen Engine ist es möglich, neue sensitive Regionen anzulegen und vorhandene zu modifizieren respektive aus dem Kontext zu löschen. Die Engine kann zur Unterstützung unterschiedlicher Tracking-Methoden verschiedene Ausprägungen besitzen, um die Position einer sensitiven Region innerhalb einer Videosequenz zu erzeugen. Für die Realisierung der prototypischen Systemumgebung wurde exemplarisch die *Keyframe-Methode* als eine Ausprägung der clientseitigen Annotation Engine umgesetzt. Die bei der Generierung sensitiver Regionen erzeugten Daten werden von dieser Komponente an die serverseitige Annotation Engine übergeben, von wo aus die Integration in die kooperative Hypervideo-Struktur durchgeführt wird.

Annotation Engine (Server-Seite)

Die Annotation Engine innerhalb der Applikationsschicht ist für die direkte Verwaltung der Hypervideo-Struktur verantwortlich und besitzt diesbezüglich eine direkte Schnittstelle zur Datenbank innerhalb der Datenschicht. Damit wird ein direkter Zugriff auf die Definition der Knoten, Links und Anker sowie den jeweils dazugehörigen Metadaten der kooperativen Hypervideo-Struktur realisiert. Generell lässt sich der Aufgabenbereich in Integration und Extraktion gliedern. Andere Komponenten nutzen die Annotation Engine, um Lese- bzw. Schreibzugriff auf die Datenbank-Tabellen der Datenschicht zu erlangen.

Die serverseitige Annotation Engine liefert keine Darstellung zur Präsentation der Ausgabe zurück. Allerdings wird für die Übertragung der Ausgabewerte ein strukturiertes Beschreibungsformat auf der Basis von XML dynamisch erzeugt. Eine XSLT Beschreibung ist an dieser Stelle nicht notwendig. Die Kommunikation zwischen der Annotation Engine und der Datenbank basiert auf der Datenbankzugriffssprache SQL. Aus der Sicht der Kodierung ist die Annotation Engine als Java Servlet implementiert und bildet somit eine weitere Komponente innerhalb der Java-Application-Server Umgebung.

6.4.5 Video Engine

Die Video Engine wird innerhalb der Applikationsschicht durch zwei Ausprägungen bzgl. der Übertragung von Videodaten realisiert. Eine Ausprägung der Video Engine unterstützt das Streamingverfahren und wird durch den Videoserver erzielt. Die zweite Ausführung ermöglicht das so genannte Pseudo-Streamingverfahren und wird mittels des Webservers unterstützt. Beide Ausprägungen besitzen unterschiedliche Eigenschaften und adressieren verschiedene Anwendungsszenarien in Bezug auf die Übertragung von Videoinhalten.

- *Pseudo-Streaming*: Kodierte Videodateien lassen sich wie alle anderen Daten auf einem Web-Server ablegen und über einen normalen HTTP-Download abrufen. Der Videoplayer auf Seiten des Clients kann die Videodatei bereits während des Herunterladens abspielen. Der Vorteil dieses Verfahrens ist die Möglichkeit, in den bereits heruntergeladenen Videoinhalten sehr schnell vor- und zurückzuspulen, da sie auf der Clientseite vorliegen. Dieses Verfahren eignet sich speziell für kleinere Videosequenzen mit einem geringeren bis mittleren Datenvolumen.

- *Streaming*: Das *echte* Streaming wird von einem speziellen Streamingserver (Videoserver) koordiniert. Die Vielzahl der Streamingserver nutzt zum Datenaustausch mit der Clientseite das Real-Time-Streaming-Protocol (RTSP), vgl. [ScRA98]. Das Streamingverfahren bietet sich speziell bei Videoinhalten an, die ein größeres Datenvolumen beinhalten. Die Vor- und Rückspulfunktionalität kann durch das Streamingverfahren allerdings gar nicht bzw. nur stark eingeschränkt in ihrer Verwendbarkeit realisiert werden, da jedes Mal eine neue Serveranfrage gestellt wird und der Nutzer auf die Übertragung der Videodaten vom Server warten muss.

Um eine möglichst hohe Flexibilität in Bezug auf die verwendeten Videodaten anzubieten, wird sowohl das Pseudo-Streamingverfahren sowie das Streamingverfahren mittels eines Webservers respektive Videoservers innerhalb der kooperativen Hypervideo-Umgebung unterstützt. Damit wird gleichzeitig ein Beispiel für die Anforderung der Austauschbarkeit von unterschiedlichen Ausprägungen derselben Basiskomponente innerhalb der Systemumgebung geliefert. Die Tabelle 16 zeigt eine Auflistung möglicher Streaming Server, die mittels des Java Media Frameworks (JMF) genutzt werden können.

Streamingserver	Quelle:
IP/TV Server Cisco Systems Inc.	Commercial RTP Server für Windows http://www.cisco.com/warp/public/cc/pd/mxsv/iptv3400/index.shtml [Stand: August 2005]
vic (Video) Lawrence Berkeley Labs	Für Unix Systems & Windows http://ee.lbl.gov [Stand: August 2005]
Apple QuickTime Streaming Server - Apple Computer, Inc	Commercial RTP Server für Mac Betriebssysteme http://www.apple.com/quicktime/products/qtss [Stand: August 2005]
Darwin Streaming Server - Apple Computer, Inc.	Public Source RTP Server für Linux, Solaris und Windows http://www.publicsource.apple.com/projects/streaming [Stand: August 2005]
vat/rat (Audio) Lawrence Berkeley Labs	Für Unix Systems & Windows http://ee.lbl.gov [Stand: August 2005]

Tabelle 16: Streamingserver für JMF Clients

6.5 Bedienungsschicht

Die Bedienungsschicht ermöglicht den nutzerseitigen Zugang auf zugreifbare Hypervideo-Inhalte und stellt somit die Mensch-Maschine-Schnittstelle der Systemumgebung dar. Auf Grund unterschiedlicher Anforderungen aus der Sicht der Nutzer ist es wichtig, die Bedienungsschicht in Bezug auf die graphische Bedienungsfläche mit einem hohen Freiheitsgrad auszustatten, um so benötigte Adaptionen bzgl. der User-Interface Gestaltung durchführen zu können.

Die Bedienungsschicht ist innerhalb einer Webbrowser-Umgebung eingebettet. Dies bietet verschiedene Vorteile:

- Es kann auf bereits vorhandene Funktionalitäten der Web-Umgebung, wie beispielsweise Funktionalitäten für den Datenaustausch auf der Basis des HTTP Protokolls, zurückgegriffen werden.

- Die Verwendung von Webbrowser Plugins zur Dekodierung multimedialer Inhalte erhöht die Flexibilität der Anwendung in Bezug auf eine portable Realisierung.
- Die Einbindung neuer Plugins respektive ein Update vorhandener bietet die Möglichkeit der Darstellung einer Vielzahl unterschiedlicher multimedialer Formate.
- Es können auch höherwertige Multimediainhalte, wie Flash-Animationen oder auch 3D-Darstellungen, durchaus als Formate für Zusatzinformationen genutzt werden.

Im Gegensatz zur Dekodierung von Zusatzinformationen durch die Webbrowser-Umgebung stellt die kooperative Hypervideo-Umgebung eine eigene Komponente zur Präsentation von annotierbaren Videoinhalten innerhalb der Videosicht zur Verfügung. Um eine portable Realisierung der Bedienungsschicht zu gewährleisten, wurde entschieden, die Implementierung eines Hypervideo-Players mittels der Programmiersprache *Java* durchzuführen.

6.5.1 Presentation Engine

Die Presentation Engine besitzt zwei generische Aufgabenbereiche. Zum einen ist sie verantwortlich für die Abbildung der gewählten Ausschnitte aus dem dynamischen Informationsraum, zum anderen muss die Presentation Engine die Nutzereingaben aufnehmen und als fachliche Ereignisse an die dafür vorgesehenen Komponenten der kooperativen Hypervideo-Umgebung weiterleiten. Damit ist die Präsentation Engine verantwortlich für die Umsetzung des Interaktionsmodells der Bedienungsoberfläche sowie die Darstellung der Inhalte aus dem dynamischen Informationsraum. Entsprechend besitzt die Serverseite keine Information über den Zustand der jeweiligen Client-Applikation, die mit ihm verbunden ist.

Die im Folgenden verwendete Konfiguration der Bedienungsoberfläche stellt nur eine mögliche Anordnung der im Sichtenmodell definierten Sichten dar, vgl. Abbildung 41. Sie soll dazu dienen, die Realisierung sowie die Wirkungsweise der Presentation Engine zu verdeutlichen. Sie erhebt nicht den Anspruch einer optimierten Oberflächenanordnung der einzelnen Sichten auf ein konkretes Anwendungsszenario, bezieht sich aber auf die beschriebenen Design Prinzipien der Anforderungsanalyse im Kapitel 3. In den folgenden vier Abbildungen wird die Anordnung der einzelnen Sichten innerhalb der Webbrowser-Oberfläche gezeigt. Eine Abbildung besteht dabei aus einem Screenshot der Anwendung sowie einer abstrakten Darstellung der Sichtenanordnung.

Die Abbildung 82 zeigt die Anordnung der drei Sichten Video, Information und Navigation (Hyperstruktursicht). Die Anordnung entsteht, wenn im Videofenster eine sensitive Region aktiviert wird oder in der Navigationssicht einer der Hyperlinks durch eine intramediale Interaktion aufgerufen wird. Für den Nutzer ist es wichtig, zwischen den drei Sichten eine schnelle Zuordnung der Inhalte zu finden, um eine schnelle Orientierung innerhalb der Bedienungsoberfläche zu erzielen. Dementsprechend kann durch die Unterstützung der Orientierung eine Reduzierung der kognitiven Belastung bei der Wissensaufnahme erlangt werden.



Abbildung 82: Präsentation von Video, Zusatzinformation und Navigation

Die dargestellte Zusatzinformation gehört immer zu der speziell gekennzeichneten aktiven sensitiven Region in der Videosicht. Dadurch wird die Zugehörigkeit der Zusatzinformation zu dem betreffenden Videoobjekt intuitiv erkennbar. Die Hyperstruktursicht visualisiert speziell die gegenwärtig dargestellte Zusatzinformation, sowie die dazugehörige sensitive Region im Kontext der Hypervideo-Struktur. Die Abbildung 83 zeigt im Wesentlichen die gleiche Anordnung, nur mit dem Unterschied, dass die Kommunikationssicht durch die Informationssicht ersetzt ist. Die Aussagen zur Abbildung 82 lassen sich dabei auf die Abbildung 83 übertragen.

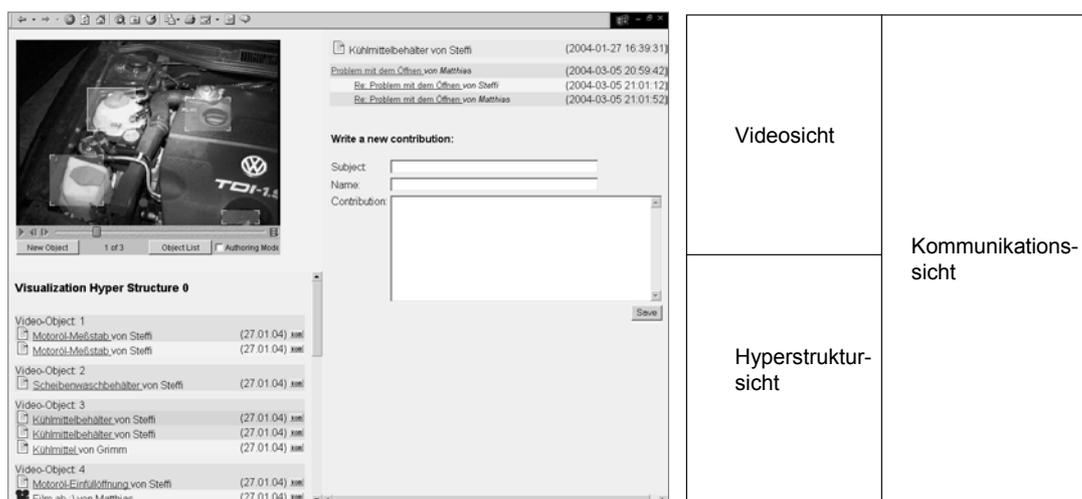


Abbildung 83: Präsentation von Video, Kommunikation und Navigation

Die Abbildung 84 zeigt die Bedienungsoberfläche zum Zeitpunkt der Definition eines neuen Hypervideo-Links. Die Eingabemaske der Informationssicht entspricht der Ausgabe der Information Engine durch den Funktionsaufruf *Integration*. Der Funktionsaufruf wird dabei durch die Nutzerinteraktion mit der Videosicht initialisiert.

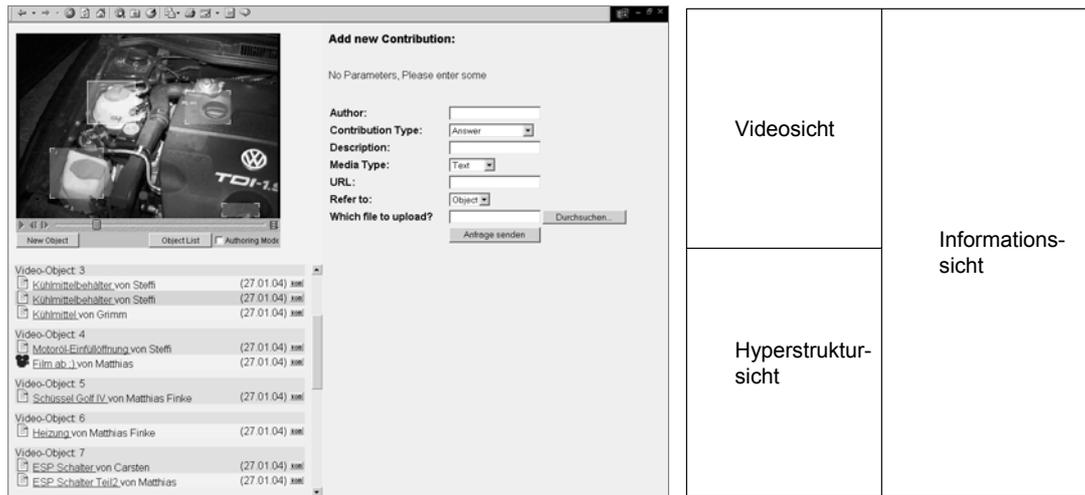


Abbildung 84: Definition von Zusatzinformationen

Die Abbildung 85 zeigt die Bedienungsfläche während der Generierung von sensitiven Regionen. Durch die Interaktion mit der Videosicht können bereits vorhandene sensitive Regionen bearbeitet oder neue erstellt werden. Bei der Generierung von sensitiven Regionen werden nur die Videosicht und die Hyperstruktursicht über die Bedienungsfläche visualisiert. Die Authoring Engine generiert eine Darstellung der neu definierten Lokalisationsdaten der sensitiven Region. Diese Darstellung bietet gleichzeitig die Möglichkeit, einen über das User-Interface bereits definierten Keyframe bzw. die gesamte sensitive Region zu löschen.

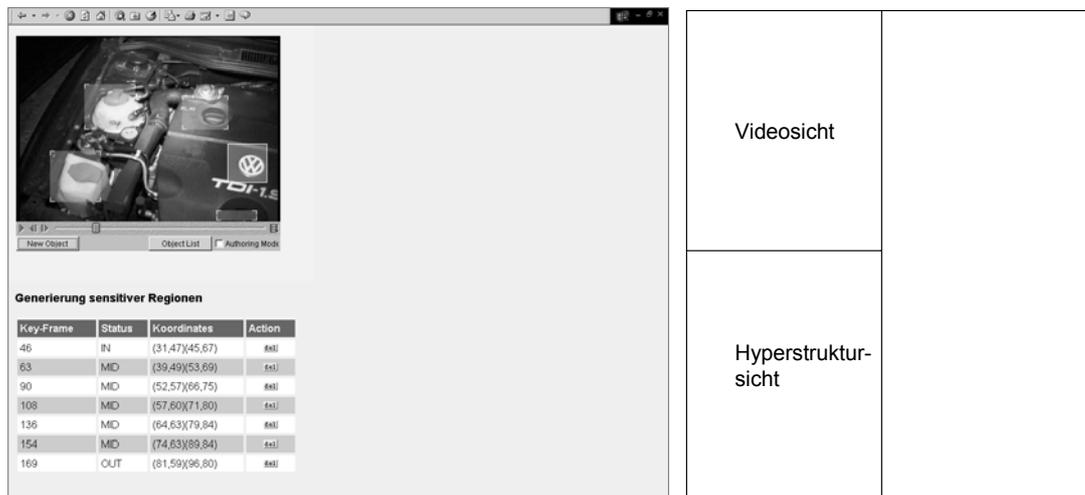


Abbildung 85: Generierung von sensitiven Regionen

Das Bedienungskonzept aus Abschnitt 5.2 wurde durch die Presentation Engine erfüllt. Die hier gewählte Anordnung der Sichten ist stark kontextbezogen. Das bedeutet, dass nur die Sichten visualisiert werden, die im Kontext der Interaktion einen Beitrag zur Wissenspräsentation liefern. So ist es nachvollziehbar, dass bei der Aktivierung eines Hypervideo-Links mit der Folge der Präsentation einer Zusatzinformation nur die drei betreffenden Sichten darzustellen sind. Damit werden dem Nutzer nur die Inhalte präsentiert, die im Kontext seiner Interaktion zur Darstellung des gewünschten Ausschnittes des dynamischen Informationsraums führen. Die Anforderung bzgl. der Anforderung assoziierter und irrelevanter Informationsinhalte im Abschnitt 3.2.2 wird damit erfüllt.

Durch diese Anordnung der Sichten bezogen auf den Kontext der Nutzerinteraktion werden keine unnötigen Inhalte dargestellt, die eine Ablenkung und somit Reduzierung der kognitiven Ressourcen bei der Wissenskonstruktion verursachen können. Auch sind die Sichten, insofern sie visualisiert werden, immer an einer vordefinierten Stelle in der Bedienungsfläche verankert. Dadurch weiß der Nutzer schon im Voraus, in welchem Bereich der Bedienungsfläche er die Darstellung eines akquirierten Inhalts zu erwarten hat.

6.5.2 Hypervideo-Player

Unter den vier Sichten des Sichtenmodells nimmt die Videosicht eine gesonderte Stellung ein. Im Gegensatz zu den anderen Sichten wird die Aufbereitung der darzustellenden, annotierbaren Videoinhalte auf der Clientseite und nicht auf der Serverseite generiert. Damit wird der Ansatz eines Thin-Client Modells für diese Sicht nicht übernommen. Kernelement der Videosicht ist ein auf Java basierender Videoplayer (Hypervideo-Player) für die Präsentation und das Authoring der annotierbaren Videoinhalte.

Dynamische Überlagerung sensitiver Regionen

Die Frage stellt sich, wie die Visualisierung sensitiver Regionen innerhalb der Videoinhalte vollzogen wird. Die Systemrealisierung sieht vor, die Visualisierung der sensitiven Regionen innerhalb der annotierten Videoinhalte dynamisch zur Laufzeit zu integrieren. Dieser Prozess findet dabei auf der Clientseite statt. Dies bietet folgende Vorteile:

- Videoinhalte werden nicht bleibend durch die Darstellung von sensitiven Regionen verändert.
- Bei dem Einsatz von Streamingservern bleiben diese vom Prozess der Visualisierung sensitiver Regionen unberührt. Damit können herkömmliche am Markt befindliche Streamingserver zur Übertragung der Videoinhalte einfach eingesetzt werden.
- Der Rendering-Prozess auf der Clientseite garantiert eine schnelle Reaktionszeit bzgl. der geforderten De-/Aktivierung der Visualisierung sensitiver Regionen durch den Nutzer.

Folglich wird die Überlagerung von sensitiven Regionen mit Videoinhalten auf der Clientseite durchgeführt, um die hier gestellten Anforderungen erfüllen zu können. Eine zeitsynchrone Übertragung der Daten würde einen erheblichen Aufwand für das System bedeuten. Die Lokalisationsdaten werden deshalb vor Beginn der eigentlichen Videopräsentation durch die Clientseite von der Annotation Engine für das aktuelle annotierte Video angefordert. Das Speichervolumen dieser Daten im Vergleich zu den Videodaten kann vernachlässigt werden und stellt somit kein kritisches Problem für die Clientseite dar.

Visualisierungspipeline

Die Überlagerung der sensitiven Regionen mit den Videoinhalten übernimmt die Visualisierungspipeline des Hypervideo-Players, vgl. dazu Abbildung 86. Weiterhin ist die clientseitige Annotation Engine dafür verantwortlich, dass es zwischen den Lokalisationsdaten auf der Clientseite und denen auf der Serverseite zu keinen Inkonsistenzen kommt. Hierzu besteht zwischen den beiden Annotation Engines eine direkte Verbindung zur Synchronisation dieser Dateninhalte. Im Fall einer notwendigen Aktualisierung fordert die

clientseitige Annotation Engine die aktuellen Lokalisationsdaten der sensitiven Region aus der Datenschicht an.

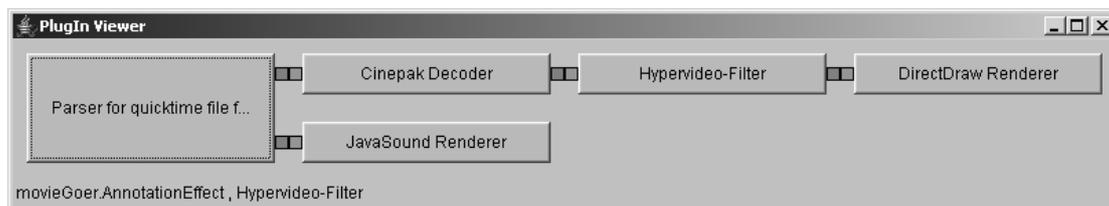


Abbildung 86: Visualisierungspipeline des Videorendering-Prozesses

Die Annotation Engine auf der Clientseite bietet eine definierte Schnittstelle für die Integration der sensitiven Regionen innerhalb der annotierbaren Videoinhalte. Damit wird das Konzept der Annotations- und Videoebene aus dem Abschnitt 5.2.3 abgebildet. Hierzu stellt die Annotation Engine Funktionen zur Verfügung, die als Übergabeparameter die aktuelle Framenummer erhält. Anhand der Framenummer werden aus den Lokalisationsdaten die entsprechenden zu visualisierenden sensitiven Regionen extrahiert und an die Visualisierungspipeline des Hypervideo-Players übergeben. Hierbei wird beispielsweise eine aktivierte sensitive Region im Videobild im Vergleich zu den anderen speziell gekennzeichnet, vgl. dazu die Abbildung 87.

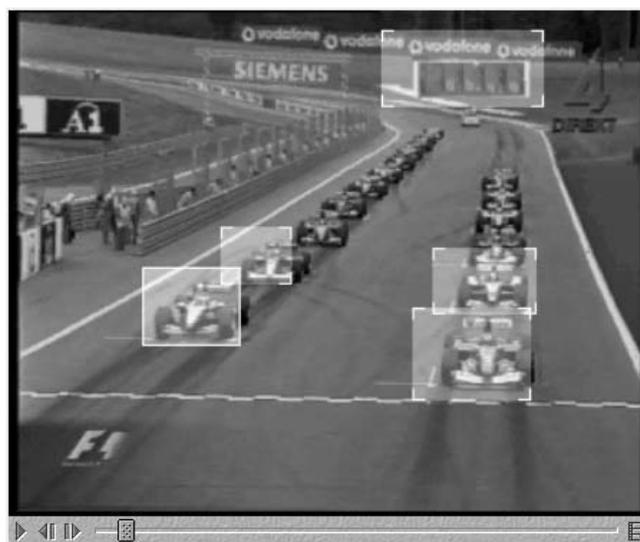


Abbildung 87: Beispiel von sensitiven Regionen in Videoinhalten

Die Visualisierungspipeline des Videorendering-Prozesses bietet weiterhin die Möglichkeit der nutzerbezogenen Adaption der Darstellung sensitiver Regionen. So kann der Nutzer über Farbwahl, Helligkeit oder auch Kontrasteinstellungen der visualisierten Flächen eigenständig bestimmen. Die Voreinstellungen hierzu finden sich als Einträge im Datenmodell der Annotationsbeschreibung wieder. Die Abbildung 87 zeigt ein Beispiel für eine mögliche Ausgabe des Videorendering-Prozesses.

Aktivierung der Visualisierung sensitiver Regionen

Die Steuerung zur Aktivierung respektive Deaktivierung obliegt dem Nutzer. Hierzu ist es wichtig, dass diese Steuerung einfach und effektiv gestaltet wird. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, dies innerhalb der Videosicht einzubinden. Eine sehr intuitive Eingabe, die Visualisierung sensitiver Regionen zu steuern, wird mit der Maus als Eingabegerät erzielt.

Auf Grund der Tatsache, dass sich der Mauszeiger bei der Aktivierung einer sensitiven Region innerhalb der Videooberfläche befindet, liegt es nahe, diesen Umstand zur Steuerung der Visualisierung der sensitiven Regionen zu nutzen. Das bedeutet, sofern sich der Mauszeiger innerhalb der Videofläche befindet, wird die Visualisierung der sensitiven Regionen aktiviert, ansonsten deaktiviert. Dieses sehr einfache Konzept besticht durch seine intuitive Verwendbarkeit. Es muss keine extra Eingabe vom Nutzer getätigt werden, wie beispielsweise das Anklicken einer virtuellen Taste. Ein weiterer Vorteil ist die grobmotorische Eingabemethode, da es egal ist, wie der Mauszeiger über die Videofläche platziert wird. Damit reduziert sich die Eingabe zur Steuerung im Wesentlichen auf die Aktivierung sensitiver Regionen.

Verweisaktivierung

Im Abschnitt 5.2.5.1 wurden unterschiedliche Methoden zur Verweisaktivierung dargelegt und ihre Vor- und Nachteile diskutiert. Für die Realisierung des Hypervideo-Players als Kernkomponente der Bedienungsschicht wurden sowohl die *menügeführte Auswahl* als auch die *sequentielle Auswahl* als integrale Bestandteile des Bedienungskonzepts realisiert. Die sequentielle Auswahl bietet dem Nutzer die einfache Option, durch ein wiederholendes Klicken mit dem Mauszeiger auf die sensitive Region die sequentielle Aktivierung der mit der sensitiven Region verknüpften Knoten durchzuführen.

Die menügeführte Auswahl von Verweisen wird mittels eines so genannten *Popup-Menüs* realisiert. Klickt der Nutzer mit dem Mauszeiger auf eine sensitive Region, baut sich ein an der sensitiven Region ausgerichtetes Menü auf, vgl. dazu die Abbildung 88. Dieses Menü bietet in seiner ersten Menüebene, neben dem Titel der sensitiven Region, Zugriff auf mögliche Informations- sowie Videoknoten, die einen direkten Link zu dem aktivierten Videoobjekt besitzen. Ferner kann auch auf das Diskussionsforum zugegriffen werden, das die Kommunikationsbeiträge zu diesem Videoobjekt beinhaltet. Eine zweite Menüebene verbirgt sich jeweils unter dem Menüeintrag „Info“ und „Video“. In dieser Ebene wird eine Liste von möglichen Verweisen auf den entsprechenden Knotentyp ausgegeben, vgl. die Abbildung 88. Über das Menü kann ferner die Funktion zur Definition eines neuen Hypervideo-Link initiiert werden.

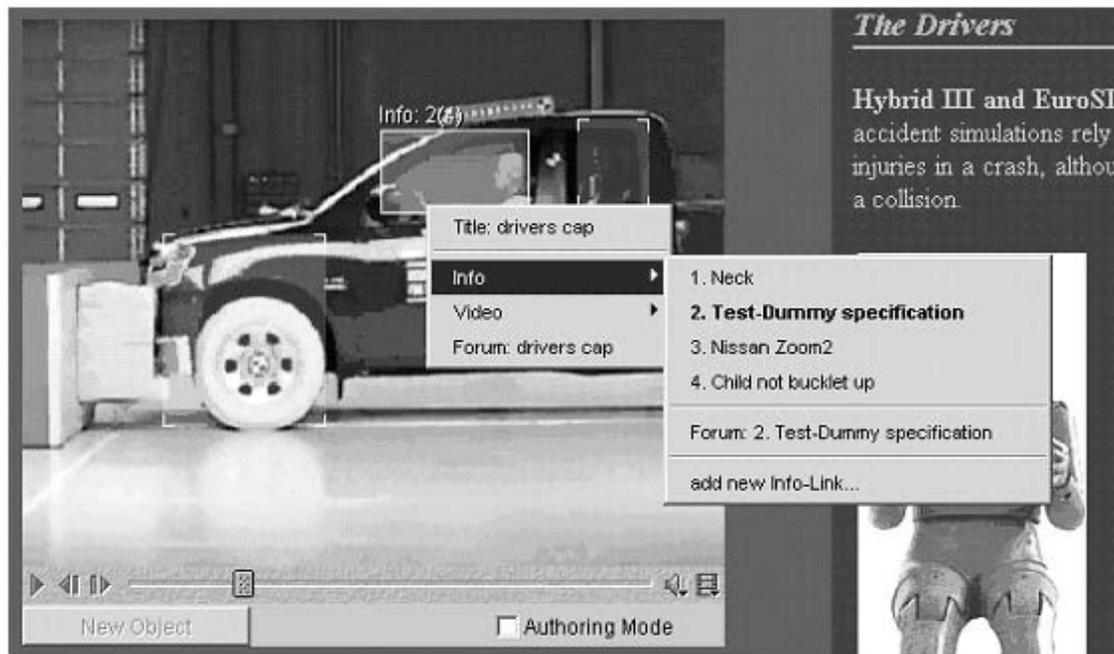


Abbildung 88: Verweisaktivierung durch Popup-Menü in der Videosicht

Annotationen

Die im Abschnitt 5.2.3 beschriebene Keyframe-Methode wurde exemplarisch für die Erstellung von Annotation implementiert. Die primäre Aufgabe besteht darin, innerhalb des Videofensters neue Keyframes zur Generierung sensitiver Regionen zu definieren. Die Definition der Keyframes wird mittels des Hypervideo-Players durchgeführt. Hierzu verwendet der Nutzer ein Zeigegerät, wie beispielsweise eine Maus. Der Hypervideo-Player übergibt die Keyframes an die clientseitige Annotation Engine, von wo aus sie über die Applikationsschicht in die kooperative Hypervideo-Struktur der Datenhaltungsschicht eingefügt werden.

6.6 Zusammenfassung

Das Kapitel 6 beschreibt ausführlich die Realisierung einer konkreten kooperativen Hypervideo-Umgebung zur Nutzung innerhalb verteilter Gruppenszenarien. Hierzu dienen vorrangig die im Kapitel 5 entwickelten Konzepte. Die Systemarchitektur der Realisierung stellt die Umsetzung der Referenzarchitektur aus einem technologisch motivierten Ansatz dar. Damit sind unter anderem die technischen Anforderungen aus dem Kapitel 3 der Anforderungsanalyse erfüllt. Die Systemarchitektur lässt sich dabei in der clientseitigen Bedienungsschicht und der jeweils serverseitigen Applikationsschicht und Datenschicht klassifizieren. Die Zuordnung der Komponenten der jeweiligen Schichten wurde mit dem Konzept der Referenzarchitektur erzielt. Einen wesentlichen Teil der Systemarchitektur bilden die Verbindungen der einzelnen Komponenten über definierte Schnittstellen zueinander. Die Referenzarchitektur trifft hierzu eine abstrakte Aussage, da sie primär eine logische Sicht auf eine kooperative Hypervideo-Umgebung liefert und sich somit neutral in Bezug auf die zugrundeliegende Hard- und Software verhält.

Der Systemarchitektur folgt die Realisierung der Komponenten innerhalb der Schichten. Hierzu wurde jede Komponente detailliert vorgestellt und ihre Ausprägung innerhalb der

Umgebung beschrieben. Der Datenaustausch zwischen den Komponenten der Applikationsschicht ist auf ein Minimum beschränkt und erstreckt sich auf den Zugriff der Inhalte der kooperativen Hypervideo-Struktur respektive des dynamischen Informationsraums. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass der Austausch oder die Veränderung einer Komponente nur einen geringen Einfluss auf andere Komponenten der Umgebung ausüben. Weiterhin erlaubt das URL-Adressierungsschema die Anordnung der Komponenten der Applikationsschicht auf verteilte Rechnereinheiten, was für eine bessere Leistungsverteilung genutzt werden kann. Allerdings sind die Laufzeiten des Informationsaustausches zwischen den Komponenten zu beachten, die, wenn sie zu hoch sind, eine Beeinträchtigung der Bedienbarkeit der Mensch-Maschine-Schnittstelle auf Seiten der Presentation Engine zur Folge haben können.

Durch die flexible Gestaltung der Anordnung der einzelnen Schichten wird ein breites Spektrum an möglichen Ausprägungen der Bedienungsoberfläche der Presentation Engine erzielt. Damit bietet sich die Möglichkeit adaptiver Maßnahmen bezogen auf charakteristische Merkmale von Endgeräten oder auch Nutzerpräferenzen individueller Gruppenteilnehmer.

7 Validierung und Bewertung

Das Konzept aus Kapitel 5 sowie die Realisierung aus Kapitel 6 der kooperativen Hypervideo-Umgebung wurden im Rahmen explorativer Studien empirisch evaluiert. In diesem Kapitel wird die Evaluation auf der Basis von drei Studien im Hinblick auf den Fokus der vorliegenden Arbeit detailliert betrachtet und analysiert. Die Darstellung jeder dieser drei Studien beginnt mit einer generellen Vorüberlegung, die den Rahmen zur jeweiligen Versuchsdurchführung näher spezifiziert. Anschließend werden die Fragestellungen der Studien erörtert, bevor die Methodik und die Durchführung der einzelnen Versuchreihen näher beschrieben werden. Nach der Präsentation der Ergebnisse folgt jeweils eine abschließende Diskussion.

7.1 Interactive Internet Broadcasting Projekt

Im Rahmen dieses Projekts [Gerf99] wurde die Hypervideo-Umgebung mit der Bezeichnung MOVieGoer [Fink00] entwickelt. Die Umgebung adressierte dabei primär die individuelle Nutzung von Hypervideo-Inhalten. Das vorrangige Augenmerk aus der Sicht der Nutzer lag dabei auf der interaktiven Präsentation. Während des Entstehungsprozesses der Hypervideo-Inhalte ermöglichte eine separate Autoren-Umgebung die Generierung sowie die Verknüpfung von sensitiven Regionen mit weiterführenden Zusatzinformationen innerhalb von Videosequenzen. Auf Grund der Projektausrichtung einer primären individuellen Nutzung der Hypervideo-Umgebung wurde auf die Etablierung eines Kommunikationskanals verzichtet. In Zusammenarbeit mit der Universität Tübingen wurde die interaktive Präsentationsplattform MOVieGoer während der Projektlaufzeit im Hinblick auf den Wissenserwerb mit Hypervideo-Inhalten evaluiert, vgl. [Zahn03]. Die Evaluation wurde dabei in zwei Teilstudien durchgeführt. Die erste Teilstudie beinhaltete die Fragestellung nach Gestaltungsprinzipien und somit Designstrategien zur Erstellung von Hypervideo-Inhalten. Innerhalb der zweiten Teilstudie wurden diese Designstrategien umgesetzt und ihre Relation zum individuellen Wissenserwerb empirisch untersucht. Beide Teilstudien lieferten unterschiedliche Ergebnisse, zur Validierung des Konzepts der kooperativen Hypervideo-Umgebung.

Die im Folgenden vorgestellten Studien werden mit Bezug auf das im Kapitel 5 entwickelte Konzept einer kooperativen Hypervideo-Umgebung analysiert und diskutiert. Die Ergebnisse dieser Studien liefern wichtige Grundlagen für die Verwendung von Hypervideo-Inhalten in verteilten Nutzerszenarien. Für eine ausführliche Betrachtung und Analyse der Ergebnisse aus Sicht einer kognitionspsychologisch motivierten Perspektive, die sich primär mit Designstrategien und deren Einfluss auf den individuellen Wissenserwerb mit Hypervideo-Inhalten beschäftigt, wird an dieser Stelle auf die Dissertationsschrift von Zahn verwiesen [Zahn03].

7.1.1 Studie 1a: Design von Hypervideo-Inhalten

Das Anliegen der ersten Teilstudie war es Gestaltungsprinzipien für Hypervideo-Inhalte zu untersuchen, die in einem direkten Zusammenhang zum Wissenserwerb standen. Daran schloss sich die Frage an, inwieweit das Vorwissen von Autoren mit unterschiedlichen Expertisen die Gestaltung von Hypervideo-Inhalten beeinflusste. Aus der Sicht der potentiellen Nutzer wurde in der Studie weiterhin untersucht, inwieweit die Bedürfnisse der Nutzer durch die gewählten Gestaltungsprinzipien der Autoren bzgl. der Erstellung von Hypervideo-Inhalten befriedigt wurden.

In der ersten Teilstudie standen die Designparameter *Anzahl*, *Position*, *Dauer*, *Verankerung* und *Signalisierung* der Hyperlinks sowie *Angaben zur Zielinformation* (Zusatzinformation) in den Vordergrund der Versuchsreihe, vgl. Abbildung 89.

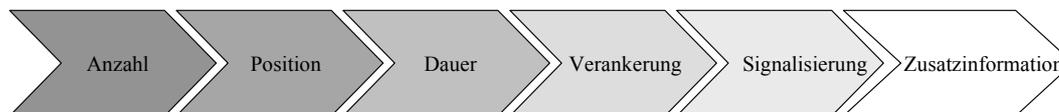


Abbildung 89: Thematische Schwerpunkte der ersten Teilstudie

7.1.1.1 Fragestellungen

Für die erste Teilstudie standen drei zentralen Fragestellungen im Fokus der Versuchsdurchführung, vgl. dazu [Zahn03]:

- Welche Gestaltungsstrategien verwendeten Medien- und Inhaltsexperten intuitiv, wenn sie ein Hypervideo für Lernzwecke entwerfen?
- Stimmt die (spontan) von verschiedenen Expertengruppen verwendeten Gestaltungsprinzipien mit den Erwartungen potenzieller Nutzer/-innen überein?
- Wie sind die Designentscheidungen und Nutzungserwartungen vom zu Grunde liegenden Videomaterial beeinflusst?

Für die erste Fragestellung nach den verwendeten Gestaltungsprinzipien lag der Fokus auf die Überprüfung einzelner Designparameter durch die Versuchsteilnehmer. Die zu überprüfenden Designparameter wurden dabei in fünf charakteristische Eigenschaften eingeordnet und jeweils mit einer Fragestellung verknüpft.

Designparameter	Fragestellung
Anzahl	Wie hoch ist die Anzahl vorgeschlagener Hypervideo-Links pro Videosequenz?
Position	An welchen Stellen im Video sollen Hyperlinks platziert werden?
Dauer	Wie ist die zeitliche Dimension von Hypervideo-Links zu bewerten?
Verankerung	Welche Videoobjekte sollten in einer Videosequenz mit Hypervideo-Links verknüpft werden?
Signalisierung	In wie weit ist die Kennzeichnung (Markierung) von Videoobjekten wichtig?

Tabelle 17: Fragestellungen zu gewählten Designparametern

Die zweite Fragestellung bezog sich auf die Erwartungshaltung der Nutzer im Vergleich zu den vorgeschlagenen Designparametern der Autorengruppen. Dabei wurde der Frage nachgegangen, ob ein Nutzer andere Hypervideo-Links innerhalb einer Videosequenz erwarten würde als die vom Autor vorgeschlagenen. Diese Fragestellung besitzt eine starke Relation zu einer kooperativen Hypervideo-Umgebung, in der ein Anwender gleichzeitig die

Rolle eines Autors und die Rolle eines Nutzers übernehmen kann. Aus der Beantwortung dieser Fragestellung lässt sich ableiten ob ein derartiger Rollentausch vom Anwender durchführbar ist, vgl. dazu 7.1.3.

Die dritte Fragestellung beschäftigte sich damit, inwieweit die durch die Testpersonen (Autoren und potentielle Nutzer) getroffene Wahl der Designparameter von den zu Grunde liegenden Videosequenzen beeinflusst wurde. Zu diesem Bereich wurden für diese Studie zwei Fragen formuliert:

- Differieren die gewählten Gestaltungsprinzipien in Relation zu den jeweils in der Versuchsstudie verwendeten Videoclips?
- Inwieweit beeinflusst das Vorwissen der Versuchspersonen die Wahl der Gestaltungsprinzipien bei den unterschiedlichen Videoclips?

7.1.1.2 Methodik und Durchführung (Versuchsdurchführung)

Zur Untersuchung der im vorigen Abschnitt definierten Fragen wurde eine explorative Studie durchgeführt. Hierzu wurden drei Gruppen mit jeweils unterschiedlichem Vorwissen die Aufgabe gestellt Hypervideo-Inhalte auf der Basis von vorgegebenen Videosequenzen zu gestalten. Die drei Gruppen wurden in folgenden Kategorien unterschieden:

Gruppe	Kategorie
1	Inhaltsexperten zum Thema der Videosequenzen (10 Personen, Autorengruppe)
2	Medien-Experten mit Hintergrundwissen aus dem Bereich (Desktop-Publishing, Autorensysteme, Multimedia-Tools, digitale Videoproduktion, Kommunikations- und Informationsdienste im WWW) (10 Personen, Autorengruppe)
3	Laien, ohne dem Vorwissen der ersten und zweiten Gruppe (10 Personen, potentielle Nutzergruppe)

Tabelle 18: Gruppenzusammensetzung

Jeder Teilnehmer der jeweiligen Gruppe wurde angewiesen die gestellten Aufgaben individuell für jede der drei Videosequenzen abzuarbeiten. Die Videosequenzen lassen sich wie folgt beschreiben:

Videosequenz	Inhalt	Länge
1	Animation zum Aufbau von Zellen	1 Minute und 12 Sekunden
2	Filmaufnahmen zur frühembryonalen menschlichen Entwicklung,	1 Minute und 10 Sekunden
3	Grober Abriss der Geschichte biologischer Forschung,	2 Minuten und 23 Sekunden

Tabelle 19: Beschreibung der verwendeten Videosequenzen

Für die beiden ersten Gruppen (Autorengruppen) wurde die Aufgabenstellung zur Gestaltung der Hypervideo-Inhalte mit der Instruktion ausgegeben, dass die Gruppenteilnehmer individuell Unterrichtsmaterial erstellen sollten. Die dritte Gruppe sollte Vorschläge formulieren, die ihre Bedürfnisse im Sinne des Lernens mit Hypervideo-Inhalten befriedigten. Diese Gruppe stellte somit die potentiellen Nutzer der zu erstellenden Hypervideo-Inhalte dar. Die Teilnehmer der Autorengruppen gaben während der Versuchsdurchführung an, welche Stellen sie in den linearen Videosequenzen für graphische Hypervideo-Links vorsehen würden. Weiterhin sollte eine Begründung für diese Entscheidung der Positionierung der Hyperlinks angegeben werden. Die Gruppe der potentiellen Nutzer gab entsprechend an, an welchen Stellen sie in den Videosequenzen Zugriff auf Zusatzinformationen über die Verknüpfung mittels Hypervideo-Links als sinnvoll im Bezug auf den Wissenserwerb erachten würden. Auch hierzu sollte eine Begründung der Entscheidung formuliert werden. Weitere Aufgabenstellungen betrafen die Zusatzinformation, die durch die gewählten Hypervideo-Links referenziert wurden, sowie die Beantwortung der Frage ob die gewählten Hypervideo-Links im Video visuell gekennzeichnet werden sollten.

7.1.2 Ergebnisse

Das Ergebnis der ersten Teilstudie zeigte eine große Übereinstimmung der Wahl von Gestaltungsprinzipien aller Gruppenteilnehmer im Bezug auf die Anzahl, die Dauer, sowie die Positionierung von Hypervideo-Links innerhalb der drei vorgegebenen Videosequenzen. Somit hatten das unterschiedliche Vorwissen der Teilnehmer sowie die unterschiedlichen Gruppenkategorien (Inhaltsexperten, Medienautoren, potentielle Nutzer) keinen signifikanten Einfluss auf die erzielten Resultate. Die für diese Arbeit signifikanten Ergebnisse der Versuchreihe können wie folgt zusammengefasst werden:

- Es wurde eine relativ hohe Anzahl an vorgeschlagenen Hypervideo-Links für jede Videosequenz angegeben. Diese war unabhängig vom Vorwissen aller Gruppenteilnehmer. Je nach Videosequenz unterschied sich die relative Anzahl der Hypervideo-Links signifikant.
- Im Bezug auf die Positionierung der Hypervideo-Links im Videobild schlugen alle Teilnehmer unabhängig ihres Vorwissens und der Gruppenzugehörigkeit eine sowohl räumliche als auch zeitliche Bindung an das betreffende Videoobjekt vor (räumlich-zeitlich integrierende Designstrategie).
- Für die maximale Dauer eines Hypervideo-Links zeigte das Ergebnis, dass sich die Teilnehmer hierzu an die Darstellung des damit verbundenen Objekts in der Videosequenz orientierten. Demzufolge sollte der Hypervideo-Link so lange aktivierbar sein, solange das betreffende Objekt im Video sichtbar war.
- Die Auswahl der Videoobjekte, die mittels eines Hypervideo-Links, weiterführende Zusatzinformationen referenzieren sollten, unterschied sich nicht signifikant zwischen der Gruppe der Inhaltsexperten und der Gruppe der potentiellen Nutzer. Beide Gruppen wiesen allerdings signifikante Unterschiede zur Gruppe der Medienexperten auf.
- Die Markierung der Videoobjekte mittels der sensitiven Regionen wurde von allen Gruppenteilnehmern als essenziell wichtig erachtet. Die Gruppe der potentiellen Nutzer erreichte diesbezüglich die 100% Marke (alle potentiellen Nutzer wünschten sich somit eine Markierung der vorhandenen Hypervideo-Links).

- Ein automatisches Anhalten der Videopräsentation nach der Aktivierung eines Hypervideo-Links wurde von allen Gruppen als eine wichtige Forderung an die Hypervideo-Umgebung formuliert.
- Bei der Beschreibung der durch die Hypervideo-Links referenzierten Zusatzinformationen war die einhellige Meinung, dass die Zusatzinformation einen sehr engen Bezug zu dem betreffenden Videobjekt besitzen sollte. Folglich sollten die Zusatzinformationen nicht zu allgemein gestaltet sein, da ansonsten die Gefahr bestünde, dass vom Fokus der Informationspräsentation und somit vom Wissenserwerb abgelenkt würde.

7.1.3 Diskussion

Die erzielten Ergebnisse der ersten Teilstudie werden im Bezug auf das Konzept der kooperativen Hypervideo-Umgebung im Folgenden diskutiert. Auch wenn die erste Teilstudie primär die individuelle Gestaltung respektive Nutzung von Hypervideo-Inhalten adressierte, so lassen sich verschiedene Belege für eine Bestätigung von Teilaspekten des hier entwickelten kooperativen Hypervideo-Konzeptes aus den erzielten Ergebnissen ableiten.

Ein überaus wichtiges Ergebnis war die große Übereinstimmung der Versuchsteilnehmer bei der Wahl der Designparameter bzgl. Anzahl, Dauer und Positionierung der Hypervideo-Links sowie die Gestaltung und die damit hohe positive Akzeptanz Zusatzinformationen in Relationen zu Objekten in den Videosequenzen zu bringen. Zahn wies hierbei speziell daraufhin, dass die Übereinstimmungen unabhängig vom Vorwissen sowie der jeweiligen Gruppenklassifikation waren. Damit wurden die Erwartungen, welche die potentielle Nutzergruppe (Laien) an ein Hypervideo stellten, durch die zwei Autorengruppen (Inhaltexperten und Medienexperten) erfüllt. Hieraus lässt sich die Schlussfolgerung ableiten, dass ein Rollentausch zwischen Nutzer und Autor prinzipiell durchführbar erscheint. Dieser Rollentausch eines Anwenders innerhalb einer kooperativen Hypervideo-Umgebung ist essenziell wichtig, da er sowohl die interaktive Präsentation nutzt also auch, durch die Eingabe von eigenen Beiträgen, die Rolle eines Autors übernimmt und somit an der Gestaltung der präsentierten interaktiven Inhalte maßgeblich beteiligt ist.

Eine Bestätigung der bereits im Abschnitt 3.2.2 formulierten Anforderung zur Visualisierung der sensitiven Regionen im Videobild wird durch die Markierungsvorschläge aller Versuchsteilnehmer belegt. Die Teilnehmer der Gruppe der potentiellen Nutzer waren einhellig der Meinung jeden Hypervideo-Link in der jeweiligen Videosequenz zu visualisieren und somit explizit graphisch zu kennzeichnen. Die beiden Autorengruppen schlugen für 79% aller Hypervideo-Links eine Visualisierung vor. Das Konzept der dynamischen Visualisierung (vgl. Abschnitt 5.4.1) von sensitiven Regionen, das den potentiellen Nutzer vorrangig entscheiden lässt, ob und zu welchem Zeitpunkt sensitive Regionen visualisiert werden, bietet hier eine erweiterte Lösung, um die Erwartung potentieller Nutzer sowie dem Anspruch der Autoren gerecht zu werden.

Die Forderung, das Video nach Aktivierung eines Hypervideo-Links anzuhalten, um sich im Sinne des Wissenserwerbes voll und ganz der Zusatzinformation zu widmend, bestätigt die bereits im Kapitel 3 beschriebenen Designprinzipien nach Mayer [Maye01] und Sweller [Swe199]. Das Interaktionsmodell der Mensch-Maschine-Schnittstelle der kooperativen Hypervideo-Umgebung erfüllt diese Anforderung.

Die übereinstimmende Charakterisierung der Zusatzinformation aller Versuchsteilnehmer ist konform mit der in Abschnitt 5.3.3 getroffenen Aussage zur Fragestellung der Notwendigkeit

der Visualisierung von sensitiven Regionen in Videosequenzen. Videoobjekte können somit durch den Einsatz von dynamischen Hypervideo-Links mit dafür eigens bestimmten Zusatzinformationen effizient verknüpft werden. Die dadurch erzielte zeitliche und räumliche Positionierung der Zusatzinformation zu dem jeweiligen Videoobjekt kann sich bei entsprechender Gestaltung positiv auf die zu vermittelnde Videoinformation auswirken.

7.1.4 Studie 1b: Wissenserwerb mit Hypervideo-Inhalten

Lag der Schwerpunkt der ersten Teilstudien primär auf der Gestaltung von Hypervideo-Inhalten, so fokussierte die zweite Teilstudien die Fragestellung, wie der individuelle Wissenserwerb mittels Hypervideo-Inhalten durch die Wahl unterschiedlicher Designvarianten beeinflusst werden kann. Eine wichtige Fragestellung dieser zweiten Studie untersuchte die Positionierung und die Anzahl von Hypervideo-Links, die Videoobjekte mit weiterführenden Zusatzinformationen verbinden, und dem damit zu erwartenden Einfluss auf den individuellen Wissenserwerb der Versuchsteilnehmer.

7.1.4.1 Fragestellungen

Generell lassen sich Hypervideo-Links aus der Perspektive eines Betrachters auf zwei verschiedene Arten in eine Präsentationsoberfläche integrieren. Eine Möglichkeit beschreibt die Positionierung von dynamischen Hypervideo-Links innerhalb einer Videosequenz. Diese Positionierungsart wird in Anlehnung an die Terminologie der Hypermedia-Forschung als *intratextuelle Links* bezeichnet. Werden dahingehend die Positionierung der Links in einen gesonderten Navigationsbereich verlagert, entspricht dieses den *extratextuellen Links*. In der Literatur lassen sich unterschiedliche Aussagen zu diesen beiden Positionierungsarten finden. So favorisiert Schweiger [Schw01] für textbasierte Hypermedien extratextuelle Links wohingegen Mayer [Maye01] auf der Basis seines Kontinuitätsprinzips den Einsatz von intratextuellen Links für multimediale Darstellungen vorschlägt. Aus der ersten Teilstudie wurde diesbezüglich die Positionierung von intratextuellen Links mit großer Übereinstimmung von den Versuchsteilnehmern favorisiert, was allerdings keinen Nachweis für die Lernwirksamkeit dieser Positionierungsmethode bedeutet und somit eine interessante Fragestellung in Bezug auf den Wissenserwerb mit Hypervideo-Inhalten definiert.

Weiterhin war eine interessante Fragestellung, ob die Anzahl der Hypervideo-Links einen Einfluss auf den Wissenserwerb hatte. Studien aus der Hypertext-Forschung, wie beispielsweise die von Zhu [Zhu99], weisen eindeutig daraufhin, dass eine zu hohe Anzahl von Hyperlinks die Lernwirksamkeit negativ beeinflussen kann. Im Gegensatz dazu schlugen die Teilnehmer der ersten Teilstudie eine sehr hohe Anzahl von Hypervideo-Links (fast für jedes im Video neu auftretende Objekt) vor. Auf Grund der mangelnden empirischen Erkenntnisse bzgl. dieser Fragestellungen wurde auch diese Thematik innerhalb der explorativen Studie eingehend betrachtet.

7.1.4.2 Methodik und Durchführung (Versuchsdurchführung)

Um die Relation zwischen Link-Positionierung sowie Anzahl der Hypervideo-Links im Bezug auf den individuellen Wissenserwerb betrachten zu können, wurde die in der Studie verwendete Videosequenz verschiedenartig gestaltet.

In der ersten Hypervideo-Version wurden sequenzielle Hypervideo-Links gemäß der Beschreibung aus Kapitel 5.5.2 eingefügt. Die *sequenziellen Hypervideo-Links* entsprechen den bereits oben beschriebenen intratextuellen Hypervideo-Links. Die zweite Hypervideo-Version unterschied sich von der ersten nur durch die größere Anzahl der Hypervideo-Links (*doppelte Anzahl*). Die dritte Hypervideo-Version bietet *gruppierte Hyperlinks* an und stellt diese in einem dafür vorgesehenen gesonderten Navigationsbereich dar. Diese Methode der Link-Positionierung entspricht demnach den extratextuellen Hyperlinks. Die vierte und letzte Version unterschied sich von der dritten in einer Verdopplung der Anzahl der gruppierten Links.

An der Durchführung dieser Teilstudie nahmen insgesamt 64 Teilnehmer teil. Es wurde bei der Auswahl der Teilnehmer darauf geachtet, dass niemand Vorwissen zu den gezeigten Hypervideo-Inhalten besaß, um eine Messung bzgl. des relativen Wissenszuwachses über die Gruppe ermitteln zu können. Damit besaßen alle Teilnehmer die gleichen Voraussetzungen um neues Wissen im Bezug auf die präsentierten Wissensinhalte zu konstruieren. Die Teilnehmer (N) wurden in fünf Gruppen aufgeteilt, vgl. dazu Tabelle 20. Den ersten vier Gruppen wurde jeweils eine der Hypervideo-Versionen zugeordnet.

Gruppe	Hypervideo-Struktur	Teilnehmerzahl (N)
1	15 sequenziell eingebettete Hyperlinks	N = 13
2	30 sequenziell eingebettete Hyperlinks	N = 14
3	15 gruppierte eingebettete Hyperlinks	N = 13
4	30 gruppierte eingebettete Hyperlinks	N = 13
5	Textversion ohne dynamische Hyperlinks	N = 11

Tabelle 20: Versuchaufbau

Der Gruppe 5 wurde ein elektronischer Text vorgegeben, der an verschiedenen Stellen mit Videosequenzen ausgestattet war. Dieses Informationsmaterial entsprach eher den klassischen Lehrmaterialien und diente dazu, eine globale Einschätzung des in dieser Studie erreichten Lernzielerfolges vorzunehmen.

Für die Erfassung der Nutzerdaten wurde eine eigens dafür neu entwickelte Komponente innerhalb der Applikationsschicht der Systemumgebung eingefügt. Diese Komponente ermöglichte eine detaillierte Datenerfassung der getätigten Nutzerinteraktionen mit der Bedienungs Oberfläche der Hypervideo-Umgebung. Speziell die Aktivierung von Hypervideo-Links sowie die Interaktion mit den Videosteuerfunktionalitäten wurden durch Log-Files für eine spätere Auswertung während der Versuchsdurchführung für jeden einzelnen Teilnehmer gespeichert.

Für die eigentliche Versuchsdurchführung bekamen alle Teilnehmer einen Vortest mit jeweils 42 Fragen. Der Vortest enthielt Fragen zu den später im Versuch verwendeten Lehrmaterialien und erfasste das Vorwissensniveau der Versuchsteilnehmer. Die Aufgabe der jeweiligen Gruppe bestand darin, die Inhalte der zugewiesenen Hypervideo-Version individuell zu lernen. Ein zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführter Nachtest wurde genutzt um den Wissenszuwachs zu protokollieren. Das Ergebnis der individuellen Wissenstests bezog sich dabei auf den Wissenszuwachs von deklarativem Wissen sowie kausalem Wissen (Anwendung erlernter Prinzipien in anderen Umgebungen, vgl. dazu [YiOA01]).

7.1.5 Ergebnisse

Die Auswertung der zweiten Teilstudie ergab folgende für diese Arbeit signifikante Ergebnisse:

- *Nutzung der Hypervideo-Links:* Die Versuchsteilnehmer unterschieden sich unabhängig der Gruppenzuordnung nicht signifikant in der Nutzung der Hypervideo-Links weder in Bezug auf sequenzielle oder gruppierte Hypervideo-Links noch in Bezug auf die unterschiedliche Anzahl der Hypervideo-Links (15, 30).
- *Nutzung der Video-Funktionalität:* Alle Versuchsgruppen nutzten innerhalb des 9,5 Minuten Films im Gesamtdurchschnitt 85mal die Videosteuerfunktionalitäten (*Play, Stop, Spulen* und *Zurückspulen*). Diese hohe Nutzung der Video-Funktionalität wurde unabhängig der Gruppenzuordnung gemessen. Signifikante Unterschiede gab es nur für die Gruppe 2 (30 sequenziell eingebettete Hyperlinks: N = 14). Dies ist dadurch zu erklären, dass als Folge einer Aktivierung eines Hypervideo-Links das Video stoppte und dann wieder durch den Versuchsteilnehmer gestartet werden musste.
- *Ergebnis des Nachtests:* Der durch den Nachtest erzielte Wissenszuwachs wurde mit dem 3,5 fachen des Vortests für alle Gruppenzuordnungen festgestellt. Es ergaben sich weder zwischen den Gruppen mit verschiedener Anzahl der Hypervideo-Links (30, 15) noch im Bezug auf die Link-Positionierung (intra-, extratextuell) signifikante Unterschiede. Dies galt auch für die Behaltensleistung des Videomaterials und des Textmaterials (Zusatzinformation) als auch bei der Verstehensleistung.
- *Behaltensleistung bzgl. Hypervideo-Links:* Es wurde ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der Behaltensleistung und der Nutzung der Hypervideo-Links nachgewiesen. Damit scheint sich eine intensivere Auseinandersetzung in Bezug auf die Interaktion mit dem Hypervideo-Inhalt positiv auf den Wissenszuwachs auszuwirken.
- *Behaltensleistung bzgl. Videosteuerungsfunktionalität:* Ein ähnliches Ergebnis ergab sich in Bezug auf die Nutzung der Videosteuerungsfunktionalität. Es konnte ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der Videosteuerung und der Lernleistung nachgewiesen werden.

7.1.6 Diskussion

Die zweite Teilstudie befasste sich mittels einer empirischen Versuchsreihe mit der Frage, inwieweit sich die Wahl unterschiedlicher Gestaltungsprinzipien (Positionierung und Anzahl von Hypervideo-Links) innerhalb eines Hypervideos auf den individuellen Wissenserwerb und somit den erlangten Lernzielerfolg auswirken. Diesbezüglich wurde die Anzahl der Hypervideo-Links verändert, sowie die Positionierung der Hypervideo-Links intratextuell respektive extratextuell angeordnet. Die unter 7.1.5 erzielten Ergebnisse werden in diesem Abschnitt in Bezug auf das Konzept der kooperativen Hypervideo-Umgebung näher diskutiert.

Generell kann die Aussage getroffen werden, dass mit Hypervideo-Inhalten Wissen sehr gut konstruiert werden kann. Dafür spricht der gemessene Wissenszuwachs mit dem Faktor 3,5 (Vortest in Relation zum Nachtest). Es ist dabei zu beachten, dass es zur Zeit der Versuchsdurchführung keine Designrichtlinien zur Gestaltung von Hypervideo-Inhalten gab. Neben den zu testenden Gestaltungsprinzipien wurden für die Erstellung des Hypervideos

Designrichtlinien aus den Bereichen Hypermedia und Multimedia übernommen. Auch wenn aus diesem Umstand kein optimales Design der Hypervideo-Inhalte resultieren kann, zeigt bereits dieses Ergebnis umso eindrucksvoller das Potential dieses Medienformats in Bezug auf den erzielten Wissenszuwachs. Ein signifikanter Unterschied des Wissenserwerbs bei den vier unterschiedlichen Gruppen konnte nicht nachgewiesen werden. Auch wenn dieses Ergebnis für die Studie selber ernüchternd wirkt, so hat es eine starke Bedeutung für das hier entwickelte Gesamtkonzept einer kooperativen Hypervideo-Umgebung. Das Ergebnis zeigt, dass sowohl mit intratextuellen als auch extratextuellen Hypervideo-Links in ähnlicher Weise Wissen erworben werden kann. Daraus lässt sich ableiten, dass sich die Positionierung dynamischer Hypervideo-Links innerhalb einer Videosequenz zur Konstruktion von Wissen sehr wohl nutzen lassen. Extratextuelle Hypervideo-Links entsprechen den im Kapitel 5 beschriebenen Linktabellen, die einen gesonderten Navigationsbereich innerhalb der Bedienungsoberfläche der kooperativen Hypervideo-Umgebung darstellen. Auf Grund des hohen gemessenen Wissenszuwachses, der mit dieser extratextuellen Positionierungsmethode der Hypervideo-Links verbunden ist, findet sich eine Bestätigung dafür, dass die Offenlegung der Hypervideo-Struktur für das Verständnis der Hypervideo-Inhalte und somit für die Konstruktion von Wissen einen wichtigen Beitrag für den Nutzer leistet. Beide Konzepte zur Positionierung intra- und extratextueller Links erfüllen die im Kapitel 3 aufgestellten Anforderungen. Die Umsetzung der Positionierung von extratextuellen Hypervideo-Links dabei wird durch die Navigation Engine realisiert.

Als ein weiteres sehr wichtiges Ergebnis ist der signifikante Nachweis zwischen der Nutzerinteraktion mit den zur Verfügung gestellten Videofunktionalitäten. Es wurde eindeutig nachgewiesen, dass der Wissenszuwachs zunahm, insofern die Nutzer eine höhere Aktivität bei der Präsentation der Videos zeigten. Damit wird die Integration der Videofunktionalität als essentieller Bestandteil der *Presentation Engine* bestätigt, sowie die identifizierte Anforderung aus dem Abschnitt 3.2.1 empirisch belegt. Gleiches gilt für das Verhältnis der Nutzung von Hypervideo-Links in Relation zum erzielten Wissenszuwachs. Damit ergibt sich ein Beleg dafür, dass die Förderung der Aktivität und somit der Nutzerinteraktion über die Mensch-Maschine-Schnittstelle eine positive Auswirkung auf den Wissenserwerb besitzt. Die Hypervideo-Umgebung fördert somit durch das Angebot an Interaktionsmöglichkeiten eine tiefgehende Auseinandersetzung mit den präsentierten Inhalten und bietet den Lernenden zudem unterschiedliche Adaptierungsmöglichkeiten bzgl. ihrer verwendeten Lernstile an.

7.2 MUMMY Projekt

Der Fokus des MUMMY-Projekts liegt auf der Entwicklung intelligenter Zugriffsmechanismen auf Wissensressourcen in mobilen Unternehmungsbereichen. Mobile Endgeräte, wie Tablett-PCs, PDAs oder auch Smartphones, dienen schon heute als ständige Begleiter zur Termin- und Adressverwaltung, zur E-Mail Kommunikation und auch zum Zugriff auf Internet- und Unternehmens-Ressourcen. Der Zugriff auf Wissensressourcen lässt sich dabei durch die Begriffe Extraktion und Integration näher klassifizieren. Bei der Extraktion werden aus einem bestehenden Wissensportal Wissensressourcen angefordert. Die Integration beschreibt hingegen den Vorgang, bei dem neue Wissensressourcen in ein bestehendes Wissensportal eingefügt werden. Zukünftig wird der mobile Online-Zugang zu Wissen und Informationen eine immer größere Bedeutung erlangen und eine stärkere Integration in Arbeitsprozesse und Infrastrukturen erfordern. In diesem Umfeld bewegt sich das Forschungsprojekt MUMMY, das von der Europäischen Union im Rahmen des IST-Programms gefördert wird. Das Verbundprojekt startete im Oktober 2002 mit einer Laufzeit von drei Jahren. Europäische Forschungs-, Industrie- und Anwendungspartner verfolgen die Vision, durch mobile Lösungen und geeignete Visualisierung die Effizienz von Arbeitsabläufen zu erhöhen. Speziell für mobile Einsatzbereiche in Verbindung mit

multimedialen Wissensressourcen entwickelt das MUMMY Projekt eine Reihe unterschiedlicher Konzepte, um einen intelligenten und effizienten Zugriff auf Wissensressourcen zu etablieren.

MUMMY untersucht und entwickelt innovative Hypermedia-Technologien. Semantic Web-Technologien, kontextsensitive Suchalgorithmen sowie Informationsbereitstellung spielen dabei eine wesentliche Rolle, um den Problemen des „information overload“ zu begegnen. Das Konzept der kooperativen Hypervideo-Umgebung bildet hierzu einen integralen Bestandteil des MUMMY-Systems. Hypervideo-Inhalte stellen eine mögliche Form der Wissensressourcen dar, die durch das Wissensportal des MUMMY-Systems verwaltet werden. Für eine ausführliche Projektbeschreibung wird an dieser Stelle auf [ZGDV04] verwiesen.

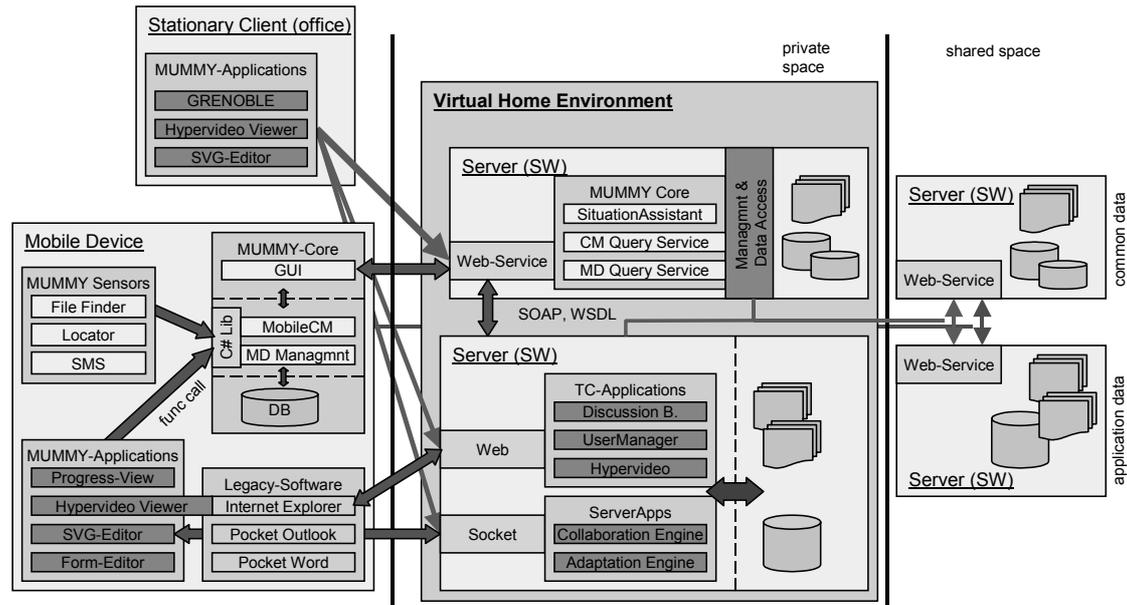


Abbildung 90: Architektur des MUMMY-Systems

Im Rahmen der Realisierung einer kooperativen Hypervideo-Umgebung innerhalb des MUMMY-Systems wurden in Zusammenarbeit mit dem psychologischen Institut der Universität Münster Versuchsreihen durchgeführt. Generelles Ziel war, die Bedienungskonzepte der kooperativen Hypervideo-Umgebung im Rahmen eines Seminars näher zu betrachten und zu analysieren. Aus der Sicht des MUMMY-Projekts diente diese Versuchsstudien dazu, um Rückschlüsse auf die Gestaltung sowie das zu Grunde liegende Interaktionsmodell der Bedienungsschnittstelle ziehen zu können. Auf Grund der Länge der Versuchsstudien, die sich jeweils über ein gesamtes Studiensemester erstreckten, konnten auch Aufschlüsse darüber gegeben werden, wie sich die kooperative Hypervideo-Umgebung als integraler Bestandteil des MUMMY Projekts in Bezug auf die Systemzuverlässigkeit in einem realen Anwendungsrahmen verhielt. Zur Evaluation der zwei Feldversuchsstudien dienten jeweils die durch die Versuchsteilnehmer erstellten Hypervideo-Inhalte, ein Fragebogen zum Hypervideo-Seminar sowie ein Workshop mit allen beteiligten Versuchsteilnehmern. Im Folgenden werden diese Ergebnisse in Hinblick auf das Konzept der kooperativen Hypervideo-Umgebung eingehend diskutiert.

7.2.1 Studie 2a: Erstellung von Hypervideo-Inhalten

Während der Einführungsphase des Seminars wurden die Teilnehmer mit der Bedienung der kooperativen Hypervideo-Umgebung vertraut gemacht. Hierzu wurde ein generelles

Verständnis der Hypervideo-Technologie bzgl. der Verwendung von nicht-linearen audiovisuellen Informationsinhalten vermittelt. Neben der theoretischen Unterweisung wurden ferner praxisorientierte Übungen von den Seminarteilnehmern durchgeführt, um ein tiefergehendes Verständnis für diese Art der Informationsverknüpfung zwischen kontinuierlichen und diskreten multimedialen Inhalten zu erlangen.

Die primäre Aufgabenstellung bestand darin, Hypervideo-Inhalte gemeinsam in der Gruppe zu erstellen. Die Seminarteilnehmer sollten diesbezüglich sowohl die Videoinhalte als auch die Zusatzinformationen in eigener Regie erstellen. Weiterhin gehörte zur Aufgabenstellung, die Videoinhalte so zu gestalten, dass sie an dafür vorbestimmten Stellen in den jeweiligen Videosequenzen die dafür bestimmten Zusatzinformationen referenzierten. Neben der Gestaltung der Zusatzinformation bestand somit die Anforderung, diese auch inhaltlich auf die dafür vorgesehenen Details bzw. Objekte innerhalb der Videosequenzen abzustimmen. Im Gegensatz zur der im Abschnitt 7.1 beschriebenen Studie, lag der Fokus diese Versuchsreihe auf der gruppenbasierten Erstellung von Hypervideo-Inhalten im Sinne des „learning-by-design“ Ansatzes, vgl. dazu [Schu02] und [ZaSB02]. Die Aufgabenstellung hatte folgende generelle Lernziele:

- *Thematisches Lernziel:* Durch die kooperative Erstellung sollten die vorhandenen Kenntnisse der Seminarteilnehmer in Bereich der Moderations- und Präsentationstechniken vertieft werden.
- *Filmerstellung:* Ein Filmdreh sollte den Seminarteilnehmern Kenntnisse über den Prozessablauf zur Erstellung von Lernfilmen vermitteln.
- *Hypermedia-Gestaltung:* Durch die Gestaltung der Zusatzinformationen sollte das vorhandene Wissen im Bezug auf die multimediale und didaktische Gestaltung von Hypermedia-Dokumenten erweitert werden.
- *Hypervideo-Gestaltung:* Die Erstellung von Hypervideo-Inhalten durch die Verknüpfung der Videoinhalte mit den Zusatzinformationen mittels der Hypervideo-Struktur war ein integraler Bestandteil des Lernziels.
- *Gruppenarbeit:* Durch die gewollte enge Zusammenarbeit der Seminarteilnehmer sollte ihre Fähigkeit zur Arbeit innerhalb einer Gruppe weiter ausgebaut werden.

7.2.1.1 Fragestellung

Bezüglich der Fragestellung der Feldversuchsstudie war es von besonderem Interesse, inwieweit die Seminarteilnehmer innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens die ihnen gestellten Aufgaben erfüllten. Damit eng verbunden war auch die Fragestellung, ob sie die Verknüpfung von Objekten innerhalb einer Videosequenz mit weiterführenden Zusatzinformationen aus einer gestalterischen und didaktischen Sicht für sinnvoll hielten. In einem abschließenden Workshop mit allen Versuchsteilnehmern wurde der Frage nachgegangen, wie die erzielten Ergebnisse innerhalb der Gruppen selbst bewertet wurden. Durch diese subjektive Fragestellung konnten Rückschlüsse auf die Akzeptanz der Hypervideo-Umgebung abgeleitet werden. Weiterhin war es von großem Interesse, inwieweit die gewählten Gestaltungsprinzipien der Seminarteilnehmer mit denen der individuellen Versuchsteilnehmer aus der ersten Teilstudie im Abschnitt 7.1 übereinstimmten. Ferner war eine für die vorliegende Arbeit wichtige Fragestellung, wie die Seminarteilnehmer das Konzept der Hypervideo-Umgebung einschätzten. Aussagen hierzu wurden als sehr wertvoll eingestuft, da sich die Teilnehmer, im Gegensatz zur ersten Studie, über einen längeren

Zeitraum intensiv mit der Umgebung auseinandersetzen. Aus diesen Aussagen lassen sich Rückschlüsse über die Gestaltung der Bedienungsoberfläche, das zugrundeliegende Interaktionsmodell sowie die Systemzuverlässigkeit ziehen.

7.2.1.2 Methodik und Durchführung

Alle Seminarteilnehmer waren Studenten aus dem Fachbereich der Psychologie in Münster. Insgesamt nahmen 14 Studenten an dem Seminar teil. Zum Anfang der Feldversuchsstudie erhielten alle Versuchsteilnehmer einen Fragebogen. Die Seminarteilnehmer gaben in dieser anonymisierten Befragung Auskunft über ihren Wissenstand bzgl. ihrer persönlichen Erfahrungen mit Filmgestaltung, Gruppenarbeit und Multimediagestaltung an. Aus dieser Befragung ging hervor, dass ein Großteil der Studenten bereits Erfahrungen im Umgang mit Autorenwerkzeugen zur Erstellung von multimedialen und hypermedialen Inhalten besaß. Hingegen hatte nur ein sehr geringer Anteil Kenntnisse über Filmgestaltung.

Die Seminarteilnehmer wurden in zwei Gruppen eingeteilt. Die Aufgabe der ersten Gruppe war ein Hypervideo-Dokument mit der Thematik *Moderation in Gruppen* zu erstellen. Die Thematik der zweiten Gruppe bezog sich auf *Präsentationstechniken*. Auf Grund der zeitlichen Begrenzung des Seminars wurde bei der Erstellung der Videoinhalte Hilfestellung durch die Multimediagruppe der Universität Münster gegeben. Die Seminarteilnehmer wurden mit unterschiedlichen Techniken, wie beispielsweise Lichttechnik, Kameraführungen sowie der Verwendung eines Schnittplatzes, vertraut gemacht. Für die inhaltliche Gestaltung der Zusatzinformation wurden unterschiedliche handelsübliche Editorenprogramme verwendet. Die webbasierte Bedienungsoberfläche der kooperativen Hypervideo-Umgebung besaß zum Zeitpunkt des Seminars alle Funktionalitäten, die durch das Präsentationskonzept im Abschnitt 5.2 beschrieben wurden.

In der ersten Phase des Seminars sammelten die Teilnehmer zunächst Informationsmaterialien. Ferner wurde durch die jeweilige Gruppe definiert, welche Inhalte durch das Medium Video dargestellt werden sollten. Hierbei wurde noch keine Strukturierung vorgenommen, wie die Inhalte innerhalb des Videos räumlich sowie zeitlich angeordnet werden sollten. In der zweiten Phase wurden Storyboards geschrieben, die den Filmverlauf detailliert vorgaben. Zu diesem Zeitpunkt wurde bereits berücksichtigt, an welchen Stellen Videoobjekte über Hypervideo-Links weiterführende Informationen referenzieren sollten. Auf der Basis des Storyboards wurden Filmsequenzen erstellt und Zusatzinformation generiert. In der letzten Phase des Seminars wurde die Verknüpfung der Filminhalte mit den Zusatzinformationen durchgeführt.

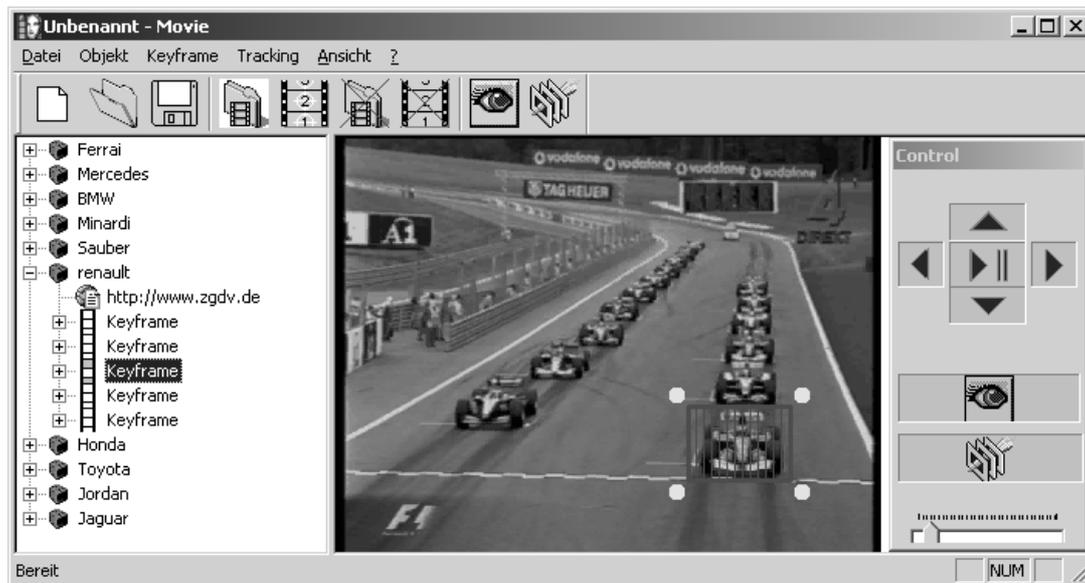


Abbildung 91: Bedienungsfläche des MOVieEditors

Der Autorenprozess bzgl. der Annotation von Videoinhalten teilte sich zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung in die voneinander getrennten Arbeitsschritte *Generierung sensitiver Regionen* und *Definition von Hypervideo-Links* auf. Die Generierung der sensitiven Regionen in Videosequenzen wurde mit einem stand-alone Programm mit dem Namen MOVieEditor [FBJW01] durchgeführt, vgl. dazu Abbildung 91. Die durch das MOVieEditor Programm erzeugten Positionsdaten der sensitiven Regionen wurden in die Datenbank der kooperativen Hypervideo-Umgebung in einem gesonderten Prozess eingepflegt. Die Definition der Hypervideo-Links wurde mittels der webbasierten Bedienungsfläche durchgeführt.

7.2.2 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Feldversuchsreihe präsentiert. Hierzu dienen die erstellten Hypervideo-Inhalte, ein Fragebogen, den die Seminarteilnehmer nach der Fertigstellung der Hypervideos ausfüllten, sowie ein zum Abschluss durchgeführter Workshop mit allen Seminarteilnehmern. Eine ausführliche Diskussion dieser Ergebnisse wird im nachfolgenden Abschnitt gegeben. Beide Versuchgruppen konnten die ihnen gestellte Aufgabe innerhalb der angegebenen Seminarzeit vollständig abschließen. Ein Großteil der Arbeitszeit wurde auf die Erstellung der Videosequenzen und das damit verbundene Storyboard verwendet. Insgesamt wurden 10 Videosequenzen erstellt. Ferner wurden 35 Informationseinheiten generiert, die mit Details in den Videosequenzen verknüpft wurden. Die Zusatzinformationen waren zu einem überwiegenden Teil textbasiert. Als weitere Medienformate für die Zusatzinformationen wurden Bilder sowie kleinere Videosequenzen (ohne Annotationen) genutzt.

Nach der Fertigstellung der Hypervideo-Inhalte wurde die Teilnehmer mittels eines Fragebogens über ihre Erfahrungen mit dem kooperativen Hypervideo-System befragt. 11 Teilnehmer des Seminars machten hierzu Angaben. Dabei gaben die Teilnehmer unter anderem an, inwieweit und in welchen Bereichen sie neues Wissen erworben hatten. Weiterhin wurden auch Fragen zum Konzept der kooperativen Hypervideo-Umgebung sowie zur Bedienungsfläche gestellt. Die Ergebnisse der Fragebogenerhebung können wie folgt zusammengefasst werden.

- Im Bereich der technisch-praktischen Fertigkeit gaben zehn von elf Studenten an, ihr Wissen bzgl. der Filmgestaltung und der Gestaltung von Hypervideo-Inhalten ausgebaut zu haben.
- Ein wesentlicher Wissenszuwachs der mediendidaktischen Fertigkeiten zur Lehrfilmgestaltung (neun von elf Studenten) und zur Konzeption von Hypervideos (zehn von elf Studenten) wurde bestätigt.
- Insgesamt gaben neun Studenten an ihre Kooperationsfähigkeit in Arbeitsgruppen durch das Seminar wesentlich verbessert zu haben.
- Die Verbindung von Objekten in Filmbildern mit Zusatzinformationen durch Hypervideo-Links (Video-Annotationen) erachteten zwei Studenten als *sehr sinnvoll*, acht Studenten als *sinnvoll* und ein Student als *einigermaßen sinnvoll*.

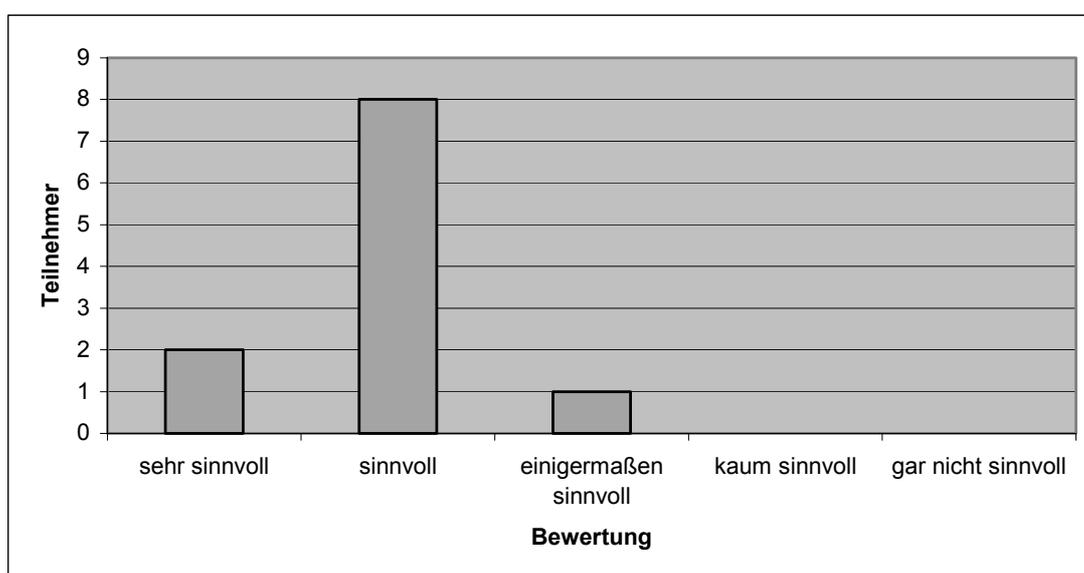


Abbildung 92: Bewertung der Verknüpfung von Videoobjekten mit Zusatzinformation

- Die Frage, ob es dem Teilnehmer im Rahmen einer Arbeitsgruppe wichtig war auch eigene Links einfügen zu können, beantwortete ein Student mit *sehr sinnvoll*, sieben Studenten mit *sinnvoll* und drei Studenten mit *einigermaßen sinnvoll*.

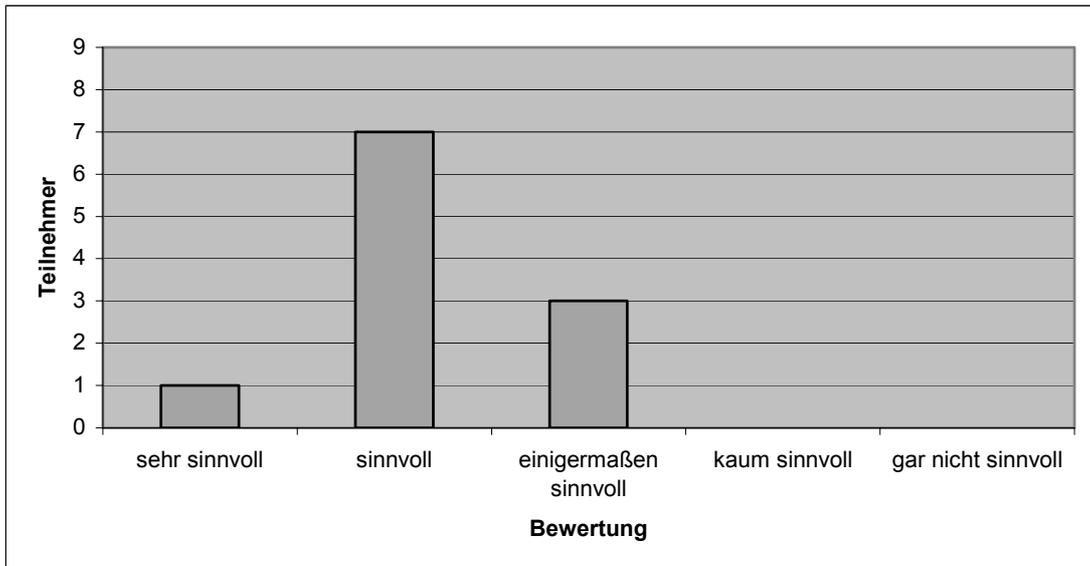


Abbildung 93: Erstellung eigener Hypervideo-Links

- Die Aufteilung und Darstellung der Bedienungsoberfläche wurden von zwei Studenten für *sehr gut* und von acht Studenten für *gut* befunden.

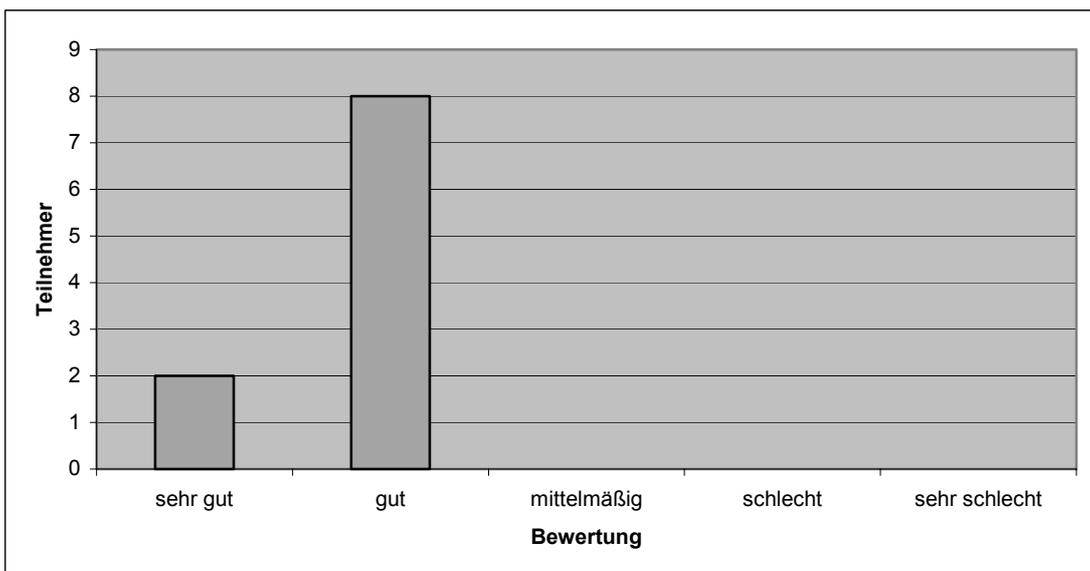


Abbildung 94: Bewertung der Bedienungsoberfläche

- Die Frage, inwieweit die Visualisierung der Hypervideo-Struktur bei der Orientierung innerhalb der nicht-linearen Präsentation half, beantworteten zwei Studenten mit *sehr gut*, vier Studenten mit *gut*, drei Studenten mit *mittelmäßig* und zwei Studenten mit *schlecht*.

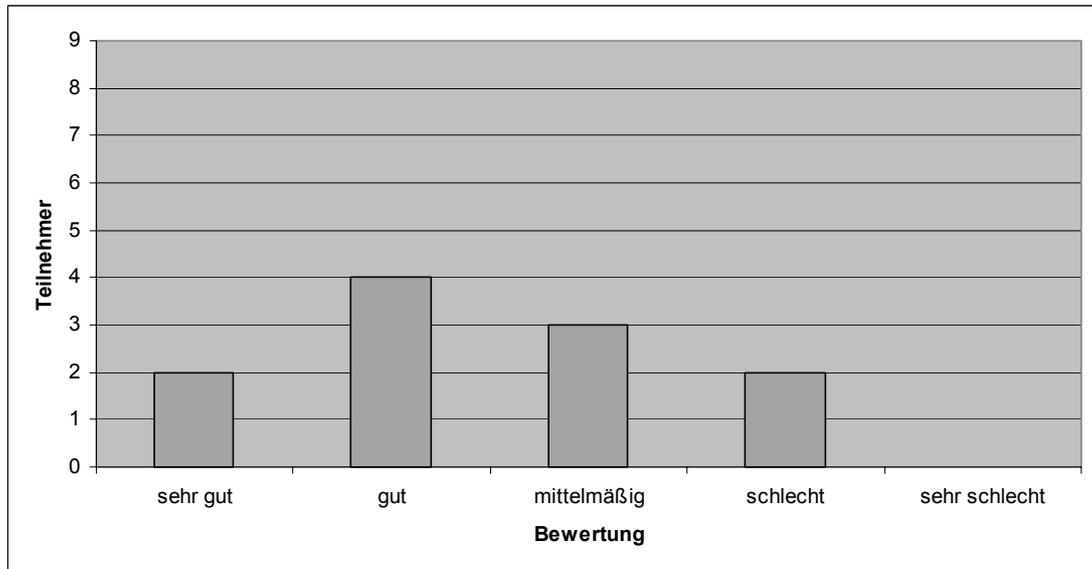


Abbildung 95: Visualisierung der Hypervideo-Struktur

- Die Frage, wie häufig die Visualisierung der Hyperstruktur-Struktur benutzt wurde um Links zu öffnen, beantworteten drei Studenten mit *häufig*, vier Studenten mit *manchmal*, zwei Studenten mit *selten* und ein Student mit *nie*.

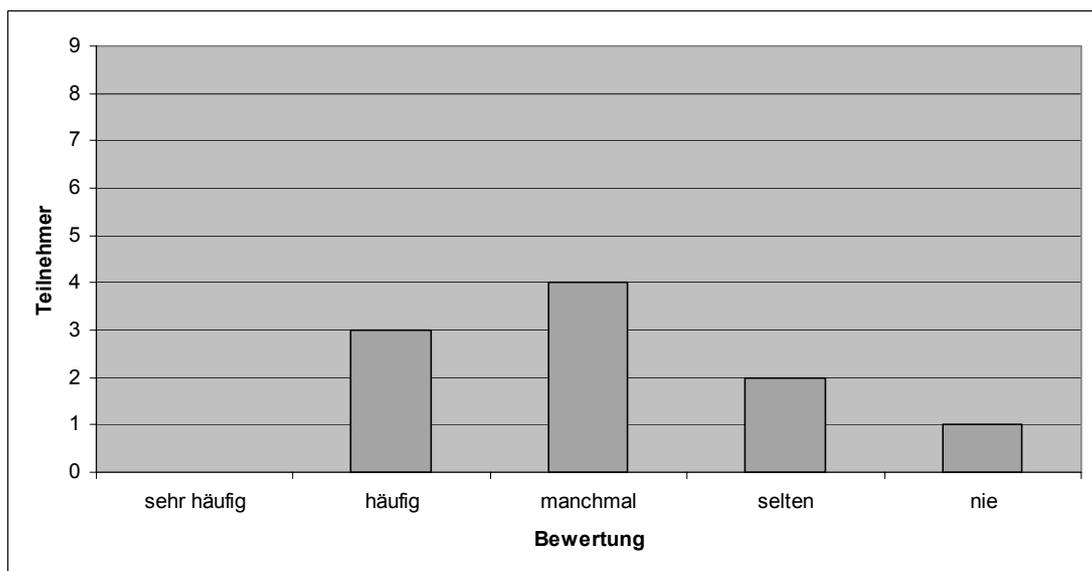


Abbildung 96: Verwendung der Struktur-Visualisierung

Der im Anschluss der Versuchsstudie abgehaltene Workshop hatte als Zielsetzung die Erfahrungen der Versuchsteilnehmer mit der kooperativen Hypervideo-Umgebung zu diskutieren. Jede Gruppe stellte hierbei die Ergebnisse ihrer Arbeiten vor und begründete die Wahl der jeweilig verwendeten Gestaltungsprinzipien für die erstellten Hypervideo-Inhalte.

Als überaus positiv wurde das Konzept der Visualisierung der sensitiven Region bewertet. Die Teilnehmer empfanden es als besonders wichtig, sensitive Regionen durch die Kennzeichnung der verfügbaren Annotationen im Videobild dynamisch zu visualisieren. Ferner wurde die explizite Markierung eines aktivierten Hypervideo-Links im Videobild (visuelle Hervorhebung des aktivierten Videobjekts) als sehr hilfreich für die Orientierung innerhalb der Oberfläche gewertet. Damit konnte die Beziehung zwischen dem Videobjekt

und der dazugehörigen Zusatzinformation eindeutig visualisiert werden, was zu einem besseren Verständnis der Präsentationsinhalte führte. Die dynamische Visualisierung der sensitiven Regionen bewerteten die Teilnehmer als äußerst sinnvoll. Auf Grund dessen, dass die Videoinhalte beispielsweise für die Moderationsgruppe häufig zeitbasierte Prozessabläufe darstellten, war es wichtig, diese auch ohne die Markierung von Objekten im Videobild zu sehen, um somit durch die graphische Einblendung nicht abgelenkt zu werden. Auch die Lösung, die Visualisierung über die Positionierung des Mauszeigers innerhalb des Videobilds zu steuern, fand große Akzeptanz bei den Teilnehmern.

Beide Gruppen gaben an, bei der Erstellung der Hypervideo-Inhalte eine Strategie der Arbeitsteilung vorgenommen zu haben. Auch wenn jeder Gruppenteilnehmer die einzelnen Prozesse, wie beispielsweise die Generierung der sensitiven Regionen oder auch die Definition der Hypervideo-Links, mindestens einmal ausgeführt hatte, so waren die erworbenen Fertigkeiten nach dem Seminar bei den Teilnehmern unterschiedlich ausgeprägt.

Wie bereits im Fragebogen festgestellt, fand das Konzept der kooperativen Hypervideo-Umgebung große Resonanz unter den Teilnehmern. Ferner wurde von allen Versuchsteilnehmern bestätigt, dass die Anforderung, eine möglichst intuitive Bedienungsoberfläche zu schaffen, erfüllt wurde. Aussagen über die Visualisierung der Hypervideo-Struktur waren allerdings sehr unterschiedlich. Einige Teilnehmer gaben an, diese Funktionalität stark genutzt zu haben, andere bewerteten diese Möglichkeit der Linkaktivierung über eine Linktabelle und die damit verbundene Option der Navigation innerhalb des dynamischen Informationsraums eher als weniger sinnvoll. Diese Teilnehmer gaben hingegen an, dass der Vorteil dieses Ansatzes mit einer sich steigernden Komplexität der Hypervideo-Struktur zum Tragen käme.

Alle Teilnehmer bewerteten die Systemzuverlässigkeit der Präsentationskomponente sowie der Authoringkomponente, welche die Definition der Hypervideo-Links betraf, als sehr positiv. Es wurde weiterhin als sehr positiv aufgenommen, dass die verwendeten Funktionalitäten zur Darstellung und Erstellung der Inhalte innerhalb einer webbasierten Bedienungsoberfläche gemeinsam integriert waren. Dadurch war es möglich, die erstellten Inhalte direkt im Präsentationsmodus zu betrachten und zu überprüfen, ohne zwischen zwei getrennten Applikationen ständig wechseln zu müssen.

Als negativ und zum Teil sehr umständlich wurde der Prozess zur Definition der sensitiven Regionen mit dem stand-alone Programm MOVieEditor bewertet. Dies lag nicht an der bereitgestellten Bedienungsoberfläche, sondern an der Nutzung eines weiteren Programms neben der Webapplikation. Viele der Teilnehmer gaben an, dass auch diese Funktionalität als Teil der webbasierten Bedienungsoberfläche integriert werden müsste. Ein weiteres Problem lag in der Bedienbarkeit des Programms selbst, das auf Grund eines Fehlers zum Absturz neigte. Dieser Fehler konnte leider nicht während der Versuchszeit vollständig behoben werden. Eine work-around Lösung ermöglichte zwar die weitere Nutzung des MOVieEditors während der Versuchsstudie, führte aber zu einem erhöhten Bedienungsaufwand für die Teilnehmer. Im Gegensatz zur Fehleranfälligkeit des MOVieEditors, der bei der Exportierung der generierten Positionsdaten der sensitiven Regionen auftrat, wurde die implementierte Keyframe-Methode als äußerst robust bewertet. Die Teilnehmer, die innerhalb der Gruppe die Aufgabe hatte, sensitive Regionen anzulegen, bezeichneten diese Möglichkeit der Generierung als leicht erlernbar und effektiv in Bezug auf den dafür benötigten Zeitaufwand.

Zum Schluss soll nochmals auf die überaus positive Resonanz der Teilnehmer nach der Beendigung des Seminars eingegangen werden. Alle Teilnehmer zeigten sich äußerst zufrieden mit ihren erzielten Ergebnissen. Dieser Eindruck kam speziell bei der Präsentation der jeweiligen Gruppenergebnisse zum Ausdruck. Die zum Teil sehr kritischen Fragen zu der Wahl unterschiedlicher Gestaltungsprinzipien konnten jede der beiden Gruppen argumentativ belegen und zeigten anhand ihrer Aussagen, dass speziell bei der Entstehungsphase des

Storyboards ein großer Wert auf den Entwurf der Hypervideo-Struktur gelegt wurde. So wurde bereits bei der Entstehungsphase auf einem abstrahierten Niveau festgelegt, wie und an welchen Stellen innerhalb der zudrehenden Filmeinstellungen Zusatzinformationen über Hypervideo-Links referenziert werden sollten.

7.2.3 Studie 2b: Vorgehensmodell bei der Erstellung von Hypervideo-Inhalten

Die zweite Versuchsstudie (Studie 2b) hatte die identische Aufgabenstellung wie die erste Versuchsstudie (Studie 2a), vgl. dazu Abschnitt 7.2.1. Auch hier sollten die Studenten innerhalb eines Studiensemesters kooperativ Hypervideo-Inhalte in der Gruppe erstellen. Der Unterschied bestand darin, wie die Studenten angewiesen wurden die Inhalte zu erstellen. Bei der ersten Versuchsstudie 2a wurde den Studenten die Möglichkeit gegeben die anfallenden Arbeiten untereinander aufzuteilen. Folglich war das Wissen über den Erstellungsprozess eines Hypervideo-Inhalts unterschiedlich verteilt. Die Steigerung der Kompetenzen (*Inhaltskompetenz*, *Medienkompetenz* und *Gruppenkompetenz*, vgl. Abschnitt 5.1.1) wurde zwar nachgewiesen, wies aber auf Grund der Arbeitsaufteilung unterschiedliche Qualitäten bei den Studenten auf. Bei der Versuchsstudie 2b wurde deshalb die Vorgehensweisen durch ein *Rahmenmodell* [StFZ05] verwendet mit der Zielsetzung der Steigerung der Qualität der erzeugten Hypervideo-Inhalte. Entsprechend wurde auch eine Verbesserung des Wissenserwerbs der Seminarteilnehmer bzgl. der oben genannten Kompetenzen erwartet.

Das Rahmenmodell basiert auf einem Wissenstransfer Modell (engl. *Knowledge Transforming Modell*) nach Bereiter und Scardamalia [BrSc87], das beschreibt wie durch die Generierung von Texten Wissen erworben werden kann, und eine Erweiterung dieses Modells in Bezug auf die Generierung von Hypertexten nach Stahl und Bromme [StBr04]. Das Rahmenmodell beschreibt inhaltlich die Vorgehensweise durch fünf Phasen, die in [StFZ05] detailliert beschrieben sind:

1. Einführung Hypervideo-Design
2. Design der Knoten
3. Design der Gesamtstruktur
4. Planung multipler Perspektiven
5. Planung der sensitiven Zonen / Links

Die Phasen sollen nicht als eine Sequenz von Instruktionen verstanden werden, sondern beschreiben eine iterative Prozessschleife, in der die Ergebnisse einer Phase eine Revision der vorherigen Phasen bedeuten kann.

7.2.3.1 Fragestellung

Die Fragestellungen der zweiten Versuchstudie 2b waren identisch mit der ersten Versuchsstudie 2a. Die Ausnahme bestand darin, inwieweit das verwendete Rahmenmodell den Wissenserwerb sowie die Qualität der erstellten Hypervideo-Inhalte fördern konnte.

7.2.3.2 Methodik und Durchführung

An der zweiten Versuchsstudie 2b nahmen insgesamt 16 Seminarteilnehmer aus dem Psychologie Fachbereich der Universität Münster teil. Die Aufgabe für die Seminarteilnehmer bestand darin Hypervideo-Dokumente zu erstellen, die das Studium der Psychologie an der

Universität Münster präsentierten. In gleicher Weise wie in der Studie 2a wurden die Studenten beim Filmdreh durch die Multimediagruppe der Universität Münster bzgl. der Filmtechnik unterstützt. Für die Gestaltung der Zusatzinformationen sowie der Videosequenzen wurden handelsübliche Editorenprogramme verwendet. Die Generierung der sensitiven Regionen sowie die Definition der Hypervideo-Links wurden im Gegensatz zur Studie 2a komplett durch die einheitliche Bedienungsfläche der kooperativen Hypervideo-Umgebung durchgeführt. Dies war ein Kritikpunkt der Seminarteilnehmer aus der vorangegangenen Studie 2a gewesen, in der für die Generierung sensitiver Regionen ein eigenständiges Programm verwendet werden musste.

Wie bereits im Abschnitt 7.2.3 beschrieben, basierte die Durchführung auf einem fünfstufigen Rahmenmodell zur Erstellung von Hypervideo-Inhalten im Kontext eines „Learning-by-Design“ Ansatzes. In der ersten Phase wurde ein generelles „rhetorisches“ Verständnis für Hypervideo vermittelt. Neben einer theoretischen Einführung in die kooperative Hypervideo-Umgebung wurden auch kleinere praktische Übungen unternommen, um den Seminarteilnehmern ein Gefühl im Umgang mit dem Bedienungskonzept zu vermitteln. In der zweiten Phase wurden die Seminarteilnehmer angewiesen die Videoknoten sowie die Informationsknoten zu erstellen. Hierbei wurden zur Unterstützung in der Planungsphase der zu erstellenden Inhalte *Storyboards* verwendet. Die dritte Phase hatte die Zielsetzung die erstellten Inhalte in eine stringente Hyperstruktur zu überführen. Damit sollte bei den Seminarteilnehmern ein Verständnis über die semantische Struktur der gesamten Inhalte erzeugt werden. Ferner wurde damit die Möglichkeit eröffnet eine Überprüfung der getätigten Arbeit durchzuführen und zu schauen, ob die erstellten Inhalte das adressierte Thema in Form eines Hypervideo-Dokuments vollständig abbildeten. Die vierte Phase forderte die Seminarteilnehmer auf multiple Perspektiven zu planen, um die Förderung der „kognitiven Flexibilität“ zu unterstützen. Hierzu gehörten die Planung der Verlinkung von Videoobjekten mit Zusatzinformation sowie die Planung der Unterstützung unterschiedlicher Navigationsstrategien, wie z.B. Guided Tours. Innerhalb der fünften Phase entschieden die Seminarteilnehmer an welchen Stellen in den Videoknoten sensitive Regionen anzulegen sind. Ferner wurden die Verknüpfung zwischen den Videoobjekten und den Informationsknoten durchgeführt.

7.2.4 Ergebnisse

In ähnlicher Weise wie bei der Studie 2a, wurden die Ergebnisse mit Hilfe der erstellten Hypervideo-Dokumente, der Fragebögen, die von den Seminarteilnehmern auszufüllen waren, und ein zum Anschluss durchgeführter Workshop zusammengefasst. Die Diskussion der Ergebnisse findet sich im Anschluss an diesem Abschnitt wieder.

Die Seminarteilnehmer erstellten insgesamt 14 Videosequenzen, die Annotationen beinhalteten, und 9 Videosequenzen ohne Annotationen, die als reine Zusatzinformationen dienten. Ferner wurden 195 Texte als Zusatzinformationen erstellt. Im Vergleich zur Studie 2a wurden in der Studie 2b eine höhere Anzahl von sensitiven Regionen in den Videosequenzen definiert. Im Schnitt wurden 4.13 Regionen in den Videosequenzen gesetzt. Die Videosequenzen hatten dabei eine durchschnittliche Videospielzeit von 25.05 Sekunden. In der Studie 2a waren dies im Mittel 3.85 Regionen (erste Gruppe) bzw. 6.67 Regionen (zweite Gruppe) in einer Videosequenz mit einer durchschnittlichen Videospielzeit von 301.39 Sekunden bzw. 147.71 Sekunden. Im Anschluss wurde ein Fragebogen von 16 Seminarteilnehmern ausgefüllt. Die Beantwortung der Fragen wurde durch eine fünfstufige Bewertungsskala eingeteilt (*stimme ich gar nicht zu* (1) bis *stimme ich voll zu* (5)). Die Ergebnisse aus dem Fragebogen lassen sich wie folgt zusammenfassen.

- Die Frage, ob Hypervideos zur Analyse von Videomaterial besser als Hypermedia genutzt werden können, bewerteten drei Studenten mit 5, acht Studenten mit 4, vier Studenten mit 3 und ein Student mit 1, vgl. Abbildung 97.

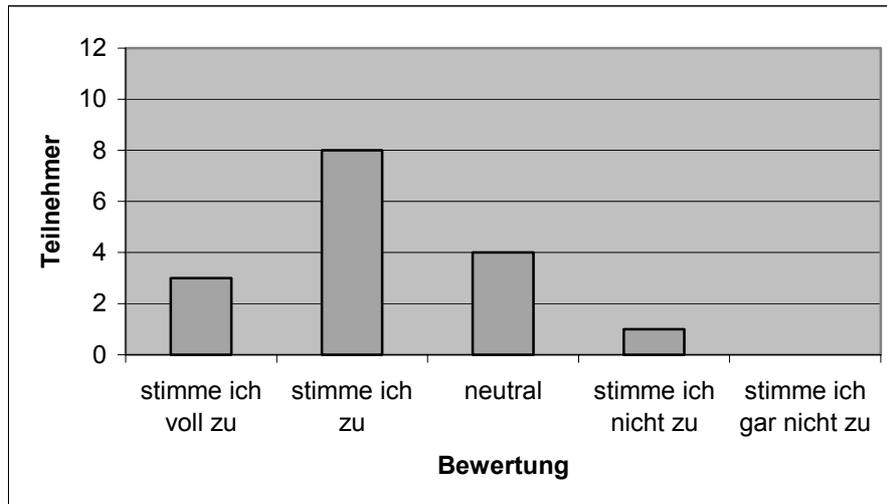


Abbildung 97: Hypervideo zur Analyse von Videomaterial

- Die Aussage „Durch die detaillierte Verknüpfung von Videoobjekten mit den Textinformationen mittels Links kann man die Inhalte der beiden Präsentationsformen (Video, Zusatzinformationen) besser aufeinander beziehen, als in herkömmlichen Hypermedia.“ bewerteten ein Student mit 5, zwölf Studenten mit 4 und drei Studenten mit 3, vgl. Abbildung 98.

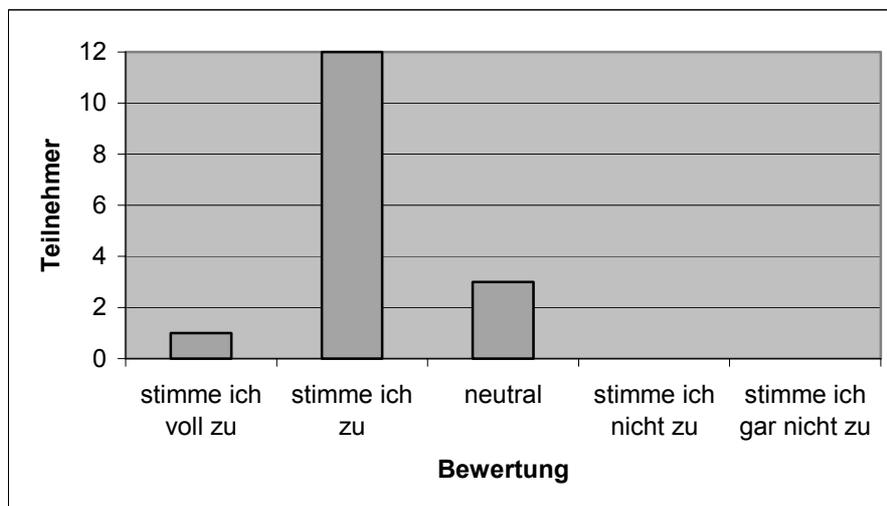


Abbildung 98: Abstimmung zwischen Videoinhalten und Informationsinhalten

- In Bezug auf die *Inhaltskompetenz* wurde die Aussage „Durch die eigene Planung und Erstellung des Hypervideos kann ich mich mit den Inhalten aktiver auseinandersetzen und sie tiefer verarbeiten, als wenn ich sie in einer fertigen Präsentation dargeboten bekomme.“ von neun Studenten mit 5, sechs Studenten mit 4 und ein Student mit 3 bewertet, vgl. Abbildung 99.

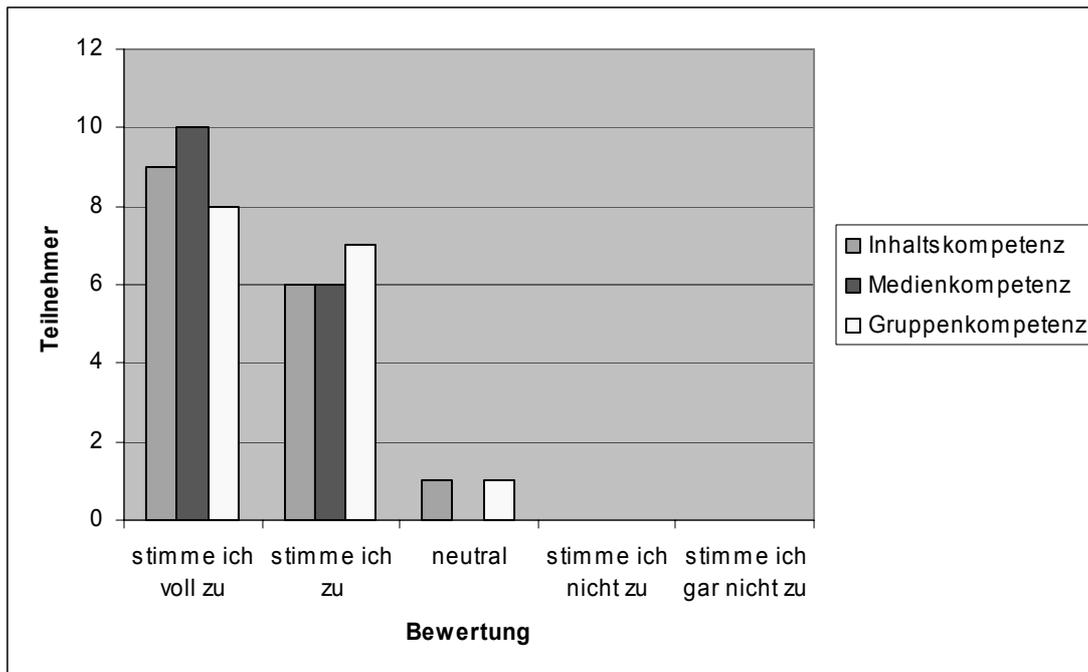


Abbildung 99: Bewertung des Wissenserwerb anhand der Kompetenzen

- In Bezug auf die *Medienkompetenz* wurde die Aussage „Durch die eigene Planung und Erstellung des Hypervideos lerne ich mehr über die Gestaltung von Lernumgebungen, als wenn ich dies nur theoretisch erarbeite bzw. anhand von fertigen Lernumgebungen diskutiere“ von zehn Studenten mit 5 und von sechs Studenten mit 4 bewertet, vgl. Abbildung 99.
- In Bezug auf die *Gruppenkompetenz* wurde die Aussage „Durch die eigene Planung und Erstellung von Hypervideos steigt meine Erfahrung in kooperativer Projektarbeit.“ Von acht Studenten mit 5, sieben Studenten mit 4 und ein Student mit 3 bewertet, vgl. Abbildung 99.
- Die Frage, ob die Integration der Präsentations- sowie Authoringkomponente innerhalb einer konsistenten Bedienungsfläche sinnvoll ist, beantworteten zwei Studenten mit 5, acht Studenten mit 4 und vier Studenten mit 3, vgl. Abbildung 100.
- Die Frage, ob es als wichtig erachtet wird neben der Informationsbearbeitung auch eine Kommunikationsmöglichkeit in Bezug auf verteilte Lernumgebungen zu haben, bewerteten acht Studenten mit 5, vier Studenten mit 4, ein Student mit 3 und ein Student mit 2, vgl. Abbildung 100.

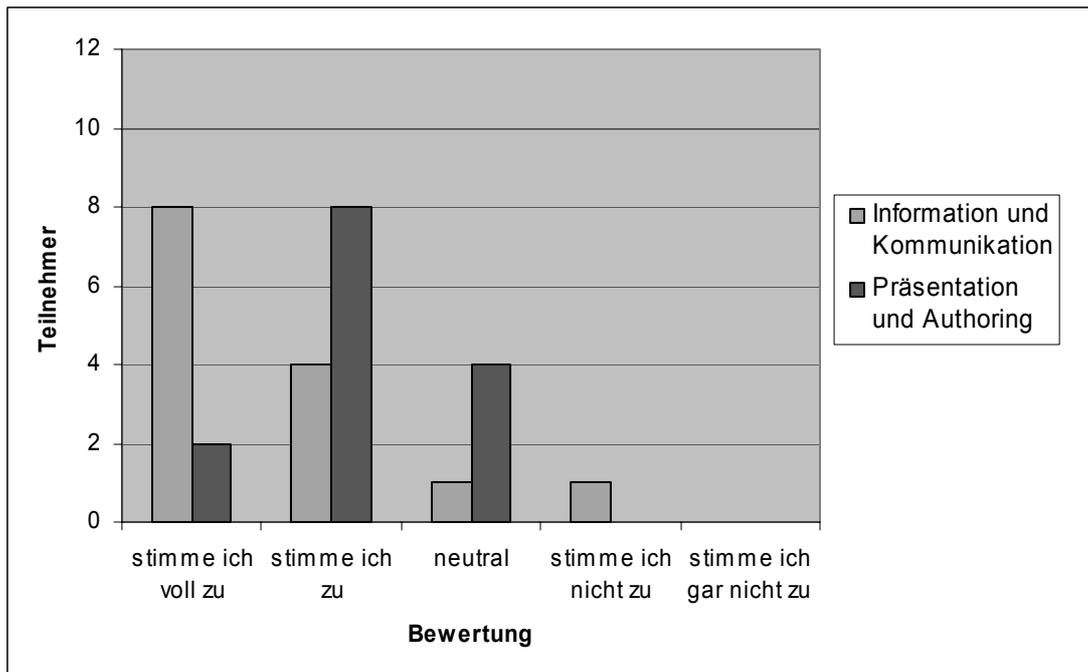


Abbildung 100: Funktionalitäten der Bedienungsfläche

- Die Aussage „Eine Information darüber, wie lange der Hypervideo-Link im Videobild noch eingeblendet/aktivierbar ist, bevor er nicht mehr zu sehen ist“ bewerteten ein Student mit 5, ein Student mit 4, zwei Studenten mit 3, neun Studenten mit 2 und drei Studenten mit 1, vgl. Abbildung 101.

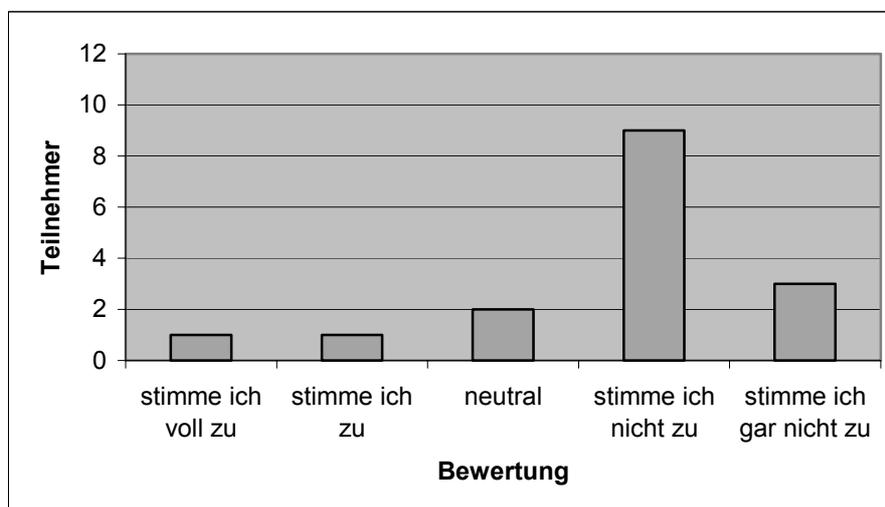


Abbildung 101: Darstellung der Verweildauer sensibler Regionen im Videobild

Der Workshop, der im Anschluss der Versuchsstudie 2b abgehalten wurde, gab den Seminarteilnehmer die Möglichkeit ihre Ergebnisse in Bezug auf die erstellten Hypervideo-Dokumente zu präsentieren und die Wahl der Gestaltung argumentativ zu begründen. Ferner wurde der Workshop zu einem Erfahrungsaustausch aller Seminarteilnehmer genutzt.

In ähnlicher Form wie bei der Studie 2a, bewerteten die Versuchsteilnehmer das Konzept der sensiblen Regionen als sehr positiv. Die Visualisierung der aktivierten sensiblen Regionen

wurde durchgehend als eine wichtige Funktion der Bedienungsoberfläche gewertet. Das lässt sich damit erklären, dass ein Nutzer durch die höhere Anzahl von sensitiven Regionen in kürzeren Videosequenzen auf eine derartige Funktion stärker angewiesen ist. Interessant war zu beobachten, dass die Voreinstellung der Farbwahl der sensitiven Regionen (im Versuch *Blau*) sowie die Wahl der aktivierten sensitiven Regionen (im Versuch *Rot*) nicht verändert wurden. Dies wurde von den Studenten mit der Analogie zu HTML-basierten Webseiten erklärt, die das gleiche Farbschema besitzen. Die Aktivierung der Visualisierung der sensitiven Regionen durch die Positionierung des Mauszeigers innerhalb der Videobildschirmfläche wurde ähnlich, wie in der Studie 2a zuvor, als sehr gute Lösung und guter Kompromiss zwischen der benötigten Kennzeichnung der sensitiven Regionen sowie der Vermeidung von ungewollten Verdeckungen bzw. Verfälschungen der Videobjekte gewertet.

Viele der Seminarteilnehmer gaben an von den Arbeiten der Vorgruppen aus der Studie 2a profitiert zu haben. Mit den bereits vorhandenen Inhalten könnten sie sich für ihre eigene Aufgabenstellung ein gutes Bild über die Domäne *Hypervideo* machen. Das Rahmenmodell zur Förderung der drei Kompetenzen wurde als positiv gewertet, da es die strukturelle Arbeit bei der Erstellung von Hypervideo-Inhalten unterstützte. Dies zeigte sich auch anhand der Inhalte. Die erstellten Hypervideo-Dokumente wiesen eine viel kürzere Videospieldauer auf und boten durch die größere Anzahl von Verweisen innerhalb der Hypervideo-Struktur den Nutzern eine qualitativ bessere Möglichkeit innerhalb des dynamischen Informationsraums flexibel zu navigieren. Dies kann damit begründet werden, dass sich die Seminarteilnehmer explizit mit der Fragestellung auseinandersetzen mussten, wie die Knoten in eine stringente Gesamtstruktur anzuordnen waren (Phase 2) und an welchen Stellen auf der Knotenebene Anker als Kopplungsstellen zwischen Knoten und Links definiert werden sollten (5 Phase). Bei der Bewertung ihres eigenen Wissenserwerbs (Skala von 5 bis 1) gaben die Seminarteilnehmer für die Inhaltskompetenz ein Mittelwert von 4,28, für die Medienkompetenz ein Mittelwert 4,71 und für die Gruppenkompetenz ein Mittelwert von 4,85 an. Ihre erstellten Inhalte bewerteten sie im Schnitt mit 1,29 (Skala von 1, *sehr gut* bis 5, *sehr schlecht*). Auch wenn dieser Wert sehr subjektiv ist, so drückt er dennoch ein Maß für die Akzeptanz der Seminarteilnehmer für das Medium Hypervideo aus. Eine weitere Gruppe, die an dem Erstellungsprozess nicht beteiligt war, bewertete die gleichen Inhalte mit 2,00. Auch wenn dies nicht als eine direkte Messung für die Qualität der Hypervideo-Inhalte gewertet werden kann, so kann es dennoch als Beweis dafür gesehen werden, dass das Ziel, die unterschiedlichen Kompetenzen der Seminarteilnehmer zu steigern, erreicht wurde.

Interessant war, dass die Seminarteilnehmer die Idee der Visualisierung, wie lange eine sensitive Region im laufenden Videobild noch aktivierbar ist, im Durchschnitt als sehr schlecht bewerteten. Eine derartige Funktion als Teil ihrer Hypervideo-Präsentation war für sie nicht vorstellbar, da sie bei der Generierung der sensitiven Region darauf geachtet hatten, Videobjekte lange genug im Videobild zu haben.

Die Systemzuverlässigkeit konnte ausgehend von der Studie 2a nochmals gesteigert werden. So kam es während des gesamten Versuchsablaufs zu keinem Zeitpunkt zu Systemabstürzen. Auch die Integration der kompletten Authoringfunktionalität als fester Bestandteil des Bedienungskonzepts zeichnete sich durch eine zuverlässige Systemstabilität aus.

7.2.5 Diskussion

Die Ergebnisse der zwei Feldversuchsstudien 2a und 2b waren sehr positiv. Auch wenn die Anzahl der Versuchsteilnehmer nur eine eingeschränkte Aussagefähigkeit in Bezug auf die kooperative Hypervideo-Umgebung zulassen, so können dennoch wertvolle Rückschlüsse auf

die entwickelte Systemumgebung gezogen werden. Die Aussagen der Seminarteilnehmer sind insofern als sehr wertvoll einzustufen, da sie sich jeweils über ein gesamtes Studiensemester mit der Umgebung auseinandergesetzt haben.

Abgesehen von der Generierung der sensitiven Regionen mittels des stand-alone Programms MOVieEditor in der Studie 2a, konnte der gesamten Systemumgebung eine äußerst gute Zuverlässigkeit bestätigt werden. Dies gilt für die clientseitigen Komponenten sowie für die serverseitigen Komponenten während des gesamten Versuchszeitraums der beiden Studienseminare. Kleinere Probleme, die am Anfang der Studie 2a auftraten und sich üblicherweise erst in einem realen Anwendungsszenario zeigen, konnten behoben werden. Auf Grund der Erfahrungsberichte der Teilnehmer wurde die Integration der Funktionalität zur Generierung von sensitiven Regionen innerhalb der webbasierten Bedienungsfläche eine hohe Priorität zugeordnet. Zu Beginn der Studie 2b wurde diese Integration fertiggestellt, so dass alle benötigten Funktionalitäten zur Erstellung und Präsentation der Hypervideo-Inhalte innerhalb der webbasierten Bedienungsfläche integriert waren.

Ein wichtiges Ergebnis der Feldversuchsstudie war die positive Bewertung des Konzepts der dynamischen Visualisierung der sensitiven Regionen durch die Teilnehmer. Das Konzept konnte innerhalb des eingeschränkten Rahmens als sehr positiv validiert werden. Sicherlich sind weitere Studien notwendig, um einerseits die erzielten Ergebnisse zu bestätigen und andererseits den Stand des gegenwärtigen Konzepts weiter zu optimieren. So stellt sich beispielsweise die Frage, inwieweit sich dieses Konzept auf andere Endgerätetypen, wie TV-Geräte, anwendergerecht abbilden lässt.

Viele der Ergebnisse aus der im Abschnitt 7.1 vorgestellten Studie zum Design und zum Wissenserwerb von Hypervideo-Inhalten lassen sich in diesen zwei Studien wiederfinden. So lässt sich aus der Erhebung der Fragebogen erkennen, dass die Profile der Teilnehmer am nächsten denen der Nutzer aus der Studie 1a kamen. Der bereits prognostizierte Rollentausch von Anwendern der Hypervideo-Umgebung zwischen dem Autor und dem Nutzer konnte in dieser Studie belegt werden. Die Studenten gaben an, durch die Umgebung und die damit angebotenen Funktionalitäten nicht überfordert gewesen zu sein und die generelle Funktionsweise zur Hypervideo-Gestaltung und Präsentation in kürzester Zeit nachvollziehbar verstanden zu haben. Bei der Studie 2a war es interessant zu beobachten, dass die Gruppen nach der Zuteilung der Aufgaben die Strategie verfolgten Teilaufgaben durch kleinere Gruppen bearbeiten zu lassen. Auf Grund des fünfstufigen Rahmenmodells bei der Studie 2b wurde diese Möglichkeit unterbunden.

Interessant war auch das Ergebnis der ersten Versuchsstudie bzgl. der Visualisierung der Hypervideo-Struktur, die nach Meinung des Autors, eigentlich hätte besser ausfallen sollen. Die geringe Verwendung dieser Funktionalität kann unterschiedlich begründet werden. Erstens waren die erstellten Hypervideo-Strukturen nicht sehr komplex, so dass eine Orientierung bzgl. der Navigation mittels des Schiebereglers im Videofenster häufiger genutzt wurde, um zu verschiedenen sensitiven Regionen im Video zu gelangen und dadurch auf die verknüpften Zusatzinformationen zu zugreifen. Auf Grund der geringen Komplexität lässt sich weiter schlussfolgern, dass das lost-in-space Syndrom eher selten auftrat und somit eine Orientierungshilfe weitaus seltener benötigt wurde. Zweitens wurde durch den Workshop festgestellt, dass einige Studenten die schlussendliche Version des erstellten Hypervideo-Dokuments ihrer Gruppe zum ersten Mal in Augenschein nahmen. Diese Teilnehmer waren innerhalb der Aufgabenzuteilung der Gruppe nicht mit der Verknüpfung der Videobjekte und den dafür bestimmten Zusatzinformationen beauftragt gewesen und hatten die interaktive Präsentationsumgebung eher rudimentär während der Projektlaufzeit genutzt. Da ihre Aufgaben nicht die Verwendung der Visualisierung der Hyperstruktur betrafen, besaßen sie somit auch nur eine geringe Erfahrung bzgl. dieser Funktionalität, was zu einer ungenauen Einschätzung der Vorzüge dieser Funktion führen könnte. Ein dritter Grund für die geringe Verwendung der Visualisierung der Hypervideo-Struktur könnte aber auch das

Bedienungskonzept selbst sein. Wie im Abschnitt 5.2.5.2 detailliert beschrieben, sieht das Bedienungskonzept vor, dass nach der Aktivierung eines extratextuellen Links in der Hyperstruktursicht die Zusatzinformation dargestellt und an die Stelle der Videosequenz gesprungen wird, an der das Videobjekt sichtbar ist. Zudem sollte das Videobjekt speziell gekennzeichnet werden, damit es sich von den anderen Annotationen graphisch unterscheiden lässt. Während der Versuchsdurchführung in der Studie 2a bot die Umgebung nur die Option die Zusatzinformationen aus der Linktabelle zu aktivieren. Die gleichzeitige Darstellung des aktiven Videobjektes konnte erst zu Beginn der zweiten Versuchsstudie fertiggestellt werden. Die Teilnehmer der zweiten Versuchsstudie gaben hierzu an, speziell bei der Überprüfung ihrer Hypervideo-Dokumente den gesonderten Navigationsbereich stark verwendet zu haben. Die explizite Kennzeichnung einer aktivierten sensitiven Region in der Videosicht, sowie die spezielle Markierung als Teil der Offenlegung der Hypervideo-Struktur (Hyperstruktursicht) wurde dabei als sehr wichtig für die Orientierung innerhalb der Bedienungs Oberfläche beschrieben.

Zum Schluss soll nochmals auf die überaus positive Resonanz der Teilnehmer nach der Beendigung des Seminars eingegangen werden. Alle Teilnehmer zeigten sich äußerst zufrieden mit ihren erzielten Ergebnissen. Dieser Eindruck kam speziell bei der Präsentation der jeweiligen Gruppenergebnisse zum Ausdruck. Die zum Teil sehr kritischen Fragen zu der Wahl unterschiedlicher Gestaltungsprinzipien konnten jede der beiden Gruppen argumentativ belegen und zeigten anhand ihrer Aussagen, dass das Storyboards ein wichtiges Instrument bei dem Entwurf der Hypervideo-Dokumente gewesen war.

7.3 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden vier Teilstudien zur Validierung des Konzepts der kooperativen Hypervideo-Umgebung vorgestellt. Die Studien zeigen Ergebnisse, die eine Bestätigung der in dieser Arbeit entwickelten Konzepte liefert. Auch wenn die Aussagekraft der vier Teilstudien in Bezug auf die Teilnehmerzahl keine allgemeine Gültigkeit zulässt, so können dennoch wichtige Erkenntnisse aus den Ergebnissen für das Konzept abgeleitet werden. Durch die empirischen Untersuchungen konnten unterschiedliche Belege für die theoretisch hergeleiteten Anforderungen aus dem Kapitel 3 und den zur Erfüllung dieser Anforderungen entwickelten Konzepte gefunden werden. Das Kapitel der Validierung bildet somit den Abschluss für den gesamten Entwicklungsprozess der in dieser Arbeit adressierten Forschungsthematik.

Die erste Studie (1a, 1b) lieferte Belege für die generelle Verwendbarkeit sowie Nutzung von Hypervideo-Inhalten im Bereich des Wissenserwerbs. Die erzielten Ergebnisse bzgl. genereller Gestaltungsprinzipien von Hypervideo-Inhalten bilden ein Stück Pionierarbeit, die es in dieser Form zuvor noch nicht gegeben hat. So war das Ergebnis der Nutzung von implizierten und explizierten Hypervideo-Links eine wichtige Erkenntnis in der Entwicklung einer Lösung zum lost-in-space Syndrom. Weiterhin war die Schlussfolgerung, dass Anwender prinzipiell einen Rollentausch zwischen Autor und Nutzer der Hypervideo-Inhalte vollziehen können, eine wichtige Aussage im Hinblick auf die kooperative Nutzbarkeit von Hypervideo-Inhalten insbesondere für verteilte Szenarien.

Die zweite Studie (2a, 2b) war im Vergleich zur ersten auf die kooperative Nutzbarkeit ausgelegt. Sie sollte unter anderem die Schlussfolgerungen der ersten Studien evaluieren. Generell zeigte die zweite Studie, dass die kooperative Nutzbarkeit der Hypervideo-Umgebung ein großes Potential beinhaltet. Die Seminarteilnehmer der Studien 2a und 2b erreichten das vorgegebene Ziel und erstellten in enger Zusammenarbeit Hypervideo-Inhalte, die aus der Sicht der ersten Studie starke Übereinstimmungen hinsichtlich der gewählten

Gestaltungsprinzipien besaßen. Das verwendete Rahmenmodell der Studie 2b zeigte, dass die Qualität der Ergebnisse signifikant durch eine definierte Vorgehensweise gesteigert wird.

Die Studien 2a und 2b konnten weiterhin positive Aussagen über das dynamische Visualisierungskonzept sowie die Bedienbarkeit und die Systemzuverlässigkeit der Systemumgebung wiedergeben. Auf Grund der Dauer der Studien 2a und 2b über jeweils ein Studiensemester in einem realen Anwendungsszenario wurden viele kleine systemspezifische Unstimmigkeiten erkannt und behoben, was sich im Weiteren positiv auf die Bedienbarkeit, das Interaktionsmodell und die Systemzuverlässigkeit auswirkte.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Gegenwärtige Hypervideo-Systeme unterstützen nur die interaktive Präsentation. Die Erzeugung von eigenen Video-Annotationen während der interaktiven Präsentation ist nicht möglich. Vorhandene Hypervideo-Systeme adressieren vorrangig den individuellen Wissenserwerb. Ein kooperativer Wissenserwerb in einem verteilten Szenario ist mit den gegenwärtigen Systemrealisierungen nicht möglich.

Das Anliegen dieser Arbeit formuliert die Fragestellung, wie die Unterstützung eines kooperativen Wissenserwerbsszenarios innerhalb verteilten Gruppen bzgl. der Verwendung von Hypervideo-Inhalten zu gestalten ist. Hypervideo-Inhalte werden diesbezüglich verwendet, damit Teilnehmer einer Gruppe über die Erzeugung von Annotationen im Videobild sowohl Informationen untereinander austauschen und aufnehmen können als auch Dialoge miteinander führen können.

Der Lösungsansatz zur Beantwortung der Fragestellung dieser Arbeit lässt sich in die Bereiche Referenzarchitektur, Datenmodellierung und Bedienungskonzepte aufteilen. Die Bildung des Lösungsansatzes aus der anwendermotivierten Perspektive basiert dabei auf der Minimierung der kognitiven Belastung, damit die vorhandenen kognitiven Ressourcen effektiv für kooperativen Wissenserwerb verwendet werden können.

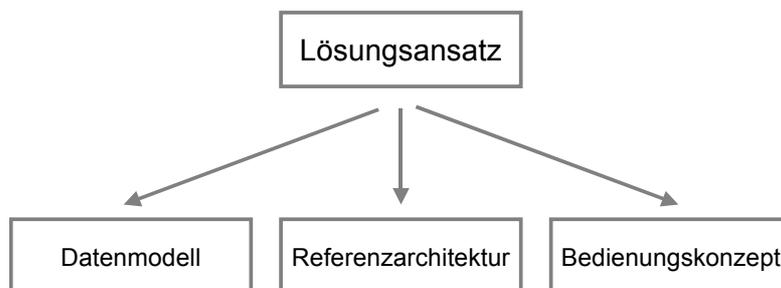


Abbildung 102: Adressierte Bereiche des Lösungsansatzes

Kurzbeschreibung des Lösungsansatzes:

- *Datenmodell:* Das Konzept des Datenmodells beinhaltet das gesamte Organisationsschema eines Hypervideos und ist explizit auf die Anforderungen eines kooperativen Wissenserwerbs innerhalb eines verteilten Szenarios zugeschnitten. Damit werden insbesondere Struktur und Inhalte innerhalb des dynamischen Informationsraums kohärent beschrieben.
- *Referenzarchitektur:* Auf der Basis des Datenmodells bietet die Referenzarchitektur eine logische Sichtweise auf alle benötigten Aufgabenbereiche einer kooperativen Hypervideo-Umgebung. Die Referenzarchitektur ist unabhängig von der zugrunde liegenden Hard- und Software Architektur.
- *Bedienungskonzept:* Das Datenmodell sowie die Referenzarchitektur beinhalten Konzepte, die für den Anwender einer kooperativen Hypervideo-Umgebung einen transparenten Charakter besitzen, da er sie nicht direkt wahrnimmt. Das Bedienungskonzept bezieht sich auf die Mensch-Maschinen-Schnittstelle. Es ist aus der Sicht des Anwenders verantwortlich für das Darstellungskonzept der Inhalte sowie für das Interaktionsmodell zur Kommunikation mit der System-Umgebung.

Im Folgenden wird auf die geleisteten Arbeiten und die damit verbundenen Ergebnisse detailliert eingegangen.

8.1 Datenmodell

Die Betrachtung und die Analyse existierender System-Umgebungen ergaben, dass verwendbare Datenmodelle zur Definition von kooperativen Hypervideo-Inhalten fehlen. Dies liegt zum großen Teil an der primären Präsentationsausrichtung der vorhandenen Systeme und den damit verbundenen Fokus auf den Wissenserwerb des einzelnen Nutzers. Die betrachteten Systeme, die ein kooperatives Szenario unterstützen, bieten keine Möglichkeit der Annotation von Objekten in Videosequenzen.

Das Datenmodell trennt die Inhalte von der Struktur eines Hypervideo-Dokuments. Dadurch wird die Offenlegung der Hypervideo-Struktur und somit die effektive Realisierung der Navigation ermöglicht. Außerdem können die erzeugten Video-Annotationen vom Format des verwendeten Videoinhaltes unabhängig bleiben, da sie einen Teil der Struktur bilden. Das Konzept der Datenhaltung als einen Bestandteil des Datenmodells leistet die Unterteilung von Inhalten des dynamischen Informationsraums in die Kategorien annotierbare Videoinhalte, Zusatzinformationen und Kommunikationsbeiträge ermöglicht diese separat von einander innerhalb der Datenhaltung zu halten. Neben der Trennung der Inhalte wird auch die Hypervideo-Struktur in die Kategorien Knoten, Link und Anker gegliedert und separat gespeichert.

Jedes der drei Elemente Knoten, Link und Anker wird einer eigenen Metadatenbeschreibung zugeordnet. Der Gewinn liegt in der gezielten bzw. semantischen Suche von Inhalten aus dem dynamischen Informationsraum. Semantische Inhaltsbeschreibungen bieten die Möglichkeit aus komplexen Hypervideo-Strukturen Suchanfragen auf der Basis der Bedeutung der Inhalte zu formulieren. Die Modellierung der sensitiven Regionen in Bezug auf die Darstellungsaspekte sowie die Interaktionsaspekte erfüllt die Anforderung zur Minimierung der kognitiven Belastung des Nutzers. Durch die Verwendung multipler Verweisformen kann eine sensitive Region mit mehr als nur einer Zusatzinformation verknüpft werden. Jeder Gruppenteilnehmer kann eigene Zusatzinformationen mit einer vorhandenen sensitiven Region verknüpfen. Das gesamte Datenmodell wurde durch eine formale Definition mittels der Graphentheorie beschrieben. Dadurch ist die Entwicklung in einem überschaubaren Format zusammengefasst, das die Umsetzung des Datenmodells in einem realen Anwendungsszenario unterstützt.

8.2 Referenzarchitektur

Durch die Bildung einer Referenzarchitektur wird die Bereitstellung einer logischen Sicht auf eine kooperative Hypervideo-Umgebung aus einer nicht-technisch motivierten Perspektive ermöglicht. Die vorgeschlagene Referenzarchitektur beinhaltet alle Funktionen, die für die Erfüllung der Anforderung, wie beispielsweise die zentralisierte Datenhaltung und die Erzeugung von Video-Annotationen durch die Nutzer, benötigt wird. Durch die Kapselung der Funktionen in Komponenten werden jetzt zusammenhängende Aufgabenbereiche gebildet. Die Definition der Schnittstellen ist notwendig, um die Interoperabilität zwischen Komponenten zu gewährleisten. Dadurch können verschiedene Komponenten zur Bearbeitung von Systemereignissen dynamisch und flexibel eingesetzt werden.

Die Referenzarchitektur bildet die Aufgabenbereiche auf sieben Komponenten ab. Die vorgeschlagene Definition einer kooperativen Hypervideo-Umgebung zeigt sich vollständig in der erstellten Referenzarchitektur. Die Validierung der Referenzarchitektur wurde mit der Realisierung einer konkreten Systemarchitektur nachgewiesen. Die Systemarchitektur ist innerhalb einer Web-Umgebung integriert und nutzt zur Anforderung der Verbreitung der Inhalte aus dem dynamischen Informationsraum das Internet.

8.3 Bedienungskonzept

Das Bedienungskonzept trifft Aussagen über die Gestaltung der Mensch-Maschinen-Schnittstelle. Die betrachteten Bedienungskonzepte aus der Analyse existierender Systeme zeigten zum Teil große Mängel für die Verwendung innerhalb eines kooperativen Wissensszenarios. So können beispielsweise die Konzepte zur Visualisierung der sensitiven Regionen oder zur Verhinderung der Desorientierung mit der Zielsetzung der Minimierung der kognitiven Belastung für nur unzureichend bewertet werden.

Vorrangig teilt sich das Bedienungskonzept in das Interaktionsmodell und die Darstellungsmodellierung und somit in die Visualisierung der Inhalte aus dem dynamischen Informationsraum auf. Das Interaktionsmodell beschreibt die Umsetzung der Nutzerinteraktionen in Systemereignisse und beschreibt dazu die Systemereignisklassen *Videosteuerung*, *Verweisauswahl*, *semantische Suchanfragen*, *Generierung sensitiver Regionen*, *Definition Hypervideo-Links* und *Dialogführung*. Die Verarbeitung dieser Systemereignisse, die durch die Definition der Referenzarchitektur über mehrere Komponenten gemeinsam bearbeitet werden können, führt zur Veränderung der Darstellung der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Die sich ständig verändernde Darstellung der Inhalte auf Basis der Nutzerinteraktion wird durch ein Sichtenmodell modelliert. Damit werden die Ausgaben der Komponenten durch die Bearbeitung der Nutzerereignisse auf die dafür vorgesehenen Sichten übergeben.

Das Bedienungskonzept wurde während der zwei durchgeführten Feldversuchsreihen evaluiert. Die Ergebnisse dieser Evaluierungsstudie erbringen den Beleg des Konzepts. Die intuitive Bedienbarkeit der Mensch-Maschine-Schnittstelle fand dabei eine große positive Resonanz bei den ausgewählten Testpersonen. Bewährt haben sich die Präsentationsaspekte als auch die Autorenaspekte der kooperativen Hypervideo-Umgebung.

8.4 Bewertung und Ausblick

Auf der Basis der erfolgreichen Realisierung einer konkreten Systemapplikation und einer durchgeführten Validierung mit zwei Feldversuchsstudien ist der Nachweis erbracht, dass Video-Annotationen in Verbindung mit der Hypervideo-Technologie ein hohes Potential für die Verwendung nicht-linearer Informationsinhalte innerhalb kooperativer verteilter Szenarien zur Wissensbildung besitzt.

Weitere Forschungsaktivitäten sind vor allem im Bereich von *Design-Guide-Lines* zur Bestimmung der Gestaltungsparameter notwendig, um eine optimierte Aufbereitung der Inhalte zur Unterstützung des Wissenserwerbs zu erzielen. Hierzu liegen erste Ergebnisse vor (vgl. [Zahn03]), die einen Ausgangspunkt für weitere Forschungen liefern. Weitere Anstrengung bedarf es im Bereich der Visualisierung sensitiver Regionen. Das in dieser Arbeit beschriebene Konzept der Visualisierung und die damit verbundene Usability-Studie kann als ein wichtiger Beitrag angesehen werden. Eine Erweiterung dieses Konzeptes könnte neue Erkenntnisse der Gestaltung sensitiver Regionen bringen, die zur Erfüllung der Anforderung bzgl. der Kennzeichnung von sensitiven Regionen in Verbindung mit einer unverfälschten Videodarstellung liefern. Als letzter Punkt ist hier die semantische Indizierung eines Hypervideo-Dokuments genannt. Der Ansatz der semantischen Suchanfrage ist in dieser Arbeit bzgl. der Fragestellung aufgegriffen worden. Die Bildung einer Ontologie für Hypervideo-Dokumente könnte die hier gewonnenen Ergebnisse in ihrer Verwendbarkeit verstärken.

9 Literaturverzeichnis

- [AtSh68] Atkinson, R., C.; Shiffrin, R., M.: Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 2, pp. 89-195). New York: Academic Press.
- [Badd02] Baddeley, A. D.: *Is Working Memory Still Working?*, *European Psychologist*, 7, Europe, 2002.
- [BaGr01] Bargeron, D., Grudin, J.: *As Computer Users Grow More Savvy: Experiences with a Multimedia Tool*, Microsoft Technical Report MSR-TR-2001-90, October, 2001.
- [BCGP92] Berners-Lee T., Cailliau R., Groff J-F, Pollermann B.: "World-Wide Web: The Information Universe", *Electronic Networking: Research, Applications, and Policy*, 2(1): 52--58, Spring 1992.
- [BDCA00] Bove, M., Dakss, J., Agamanolis, S., Chalom, E.: *Hyperlinked television research at the MIT Media Laboratory*, *IBM System Journal*, Vol. 39, 2000.
- [BeAn87] Beeman, W., O., Anderson, K., T.: *Hypertext and pluralism: from lineal to non-linear thinking*, *Proceeding of the ACM Hypertext 87 conference*, USA, 1987.
- [Beny01] Benyon, D.: *The new HCI? navigation of information space*. *Knowl.-Based Syst.* 14(8): 425-430, 2001.
- [BGEK00] Borusan, A., Große-Rhode, M., Ehrig, H., Kutsche, R.-D., Mann, S: *Kontinuierliches Engineering: Grundlegende Terminologie und Basiskonzepte*. Internal report of the project "Continuous Software Engineering", January 2000.
- [BGGS01] Bargeron, D., Gupta, A., Grudin, J., Sanocki, E., and Li, F.: *Asynchronous collaboration around multimedia and its application to on-demand training*. *Proc. HICSS-34 Conference*, 2001.
- [BHJT99] Baker, M. Hansen, T., Joiner, R. & Traum, D.: *The Role of Grounding in Collaborative Learning Tasks*. In: P. Dillenbourg (Ed.) *Collaborative Learning – Cognitive and Computational Approaches* (pp.31-63). Amsterdam, Lausanne, New York, Oxford, Shannon, Singapore, Tokyo: Pergamon, 1999.
- [Blum98] Blumstengel, A.: *Entwicklung hypermedialer Lernsysteme*. Dissertation. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin, 1998.
- [Brau03] Braun, N.: *Nonlinear Storytelling: Programmierter, interaktiver Narrationsansatz für kontinuierliche Medien*, Dissertation, Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Informatik, 2003.
- [Brem00] Bremer, Claudia *Forschend und handelnd im Netz: Instrumente für aktives, kooperatives Lernen in virtuellen Lernumgebungen*, Handbuch Hochschullehre, Juli 2000.

- [BrFi00] Braun, N., Finke, M.: Interaction of Video on Demand Systems with Humanlike Avatars and Hypermedia, International Workshop on Interactive Distributed Multimedia Systems, Enschede, Netherlands, 2000.
- [BrPS00] Bray, T., Paoli, J., Sperberg-McQueen, C., M.: Extensible markup language (XML) 1.0 (second edition), W3C Recommendation REC-xml-20001006, World Wide Web Consortium (W3C), Oct. 2000.
- [BrSc87] Bereiter, C. & Scardamalia, M. (1987): The psychology of written composition. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1987.
- [Bues94] Bues, M.: Offene Systeme, Berlin, Heidelberg: Springer, 1994.
- [Bult01] Bulterman, D.: SMIL 2.0 Part 1: Overview, Concepts, and Structure, IEEE Multimedia, vol.8, no.4, pp. 82-88, 2001.
- [Bult02] Bulterman, D.: SMIL 2.0 Part 2: Examples and Comparisons, IEEE Multimedia, vol.9, no.1, pp. 74-84, 2002.
- [Bush45] Bush, V.: As we may think. The Atlantic Monthly 176, 101-108, USA, 1945.
- [CaGu03] Calisir, F. & Gurel, Z.: Influence of text structure and prior knowledge of the learner on reading comprehension, browsing, and perceived control. Computers in Human Behavior, 135-145, 2003.
- [Cava91] Cavalier, R. J. (1991). The multiple dimensions of interactive video. In: Dowrick, P. W. Practical guide to using video in the behavioral sciences. New York: John Wiley & Sons, 143-152.
- [CeCS96] Cerpa, N., Chandler P., Sweller, J.: Some conditions under which integrated computerbased training software can facilitate learning. Journal of Educational Computing Research, 1996.
- [ChBG98] Chambel, T., Bidarra de Almeida, J., Guimarães, N., "Multimedia Artifacts That Help Us Learn: Perspectives of the UNIBASE Project on Distance Learning", Workshop on Multimedia and Educational Practice, ACM Multimedia'98, Bristol, UK, September 1998.
- [ChCG99] Chambel, T., Correia, N., Guimarães, N. "Towards Hypervideo on the Web", Proceedings of IMSA'99, Third IASTED International Conference on Internet and Multimedia Systems and Applications, Nassau, Grand Bahamas, October 1999.
- [ChFM04] Chen, S., Y., Fan, J.-P., Macredie, R., D.: Navigation in hypermedia learning systems: experts vs. novices, in Computers in Human Behavior, Elsevier Verlag, 2004.
- [ChRa96] Chen, C.; Rada, R.: Interacting with Hypertext: A Meta-Analysis of Experimental Studies. Human-Computer Interaction. Vol. 11. Hillsdale NJ: 1996.
- [ClCr92] Clark, R., Craig, T.G.: Research and Theory on Multi-Media Learning Effects. in: Giardina, M. (Hrsg.): Interactive Multimedia Learning Environments: Human Factors, Technical Considerations on Design Issues; S.

-
- 19-30; NATO ASI Series, Series F, Computer and Systems Sciences, vol. 93; Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg, New York, London; 1992.
- [Conk87] Conklin, J.: Hypertext - An Introduction and Survey. IEEE Computer, 20(9). Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 1987.
- [CrSS95] Creamer, J., Stegman, M., O., Signore, R., P.: The ODBC Solution: Open Database Connectivity in Distributed Environments. McGraw-Hill, 1995.
- [CuDK93] Cunningham, D. J., Duffy, T. M., Knuth, R. A.: The textbook of the future. Hypertext, a psychologic perspective, pp. 19-49. Ellis Horwood Limited, 1993.
- [DBAC98] Dakss, J., Bove, M., Chalom, E.: Hyperlinked Video, MIT Media Laboratory, 1998.
- [DeRo89] DeRose, S., J.: Expanding the Notion of Links, Proceedings of the second annual ACM conference on Hypertext, United States, 1989.
- [DiGa98] Dillon, A., Gabbard, R.: Hypermedia as an educational technology: A review of the quantitative research literature on learner comprehension, control and style, Review of Educational Research, 1998.
- [Dill02] Dillon, A.: Writing as Design: Hypermedia and the Shape of Information Space, in: R. Bromme, & E. Stahl, Writing Hypertext and Learning: Conceptual and Empirical Approaches. Oxford: Elsevier Science, 2002.
- [DoFa85] Doignon, J.-P., Falmagne, J.-C.: Spaces for the assessment of knowledge, International Journal of Man-Machine Studies, 23, 175-196, 1985.
- [DuKu92] Duffy, T, Knuth, R.: Hypermedia and instruction: where is the match? In D. Jonassen & H. Mandl (Eds.) Designing Hypermedia for Learning . Heidelberg, FRG: Springer Verlag, 1992.
- [Edel96] Edelmann, W.; Lernpsychologie. Weinheim, Beltz Verlag, 1996.
- [Enca99] Encarnação, J., L.: Challenges and Frontiers of Computer Graphics : A Vision for an Applied Research Agenda. In: European Commission u.a.: Research Frontiers in Virtual Environments and Human-Centered Computing. Bonas, 1999.
- [EnGS02] Encarnação, J., L., Guddat, H., Schnaider, M.: Die Hochschule auf dem Weg ins E-Learning-Zeitalter. In: Bentlage, Ulrike (Hrsg.) u.a.: E-Learning : Märkte, Geschäftsmodelle, Perspektiven. Gütersloh : Bertelsmann Stiftung, S. 21-55, 2002.
- [EnHo02] Encarnação, J., L., Hornung, C.: E-Learning und Knowledge Management. In: Sommerlatte, Tom (Hrsg.): Angewandte Systemforschung : Ein interdisziplinärer Ansatz. Wiesbaden : Gabler, S. 209-249, 2002.
- [Enge88] Engelbart, D.: The augmented knowledge workshop. In A History of Personal Workstations, A. Goldberg, Ed. Addison Wesley, 1988.
-

- [Eule92] Euler, D.: Didaktik des Computerunterstützten Lernens, Praktische Gestaltung und theoretische Grundlagen, Band 3 der Reihe "Multimediales Lernen in der Berufsbildung", Nürnberg, S. 90, 1992.
- [FaMo01] Farrell, I., H., Moore, D., M.: The effect of navigation tool on learner's achievement and attitude in a hypermedia environment, Journal of Educational Technology Systems, 29(2), P 169-181, 2001.
- [FBJW01] Finke, M., Balfanz D., Jung C., Wichert, R.: An interactive Video System supporting E-Commerce Product Placement, Multimedia, Internet, Video Technologies 2001 (MIV 2001), Malta, September 1-6, 2001.
- [Fiel94] Fielding, R.: Maintaining Distributed Hypertext Infrastructures: Welcome to MOMspider's Web, 1994 [http://www.ics.uci.edu/pub/websoft/MOMspider/WWW94/paper_A4.ps, Stand: Juni 2005].
- [FiBa04] Finke, M., Balfanz, D.: A reference architecture supporting hypervideo content for ITV and the Internet domain. Computers and Graphics, vol.28, no.2, pp.179—191, 2004.
- [FiGT03] Finke, M., Grimm, M., Tazari, M-R.: Design Principles for a Collaborative Hypervideo User Interface Concept in Mobile Environments. In: Jacko, Julie A. (Ed.) u.a.: HCI International 2003. Proceedings of the 10th International Conference on Human-Computer Interaction. Volume 2 : Theory and Practice, Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum, pp. 53-55, 2003.
- [Fink00] Finke, M.: An Architecture of a Personalized Dynamic Interactive Video System, Digital Content Creation Conference, Bradford, Britain, 2000.
- [Fink02] Finke, M.: Interactive Video Supporting CSCL Environments, World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education (E-Learn 2002), Canada, Montreal, 2002.
- [FiWB01] Finke, M., Balfanz D., Wichert, R.: markerbasierte Videohyperlinks in interaktiven Live-Übertragungen, Dortmund, Fernseh- und Kinotechnische Gesellschaft (FKTG) - Tagung, Dortmund, Deutschland, 2001.
- [FiZa03] Finke, M., Zahn, C.: Collaborative knowledge building based on hypervideo, Computer Support for Collaborative Learning 2003, Computer Support for Collaborative Learning 2003, Bergen, Norway, June 14-18, 2003.
- [Frei97] Freisler, S.: Objekt-orientierte Konzepte für die Hypertext-Produktion. In K. Eickenmeyer (Hrsg.), Technische Information in elektronischen Medien: Der aktuelle Stand der Diskussion, zusammengestellt anlässlich der Fachtagung T.I.E.M. '97. Lübeck: Verlag Schmidt-Römhild, 1997.
- [FrBe04] Fronk, A., Berghammer, R.: Considering Design Problems in OO-Software Engineering with Relations and Relation-based Tools. Journal on Relational Methods in Computer Science (JoRMiCS), Vol 1, 73-92, Dezember 2004.
- [Gerf99] Gerfelder, N.: Internet Interactive Broadcasting (IIB), Computer Graphik topics 1/1999, Vol. 01, 1999.
- [Gerd97] Gerdes, H.: Lernen mit Text und Hypertext. Lengerich: Pabst, 1997.

-
- [GWSB04] Girgensohn, A., Wilcox, L., Shipman, F., Bly, S.: Designing affordances for the navigation of detail-on-demand hypervideo, Proceedings of the working conference on advanced visual interfaces, p. 290-297, 2004.
- [GJSB00] Gosling, J., Joy, B., Steele, G., Bracha, G.: The Java Language Specification, Second Edition. Addison-Wesley 2000.
- [Gloo97] Gloor, P. Elements of Hypermedia Design. Birkh. auser, 1997.
- [GoTa99] Gordon, R., Talley, S.: Essential JMF: Java Media Framework, Prentice Hall, Englewood Cliffs NJ, 1999.
- [GrBS97] Groenbaek, K., Bouvin, N., O., Sloth, L.: Designing Dexter-based Hypermedia Services for the World Wide Web, Hypertext '97, Southampton UK (ACM), 1997.
- [GrTr99] Groenbaek, K., Trigg, R. H.: From Web to Workplace: Designing Open Hypermedia Systems. The MIT Press, 1999.
- [GuCB00] Guimarães, N., Chambel, T., & Bidarra, J.: From cognitive maps to hypervideo: Supporting flexible and rich learner-centred environments. Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning, 2 (2), 2000.
- [GuPS95] Gutknecht, B., Pfläging, P., Swoboda, R.: Leitfaden zur Ausschreibung offener EDV-Systeme nach den Richtlinien der Europäischen Union, Wien: Eigenverlag: Unabhängiges Forum für offene Systeme, 1995.
- [Haac02] Haack, J.: Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia. In: Issing / Klimsa 2002.
- [HaMe02] Harold, E., R., Means, W., S.: XML in a Nutshell. 2. O'Reilly, 2002.
- [HaSc94] Halasz, F., Schwartz, M.: The Dexter Hypertext Reference Model, CACM 37(2), 1994.
- [Hase95] Hasebrook, J.P.: Lernen mit Multimedia. in: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie; 9 (2), S. 95-193, Verlag Hans Huber, Bern, 1995.
- [HeGH02] Hesse, F.W., Garsoffky, B., Hron, A.: Interface-Design für computerunterstütztes cooperatives Lernen. Information und Lernen mit Multimedia. 2. Aufl. Beltz-Verlag. 253-266, 2002.
- [HöDa] Höök, K. & Dahlbäck, N.: Designing navigational aids for individuals. In CHI97 Workshop on Navigation in Electronic Worlds, 1997.
- [HoEn99] Hoadley, C., Enyedy N.: Between Information and Communication: Middle Spaces in Computer Media for Learning. Proceedings of the Third International Conference on Computer Support for Collaborative Learning, Stanford, California, 1999.
- [Holz98] Holzner, S.: XML complete. McGraw-Hill, 1998.

- [HuKM97] Hummes, J., Karesently A., Merialdo B.: Active Annotations of Web Pages, Voting, Rating, Annotation -- Web4Groups and other projects: approaches and first experiences, volume 104, Schriftenreihe der Österreichischen Computer Gesellschaft. Oldenbourg Verlag, Wien, München, 1997.
- [JoJS00] Johnson, D., W., Johnson, R., T., Stanne, M., B.: Cooperative Learning Methods: A Meta-Analysis, 2000, [<http://www.co-operation.org/pages/cl-methods.html>, Stand: Juni 2005].
- [Jona89] Jonassen, D., H.: What are cognitive tools? In P.A.M Kommers, D. H. Jonassen & J. T. Mayes (Eds.), Cognitive tools for learning, New York, Springer, 1989.
- [Jona92] Jonassen, D., H.: What are cognitive tools?, in P. A. M. Kommers, D. H. Jonassen and J. T. Mayes (Eds), Cognitive tools for learning (pp. 1-6), New York, Springer Verlag, 1992.
- [JoRe96] Jonassen, D. H., & Reeves, T. C.: "Learning with technology: Using computers as cognitive tools." In D. H. Jonassen (Ed.), Handbook of research on educational communications and technology (pp. 693-719). New York: Macmillan, 1996.
- [JWWG93] Jonassen, D.H., Wilson, B.G., Wang, S., & Grabinger, R.S.: Constructivist uses of expert systems to support learning. Journal of Computer-Based Instruction, 20(3), 86-94, 1993.
- [KGS04] Keller, T., Gerjets, P., Scheiter, K., & Garsoffky, B.: Information visualizations for supporting knowledge acquisition: The impact of dimensionality and color coding. In K. Forbus, D. Gentner, & T. Reiger (Eds.), Proceedings of the 26th Annual Conference of the Cognitive Science Society (pp. 666-671). Mahwah, NJ: Erlbaum, 2004.
- [Kim01] Kim, K., S.: Information seeing on the web: Effects of user and task variables, Library and Information Science Research, 23, P. 233-255, 2001.
- [KiSp92] Kiesler, S., Sproull, L.: Group decision making and communication technology, Organizational Behavior and Human Decision Processes, 1992.
- [Koen02] Koenen, R.: MPEG4 standards specifications, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4668, March 2002.
- [Kozm87] Kozma, R. B.: The implications of cognitive psychology for computer-based learning tools. Educational Technology, 27(11), 20-25, 1987.
- [Kuhl91] Kuhlen, R.: Hypertext. Ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissenschaft. Berlin, Heidelberg: Springer, 1991.
- [LaKa92] Landow, G.P., Kahn, P., "Where's the Hypertext? The Dickens Web as a System-Independent Hypertext", in Proceedings of ACM Hypertext'92, Milano, Italy, Stich (Hg.): Grundwissen Medien, München: Fink, 296-313., 1992.
- [Laur87] Laurillard, D.; Pedagogical design for interactive video. In: Laurillard, D. [Hrsg.]. Interactive media: working methods and practical applications. Chichester: Ellis Horwood, 74-90, 1987.

-
- [Lies94] Liestøl, G., "Aesthetic and Rhetorical Aspects of Linking Video in Hypermedia", Proceedings of ECHT'94, ACM European Conference on Hypermedia Technology, Edinburgh, UK, 217-223, 1994.
- [LiHä99] Littleton, K., Häkkinen, P.: Learning Together: Understanding the Process of Computer Based Collaborative Learning. In: P. Dillenbourg (Ed.) Collaborative Learning – Cognitive and Computational Approaches (pp.20-30). Amsterdam, Lausanne, New York, Oxford, Shannon, Singapore, Tokyo: Pergamon, 1999.
- [LoCB90] Locatis, C., Charuhas, J., Banvard, R.: Hypervideo, Educational Technology Research and Development, 1990.
- [LoHa99] Lowe, D., Hall, W.: Hypermedia and the Web. J. Wiley and Sons, 1999.
- [MaKA90] Mayes, T., Kibby, M., Anderson, T.: Learning About Learning from Hypertext. in: Jonassen, D.H., Mandl, H. (eds): Designing Hypermedia for Learning; S. 227-250; NATO ASI Series, Series F: Computer and System Sciences, vol. 67; Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg, New York, London; 1990.
- [MaSS02] Manjunath, B., S., Salembier, P., Sikora, T.: Introduction to MPEG-7, Wiley, 2002.
- [Mayer01] Mayer, R. E.: Multimedia Learning, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2001.
- [McSt98] McDonald, S. & Stevenson, R., J.: Navigation in hyperspace: An evaluation of the effects of navigational tools and subject matter expertise on browsing and information retrieval in hypermedia. *Interacting with Computers*, 10, 129-142, 1998.
- [Mits00] Mitsubishi America Inc.: Authoring with Hyperlinked Video, Whitepaper by Mitsubishi Electric America Inc., 2000.
- [MuSw00] Murtha B., M., Gilliland-Swetland, A.: Introduction to Metadata: Pathways to Digital Information, Getty Information Institute, 2000.
- [Myer98] Myers, B., A.: A Brief History of Human Computer Interaction Technology. ACM interactions, USA, 1998.
- [NeNe91] McNeil, B. J., Nelson, K. R.: Meta-analysis of interactive video instruction: a 10-year review of achievement effects. *Journal of Computer Based Instruction*, 18, 1-6, 1991.
- [Niel90] Nielsen, J.: Hypertext and Hypermedia. Academic Press, 1990.
- [NiMa02] Nilsson, R., M., Mayer, R., E.: The effects of graphic organizers giving cues to the structure of a hypermedia document on users' navigation strategies and performance, *International Journal of Human-Computer Studies*, 57(1), P 1-26, 2002.
- [Norm93] Norman, D. A.: Things that make us smart, Reading, MA: Addison-Wesley, 1993.
-

- [NPDL00] Nichols, D., Pemberton, D., Dalhoumi, S., Larouk, O., Belisle, C., Twidale, M.: DEBORA: Developing an Interface to Support Collaboration in a Digital Library, 2000.
- [Paiv86] Paivio, A.: Mental representation: A dual coding approach, Oxford, England: Oxford University Press, 1986.
- [Piep91] Piepenburg, P.: Ein Konzept von Kooperation un die technische Unterstützung kooperativer Prozesse, Friedrich, J., Rödiger, K.H. (Hrsg.): Computerunterstützte Gruppenarbeit (CSCW), Stuttgart, 1991.
- [PoRo03] Potelle, H & Rouet, J., F.: Effects of content representation and readers' prior knowledge on the comprehension of hypertext, International Journal of Human-Computer Studies, 58(3), 327-345, 2003.
- [PoRT02] Pollone, M., Rusconi, M., Tua, R.: From Hyper-Film to Hyper-Web: The challenging continuation of a European project, Electronic Imaging & the Visual Arts Conference, Florence, Italien, 2002.
- [Powe03] Powers, S.: Practical RDF, O'Reilly, 2003
- [PWBM98] Pfister, H.-R., Wessner, M., Beck-Wilson, J., Miao, Y., Steinmetz, R.: Rooms, protocols, and nets: metaphors for computer-supported cooperative learning of distributed groups. Proceedings of the Third International Conference on the Learning Sciences (ICLS98) , Dec. 16-19, 1998. Georgia Tech, Atlanta, 1998.
- [ReMa98] Reinmann-Rothmeier G, Mandl H. Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs. In: Birbaumer N, Klix F, Spada H (ed), Enzyklopädie der Psychologie, 6. Hogrefe Verlag für Psychologie, Göttingen, 1998.
- [SaBS96] Sawhney, Nitin, David Balcom, Ian Smith. "HyperCafe: Narrative and Aesthetic Properties of Hypervideo." Proceedings of the Seventh ACM Conference on Hypertext. New York: Association for Computing Machinery, 1996.
- [Salo84] Salomon, G.: Television is „easy“ and print is „though“: The differential investment of mental effort in learning as a function of preceptions and attributions, Journal of Educational Psychology, pp. 647-658, 1984.
- [ScHa86] Schaffer, L. C., & Hannafin, M. J.: The effects of progressive interactivity on learning from interactive video. Educational Communication and Technology Journal, 3, 89-96, 1986.
- [Schu96] Schulmeister, R.: Grundlagen hypermedialer Lernsysteme: Theorie – Didaktik – Design. Addison-Wesley; Wokingham, Reading, Menlo Park, New York, 1996.
- [Schu01] Schulmeister, R.: Virtuelle Universität Virtuelles Lernen, Oldenbourg Verlag München Wien, 2001.
- [Schu02] Schulmeister, R.: Grundlagen hypermedialer Lernsysteme: Theorie – Didaktik - Design, Oldenbourg Verlag, 2002.

-
- [Schw00] Schwan, S.: Video in Multimedia-Anwendungen. Gestaltungsanforderungen aus kognitionspsychologischer Sicht. In: G: Krampen, H. Zayer, (Hrsg.). Psychologiedidaktik und Evaluation II: Neue Medien und Psychologiedidaktik in der Haupt- und Nebenfachausbildung (S. 55-72), Bonn: Deutscher Psychologenverlag, 2000.
- [Schw01] Schweiger, W.: Hypermedia im Internet – Nutzung und ausgewählte Effekte der Linkgestaltung, Reihe: Internet Research, Bd. 3, München: Reinhard Fischer, 2001.
- [SCLV99] Sebrechts, M., Cugini, J., Laskowski, J., Vasilakis, J. Miller, M.S.: Visualization of Search Results: A Comparative Evaluation of Text, 2D, and 3D Interfaces, Research and Development in Information Retrieval, pp. 3-10, 1999.
- [ScRA98] Schulzrinne, H., Rao, A., Lanphier, R.: RFC 2326: Real time streaming protocol (RTSP), Apr. 1998.
- [ScRi04] Schwan S. & Riempp, R.: The cognitive benefits of interactive videos: Learning to tie nautical knots. *Learning and instruction*. 14 (3), 293-305, 2004.
- [ScZi97] Schnotz, W.; Zink, T.: Informationssuche und Kohärenzbildung beim Wissenserwerb mit Hypertext. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie / German Journal of Educational Psychology*, 11(2), 95-108, 1997.
- [ShBr92] Shyu, H., Brown, S. W.: Learner control versus program control in interactive videodisc instruction: what are the effects in procedural learning? *International Journal of Instructional Media*, 19, 85-96, 1992.
- [ShGW03] Shipman, F., Girgensohn, A., Wilcox, L.: Hyper-Hitchcock: Towards the Easy Authoring of Interactive Video. In *Human-Computer Interaction INTERACT '03*, IOS Press, pp. 33-40, 2003.
- [Shne83] Shneiderman, B: Direct Manipulation: A Step beyond Programming Languages, *IEEE Computer*, August 1983.
- [Shne87] Shneiderman, B.: *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Addison-Wesley Publishing Company, 1987.
- [Slav95] Slavin, R.E.: *Cooperative Learning. Theory, Research, and Practice*. Boston u.a.: Allyn and Bacon, 2. Aufl., 1995.
- [SMIL01] SMIL: Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.0) Specification, W3C Recommendation, 7 August, 2001, [<http://www.w3.org/TR/2001/REC-smil20-20010807/>], Stand: Juni 2005].
- [SpJe90] Spiro, R. J., Jehng, J. C.: Cognitive flexibility, random access instruction, and hypertext: Theory and technology for non-linear and multidimensional traversal of complex subject matter. In: D. Nix, and R. J. Spiro (eds), *Cognition, Education, and Multimedia: Exploring Ideas in High Technology* (pp. 163-205). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1990.
-

- [Stah01] Stahl, E: Hyper – Text – Schreiben: die Auswirkungen verschiedener Instruktionen auf Lernprozesse beim Schreiben von Hypertext, Waxman Verlag, 2001.
- [Star02] Starke, G.: Effektive Software-Architekturen – Ein praktischer Leitfaden, Carl Hanser Verlag, München, 2002.
- [StBr04] Stahl, E. & Bromme, R.: Learning by writing hypertext: A research based design of university courses in writing hypertext. . In G. Rijlaarsdam (Series Ed.) and Rijlaarsdam, G., Van den Bergh, H., & Couzijn, M. (Vol. Eds.), Studies in writing, Volume 14, Effective learning and teaching of writing, 2nd edition, (pp 547-560). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004.
- [Ste95] Steinmetz, R.: Multimedia-Technologie: Einführung und Grundlagen, Springer-Verlag, 1995.
- [StFZ05] Stahl, E., Finke, M, Zahn, C.: Knowledge acquisition by hypervideo design: An instructional program for university courses. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, (in press) 2005.
- [StSW02] Stotts, D., Smith, J. and Williams L., Hypervideo Support for Distributed Extreme Programming, Technical Report, Department of Computer Science, University of North Carolina, March, 2002.
- [SwCh94] Chandler, P., Sweller, J.: Why some material is difficult to learn, Cognition and Instruktion, USA, 1994.
- [Swel99] Sweller, J.: Instructional design in technical areas. Camberwell, ACER Press, Australia, 1999.
- [Teeg02] Teege, G.: Vorlesungsskript „Hypermedia: Konzepte und Sprachen im World Wide Web, Institut für Informatik, Universität der Bundeswehr München, 2002.
- [Terg97a] Tergan, S.-O.: Misleading theoretical assumptions in hypertext/hypermedia research. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 6(3/4), 257-283, 1997.
- [Terg97b] Tergan, S.-O.: Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme. Issing, L., Klimsa, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia, (2) 123-138. Weinheim, Basel: Beltz Psychologie-Verlags-Union, 1997.
- [Terg02] Tergan, S.-O.; Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme. In L. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia (S. 99-112). Weinheim: Psychologie Verlags Union, 2002
- [UnHe99] Unz, D., C., Hesse, F., W.: The use of hypertext for learning. Journal of Educational Research, 20 (3), 279-295, 1999.
- [Vide05] VideoClix, VideoClix Authoring Software, [http://www.videoclix.com/videoclix_main.html, Stand: Juni 2005].

- [Weid94] Weidenmann, B.: Wissenserwerb mit Bildern: Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen. Göttingen: Huber, 1994.
- [Weid97a] Weidenmann, B.: Abbilder in Multimedia-Anwendungen. In: Issing, L. J., Klimsa, P. [Hrsg.]. Information und Lernen mit Multimedia, 2. Aufl. Weinheim: Psychologie Verlags Union, 107-122, 1997.
- [Weid97b] Weidenmann, B.: Multicodierung und Multimodalität im Lernprozeß. in: Issing, L., Klimsa, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia, 2. überarbeitete Auflage; S. 65-84; Beltz Psychologie-Verlags-Union; Weinheim, Basel; 1997.
- [Wein82] Weinert, F.: Selbstgesteuertes Lernen als Voraussetzung, Methode und Ziel des Unterrichts. In: Unterrichtswissenschaft. Zeitschrift für Lernforschung. 10. Jg. 1982, Heft 2, S. 99–110, 1982.
- [WeKr93] Weidenmann, B., Krapp, A.; Pädagogische Psychologie. Lehrbuch, 3. Auflage, München – Weinheim, Psychologie Verlags Union, 1993.
- [WePM99] Wesser, M., Pfister, H.-R., Miao, Y.: Umgebungen für computerunterstütztes kooperatives Lernen in der Schule, in: A. Schwill (Hrsg.): Informatik und Schule, Fachspezifische und fachübergreifende didaktische Konzepte, 8. GI-Fachtagung Informatik und Schule – INFOS99, Potsdam, Berlin, 1999.
- [Weyr03] Weyrauch, S.: Konzepte zur Visualisierung von vernetzten Wissensstrukturen in kooperativen Umgebungen, Diplomarbeit, Fachhochschule Darmstadt, Fachbereich Informations- und Wissensmanagement, 2002.
- [Whit97] E. James Whitehead, Jr.: "World Wide Web Distributed Authoring and Versioning (WebDAV): An Introduction." StandardView, Vol. 5, No. 1., March 1997.
- [Whit00] E. James Whitehead, Jr.: Dissertation: An Analysis of the Hypertext Versioning Domain Information and Computer Science, University of California, Irvine, September, 2000.
- [Witt89] Wittrock, M. C.: Generative processes of comprehension. Educational Psychologist, 24, P 345-376, 1989.
- [YiOA01] Yilderim, Z., Ozden, M., Y., Aksu, M.: Comparison of hypermedia learning and traditional instruction on knowledge acquisition and retention, Journal of Educational Research, 94 (4), (pp 207-215), 2001.
- [Zahn03] Zahn, C.: Wissenskommunikation mit Hypervideos – Untersuchungen zum Design nichtlinearer Informationsstrukturen für audiovisuelle Medien, Münster: Waxmann Verlag, 2003.
- [ZaSB02] Zahn, C., Schwan, S., Barquero, B.: Authoring Hypervideos: Design for learning and learning by design. In: Bromme, R. Stahl, E. (Eds.): Writing Hypertext and Learning: Conceptual and Empirical Approaches (pp. 153-176). London: Pergamon Press, 2002.

- [ZGDV04] Zentrum für Graphische Datenverarbeitung: MUMMY – Mobile Knowledge Management, European Commission, IST-2001-37365, 2004, [<http://mummy.intranet.gr>, Stand: Juni 2005].
- [Zhu99] Zhu, E.: Hypermedia interface design: The effects of number of links and granularity of nodes. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8(3), 331-358, 1999.
- [ZoFu94] Zollman, D., Fuller, R. G.: Teaching and Learning Physics with Interactive Video, *Physics Today*, April 1994.
- [Zoll01] Zollman, D.: Modeling Real World Events and Video Data Collection, Workshop, University of New Zealand, Institute of Physics, 2001.

Anhang A: XML-Schema Datenmodell

Graphische Übersicht des Datenmodells

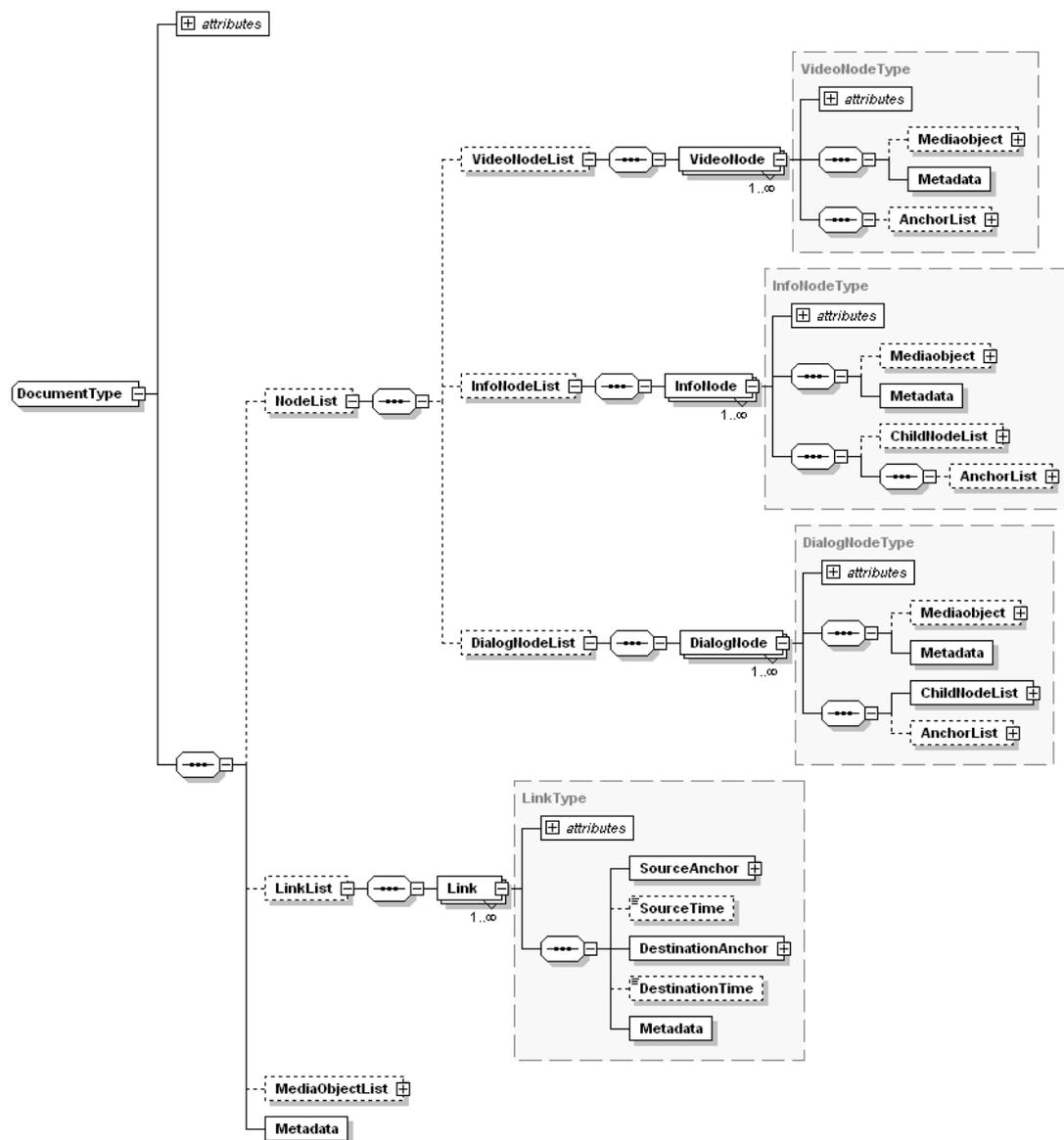


Abbildung 103: Überblick des Datenmodells

Hypervideo-Dokument

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<xs:schema xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
  elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
  <!--
    includes
  -->
  <xs:include schemaLocation="Node.xsd" />
  <xs:include schemaLocation="Link.xsd" />
  <xs:include schemaLocation="Mediaobject.xsd" />
  <xs:include schemaLocation="Metadata.xsd" />

```

```

    _ <!--
        type definition
    -->
    _ <xs:complexType name="DocumentType">
    _   <xs:sequence>
    _     <xs:element name="NodeList" minOccurs="0">
    _       <xs:complexType>
    _         <xs:sequence>
    _           <xs:element name="VideoNodeList" minOccurs="0">
    _             <xs:complexType>
    _               <xs:sequence>
    _                 <xs:element name="VideoNode" type="VideoNodeType"
    _                   maxOccurs="unbounded" />
    _               </xs:sequence>
    _             </xs:complexType>
    _           </xs:element>
    _         <xs:element name="InfoNodeList" minOccurs="0">
    _           <xs:complexType>
    _             <xs:sequence>
    _               <xs:element name="InfoNode" type="InfoNodeType"
    _                 maxOccurs="unbounded" />
    _             </xs:sequence>
    _           </xs:complexType>
    _         </xs:element>
    _       <xs:element name="DialogNodeList" minOccurs="0">
    _         <xs:complexType>
    _           <xs:sequence>
    _             <xs:element name="DialogNode" type="DialogNodeType"
    _               maxOccurs="unbounded" />
    _           </xs:sequence>
    _         </xs:complexType>
    _       </xs:element>
    _     </xs:sequence>
    _   </xs:complexType>
    _ </xs:element>
    _ <xs:element name="LinkList" minOccurs="0">
    _   <xs:complexType>
    _     <xs:sequence>
    _       <xs:element name="Link" type="LinkType" maxOccurs="unbounded" />
    _     </xs:sequence>
    _   </xs:complexType>
    _ </xs:element>
    _ <xs:element name="MediaObjectList" minOccurs="0">
    _   <xs:complexType>
    _     <xs:sequence>
    _       <xs:element name="MediaObject" type="MediaObjectType"
    _         maxOccurs="unbounded" />
    _     </xs:sequence>
    _   </xs:complexType>
    _ </xs:element>
    _   <xs:element name="Metadata" type="MetadataType" />
    _ </xs:sequence>
    _   <xs:attribute name="id" />
    _ </xs:complexType>
    _ <xs:element name="HVDoc" type="DocumentType" />
  </xs:schema>

```

Knoten

```

  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
  _ <xs:schema xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
    _ <!--

```

```

        includes
    -->
    <xs:include schemaLocation="Anchor.xsd" />
    <xs:include schemaLocation="Metadata.xsd" />
    <xs:include schemaLocation="MediaObject.xsd" />
- <!-- "forward" includes -->
    <xs:include schemaLocation="VideoNode.xsd" />
    <xs:include schemaLocation="InfoNode.xsd" />
    <xs:include schemaLocation="DialogNode.xsd" />
    _ <!--
        type definition
    -->
    _ <xs:complexType name="NodeType" abstract="true">
        _ <xs:sequence>
            <xs:element name="Mediaobject" type="MediaObjectType" minOccurs="0" />
            <xs:element name="Metadata" type="MetadataType" />
        </xs:sequence>
        <xs:attribute name="id" />
    </xs:complexType>
</xs:schema>

```

Videoknoten

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
_ <xs:schema
    xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
    _ <!--
        includes
    -->
    <xs:include schemaLocation="Node.xsd" />
    _ <!--
        type definition
    -->
    _ <xs:complexType name="VideoNodeType">
        _ <xs:complexContent>
            _ <xs:extension base="NodeType">
                _ <xs:sequence>
                    _ <xs:element name="AnchorList" minOccurs="0">
                        _ <xs:complexType>
                            _ <xs:sequence>
                                <xs:element name="VideoAnchor" type="VideoAnchorType"
                                    minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
                            </xs:sequence>
                        </xs:complexType>
                    </xs:element>
                </xs:sequence>
            </xs:extension>
        </xs:complexContent>
    </xs:complexType>
</xs:schema>

```

Informationsknoten

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
_ <xs:schema
    xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
    _ <!--

```

```

        includes
-->
<xs:include schemaLocation="Node.xsd" />
<xs:include schemaLocation="InfoAnchor.xsd" />
  => <!--
        type definition
-->
=> <xs:complexType name="InfoNodeType">
  => <xs:complexContent>
    => <xs:extension base="NodeType">
      => <xs:sequence>
        => <xs:element name="ChildNodeList" minOccurs="0">
          => <xs:complexType>
            => <xs:sequence>
              <xs:element name="InfoNode" type="InfoNodeType"
                minOccurs="1" maxOccurs="unbounded" />
            </xs:sequence>
          </xs:complexType>
        </xs:element>
      </xs:sequence>
      + <xs:element name="AnchorList" minOccurs="0">
      </xs:sequence>
    </xs:extension>
  </xs:complexContent>
</xs:complexType>
</xs:schema>

```

Kommunikationsknoten

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
=> <xs:schema xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
  elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
  => <!--
        includes
-->
<xs:include schemaLocation="Node.xsd" />
<xs:include schemaLocation="DialogAnchor.xsd" />
  => <!--
        type definition
-->
=> <xs:complexType name="DialogNodeType">
  => <xs:complexContent>
    => <xs:extension base="NodeType">
      => <xs:sequence>
        + <xs:element name="ChildNodeList">
        + <xs:element name="AnchorList" minOccurs="0">
      </xs:sequence>
    </xs:extension>
  </xs:complexContent>
</xs:complexType>
</xs:schema>

```

Anker

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
=> <xs:schema xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
  elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">

```

```

    = <!--
            includes
    -->
    <xs:include schemaLocation="Metadata.xsd" />
- <!-- "forward" includes -->
    <xs:include schemaLocation="VideoAnchor.xsd" />
    = <!--
            type definition
    -->
    = <xs:complexType name="AnchorType" abstract="true">
    = <xs:sequence>
        <xs:element name="Metadata" type="MetadataType" />
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="id" />
    </xs:complexType>
</xs:schema>

```

Videoanker

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
= <xs:schema xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
    = <!--
            includes
    -->
    <xs:include schemaLocation="Anchor.xsd" />
    = <!--
            type definition
    -->
    = <xs:complexType name="VideoAnchorType" abstract="true">
    = <xs:complexContent>
        <xs:extension base="AnchorType" />
    </xs:complexContent>
    </xs:complexType>
</xs:schema>

```

Rechteckvideoanker

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
= <xs:schema xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
    = <!--
            includes
    -->
    <xs:include schemaLocation="Anchor.xsd" />
    <xs:include schemaLocation="VideoAnchor.xsd" />
    = <!--
            type definition
    -->
    <xs:element name="RectangularVideoAnchor" type="RectangularVideoAnchorType" />
    = <xs:complexType name="RectangularVideoAnchorType">
    = <xs:complexContent>
        = <xs:extension base="VideoAnchorType">
        = <xs:sequence>
            <xs:element name="Color" type="xs:integer" />
            <xs:element name="Brightness" type="xs:integer" />
            <xs:element name="Contrast" type="xs:integer" />
        </xs:sequence>
        </xs:extension>
    </xs:complexContent>
    </xs:complexType>

```

```

    = <xs:element name="Interval" maxOccurs="unbounded">
      = <xs:complexType>
        = <xs:sequence>
          = <xs:element name="Keyframe" maxOccurs="unbounded">
            = <xs:complexType>
              = <xs:sequence>
                <xs:element name="frameNr" type="xs:integer" />
                <xs:element name="x1" type="xs:integer" />
                <xs:element name="y1" type="xs:integer" />
                <xs:element name="x2" type="xs:integer" />
                <xs:element name="y2" type="xs:integer" />
              </xs:sequence>
            </xs:complexType>
          </xs:element>
        </xs:sequence>
        <xs:attribute name="id" type="xs:integer" />
      </xs:complexType>
    </xs:element>
  </xs:sequence>
</xs:extension>
</xs:complexContent>
</xs:complexType>
</xs:schema>

```

Dialoganker

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
= <xs:schema xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
  elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
  = <!--
    includes
  -->
  <xs:include schemaLocation="Anchor.xsd" />
  = <!--
    type definition
  -->
  = <xs:complexType name="DialogAnchorType">
    = <xs:complexContent>
      <xs:extension base="AnchorType" />
    </xs:complexContent>
  </xs:complexType>
</xs:schema>

```

Textdialoganker

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
= <xs:schema xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
  elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
  = <!--
    includes
  -->
  <xs:include schemaLocation="Anchor.xsd" />
  <xs:include schemaLocation="DialogAnchor.xsd" />
  = <!--
    type definition
  -->
  = <xs:complexType name="TextDialogAnchorType">
    = <xs:complexContent>

```

```

= <xs:extension base="DialogAnchorType">
  = <xs:sequence>
    <xs:element name="startPosition" type="xs:integer" />
    <xs:element name="endPosition" type="xs:integer" />
  </xs:sequence>
</xs:extension>
</xs:complexContent>
</xs:complexType>
</xs:schema>

```

Informationsanker

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
= <xs:schema xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
  elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
  = <!--
    includes
  -->
  <xs:include schemaLocation="Anchor.xsd" />
  = <!--
    type definition
  -->
  = <xs:complexType name="InfoAnchorType">
    = <xs:complexContent>
      <xs:extension base="AnchorType" />
    </xs:complexContent>
  </xs:complexType>
</xs:schema>

```

Link

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
= <xs:schema xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
  elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
  = <!--
    includes
  -->
  <xs:include schemaLocation="Metadata.xsd" />
  <xs:include schemaLocation="Anchor.xsd" />
  = <!--
    type definition
  -->
  = <xs:complexType name="LinkType">
    = <xs:sequence>
      <xs:element name="SourceAnchor" type="AnchorType" />
      <xs:element name="SourceTime" type="xs:integer" />
      <xs:element name="DestinationAnchor" type="AnchorType" />
      <xs:element name="DestinationTime" type="xs:integer" />
      <xs:element name="Metadata" type="MetadataType" />
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="id" />
  </xs:complexType>
</xs:schema>

```

Metadat

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
=   <xs:schema          xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
    = <!--
        type definition
    -->
    <xs:complexType name="MetadataType" abstract="true" />
</xs:schema>

```

DublinCore Metadata

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
=   <xs:schema          xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
<xs:include schemaLocation="Metadata.xsd" />
    = <!--
        type definition
    -->
=   <xs:complexType name="DublinCoreMetadataType">
    = <xs:complexContent>
        = <xs:extension base="MetadataType">
            = <xs:sequence>
                <xs:element name="title" type="xs:string" />
                <xs:element name="creator" type="xs:string" />
                <xs:element name="subject" type="xs:string" />
                <xs:element name="description" type="xs:string" />
                <xs:element name="publisher" type="xs:string" />
                <xs:element name="contributor" type="xs:string" />
                <xs:element name="date" type="xs:string" />
                <xs:element name="type" type="xs:string" />
                <xs:element name="format" type="xs:string" />
                <xs:element name="identifier" type="xs:string" />
                <xs:element name="source" type="xs:string" />
                <xs:element name="language" type="xs:string" />
                <xs:element name="relation" type="xs:string" />
                <xs:element name="coverage" type="xs:string" />
                <xs:element name="rights" type="xs:string" />
            </xs:sequence>
        </xs:extension>
    </xs:complexContent>
</xs:complexType>
</xs:schema>

```

Mediaobjekt

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
=   <xs:schema          xmlns="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    targetNamespace="http://www.zgdv.de/hypervideo/2005/XMLData"
    elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
    = <!--
        includes
    -->
<xs:include schemaLocation="Metadata.xsd" />
    = <!--
        type definition
    -->

```

```
-->  
_ <xs:complexType name="MediaObjectType" abstract="true">  
  _ <xs:sequence>  
    <xs:element name="Metadata" type="MetadataType" />  
  </xs:sequence>  
</xs:complexType>  
</xs:schema
```

Anhang B: Lebenslauf

Name Matthias Finke
Geboren am 22.04.1969
Geburtsort Oldenburg, Niedersachsen

Schulbildung

1976 – 1980 Grundschule in Hahn-Lehmden, Niedersachsen
1980 – 1986 Realschule auf der kooperativen Gesamtschule in Rastede, Niedersachsen
1986 – 1987 Handelsschule in Varel, Niedersachsen
1987 – 1989 Fachoberschule an der Berufsschule in Oldenburg, Niedersachsen

Wehrdienst

1989 – 1990 37. Jagdbombergeschwader in Oldenburg, Niedersachsen

Hochschulstudium

1990 – 1993 Fachhochschule Wilhelmshaven, Fachbereich Elektrotechnik mit der Vertiefung Nachrichtentechnik
1993 – 1995 Tekniska Läroanstalt, Vasa, Finnland, Fachbereich Automationstechnik mit dem Schwerpunkt Mikroelektronik
1995 – 1997 Chalmers University, Göteborg, Schweden, International Master Programm „Digital Communication Systems and Technology“

Beruflicher Tätigkeit

07.1997 – 01.1999 Ericsson *Mobile Data*, Göteborg, Schweden
seit 02.1999 Zentrum für Graphische Datenverarbeitung (ZGDV) e.V.

