



TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

---

Fakultät für Informatik

Professur Medieninformatik

# Diplomarbeit

Grundlagen und Perspektiven von interaktiven  
TV-Anwendungen

Jan Heß

Chemnitz, den 28. Juli 2005

**Prüfer:** Dr. Maximilian Eibl

**Betreuer:** Dr. Volker Wulf

## **Abstract**

Die Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema des digitalen interaktiven Fernsehens (Untersuchungsgegenstand). Dabei liegen die Schwerpunkte auf den Gebieten Grundlagen TV, DTV und iTV (Kapitel 2 - 4), Anwendung (Kapitel 5), Forschung (Kapitel 6) und Entwicklung eines Prototyps (Kapitel 7). Im Grundlagenteil wird ein grundlegendes Verständnis des Untersuchungsgegenstandes vermittelt. Die dem interaktiven Fernsehen zugrunde liegenden Spezifikationen, Protokolle und Methoden sind im Einzelnen näher erläutert. Im Anwendungsteil wird in komprimierter Form gezeigt, welche Typen von Anwendungen heute existieren. Der Forschungsteil baut auf den im Grundlagenteil gewonnenen Erkenntnissen auf und gibt einen Überblick, in welchen Forschungsfeldern eine Auseinandersetzung mit dem Untersuchungsgegenstand erfolgt. Die Arbeit schliesst mit der Dokumentation eines Prototyps, der im Rahmen dieser Arbeit entwickelt wurde.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>vi</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>viii</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>ix</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen TV und iTV</b>	<b>4</b>
2.1 Begriffsdefinitionen . . . . .	4
2.1.1 Fernsehen und Fernsehgerät . . . . .	4
2.1.2 Digitales Fernsehen . . . . .	4
2.1.3 Interaktion und Interaktivität . . . . .	4
2.1.4 Interaktives Fernsehen . . . . .	5
2.1.5 Anwendungen für Interaktives Fernsehen . . . . .	5
2.2 Technische Grundlagen . . . . .	5
2.2.1 Konzeptuelles Modell . . . . .	5
2.2.2 Analoges Fernsehen . . . . .	6
2.2.3 Digitales Fernsehen . . . . .	7
2.3 Digitale Daten bei Analog TV . . . . .	7
2.3.1 Allgemeines . . . . .	7
2.3.2 Teletext . . . . .	8
2.3.3 ATVEF . . . . .	9
2.3.4 TeleWeb . . . . .	9
2.3.5 Intericast . . . . .	10
2.3.6 Broadcast Online TV . . . . .	10
2.3.7 Zusammenfassung . . . . .	11
<b>3 Grundlagen DTV</b>	<b>12</b>
3.1 Verbreitung . . . . .	12
3.1.1 Vorgaben . . . . .	12
3.1.2 Situation . . . . .	12
3.1.3 Vergleich zu Großbritannien . . . . .	12
3.2 Standards . . . . .	13

3.2.1	MPEG . . . . .	13
3.2.2	DVB . . . . .	13
3.2.3	ATSC . . . . .	15
3.3	Ausstrahlung . . . . .	15
3.3.1	Begriffsdefinition . . . . .	15
3.3.2	Überblick . . . . .	16
3.3.3	Programm- und Transport-Stream . . . . .	16
3.3.4	Segmentierung und Paketierung . . . . .	17
3.3.5	Timer-Steuerung . . . . .	18
3.3.6	Komprimierung . . . . .	18
3.3.7	Service Informationen . . . . .	20
3.3.8	Zusatzdaten . . . . .	22
3.4	Übertragung . . . . .	26
3.4.1	Allgemein . . . . .	26
3.4.2	Satellit . . . . .	26
3.4.3	Kabel . . . . .	26
3.4.4	Terrestrik . . . . .	27
3.4.5	Telefonnetze . . . . .	27
3.5	Empfang . . . . .	29
3.5.1	Allgemein . . . . .	29
3.5.2	Kategorisierung . . . . .	29
3.5.3	Architektur . . . . .	30
3.5.4	Hardware . . . . .	30
3.5.5	Betriebssystem . . . . .	33
3.5.6	HTPC (Home Theatre PC) . . . . .	33
<b>4</b>	<b>Middleware</b>	<b>35</b>
4.1	Überblick . . . . .	35
4.1.1	Verbreitung . . . . .	35
4.1.2	Kosten . . . . .	35
4.1.3	Middleware in Deutschland . . . . .	35
4.1.4	Open TV . . . . .	37
4.1.5	MHEG . . . . .	38
4.2	MHP . . . . .	39
4.2.1	Übersicht . . . . .	39
4.2.2	Implementierungen . . . . .	39
4.2.3	Profile . . . . .	40
4.2.4	MHP System . . . . .	40
4.2.5	Klassenbibliothek . . . . .	41
4.2.6	Application Manager . . . . .	42
4.2.7	Transport . . . . .	43

4.2.8	Signalisierung . . . . .	44
4.2.9	Inhalte . . . . .	45
4.2.10	DVB-HTML . . . . .	47
4.2.11	Grafisches Referenzmodell . . . . .	49
<b>5</b>	<b>Anwendungen</b>	<b>51</b>
5.1	Beispiele . . . . .	51
5.1.1	Untergliederung . . . . .	51
5.1.2	24/7 ohne Rückkanal . . . . .	52
5.1.3	Begleitend ohne Rückkanal . . . . .	52
5.1.4	24/7 mit Rückkanal . . . . .	52
5.1.5	Begleitend mit Rückkanal . . . . .	53
5.1.6	Multi-Stream Formate . . . . .	53
5.1.7	(Near) Video on Demand . . . . .	55
5.2	PVR . . . . .	56
5.2.1	Allgemein . . . . .	56
5.2.2	PVR Nutzung . . . . .	57
5.2.3	STB Empfänger . . . . .	58
5.2.4	IDR Empfänger . . . . .	58
5.2.5	Media-Center Lösungen . . . . .	58
<b>6</b>	<b>Forschung</b>	<b>60</b>
6.1	Überblick . . . . .	60
6.2	Personalisierung . . . . .	60
6.2.1	Grundlagen . . . . .	60
6.2.2	Allgemeiner Prozess . . . . .	61
6.2.3	Formen . . . . .	61
6.2.4	Fallstudien . . . . .	62
6.3	Recommender . . . . .	63
6.3.1	Übersicht . . . . .	63
6.3.2	Vertrauen in die Empfehlung . . . . .	66
6.3.3	Virtuelle Vermittler . . . . .	66
6.3.4	Reviews . . . . .	67
6.3.5	Anforderungen an Recommender . . . . .	67
6.3.6	Fallstudie TiVo . . . . .	68
6.3.7	Fallstudie PTV . . . . .	68
6.4	Benutzbarkeit . . . . .	69
6.4.1	Grundlagen . . . . .	69
6.4.2	Effektivität und Effizienz . . . . .	70
6.4.3	Zufriedenheit . . . . .	70
6.4.4	Zusammenfassung . . . . .	71

6.5	Entwurf . . . . .	72
	6.5.1 Design-Faktoren . . . . .	72
	6.5.2 Design Richtlinien . . . . .	72
	6.5.3 Eingabegeräte . . . . .	74
	6.5.4 Zusammenfassung . . . . .	74
6.6	T-Learning . . . . .	75
	6.6.1 Allgemein . . . . .	75
	6.6.2 Personalisierungsmöglichkeiten . . . . .	75
	6.6.3 Sprachlernen . . . . .	76
6.7	Kommunikation . . . . .	77
	6.7.1 Allgemein . . . . .	77
	6.7.2 Fallstudie TV-Cabo . . . . .	78
6.8	Video Retrieval . . . . .	79
	6.8.1 Allgemein . . . . .	79
	6.8.2 Konzept . . . . .	79
	6.8.3 High Level (TV Anytime) . . . . .	80
	6.8.4 Low-Level (Analyse) . . . . .	83
	6.8.5 Personalisiertes Video-Retrieval . . . . .	84
6.9	Sonstige Anwendungen . . . . .	85
	6.9.1 Spiele . . . . .	85
	6.9.2 3D Interface . . . . .	85
	6.9.3 Haptik . . . . .	86
	6.9.4 Responsive TV . . . . .	86
6.10	Kategorisierung von iTV Anwendungen . . . . .	87
	6.10.1 Rückkanal-Nutzung . . . . .	87
	6.10.2 Eindimensionale Levelerteilung . . . . .	87
	6.10.3 Dreidimensionales Modell . . . . .	88
	6.10.4 Diskussion zukünftiger Formate . . . . .	89
<b>7</b>	<b>Prototyp</b>	<b>92</b>
7.1	Einführung . . . . .	92
	7.1.1 Übersicht . . . . .	92
	7.1.2 Idee . . . . .	92
	7.1.3 Use Case . . . . .	93
7.2	Entwurf . . . . .	93
	7.2.1 Zustände . . . . .	93
	7.2.2 Informationsfluss . . . . .	94
	7.2.3 Mock-Up . . . . .	94
	7.2.4 Design-Faktoren . . . . .	95
	7.2.5 Design-Richtlinien . . . . .	97
	7.2.6 Eingabe . . . . .	98

## INHALTSVERZEICHNIS

---

7.3	Umsetzung . . . . .	98
7.3.1	Testumgebung . . . . .	98
7.3.2	Systemkonzept . . . . .	100
7.3.3	Datenrepräsentation . . . . .	100
7.3.4	Klassenübersicht und Schnittstellen . . . . .	101
7.3.5	Einschränkung . . . . .	101
7.3.6	Grafische Oberfläche . . . . .	102
7.4	Diskussion und Aussicht . . . . .	105
7.4.1	Interaktivität . . . . .	105
7.4.2	Evaluation . . . . .	105
7.4.3	Weiterentwicklung . . . . .	106
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>108</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>113</b>

## Abbildungsverzeichnis

2.1	Sender-Empfänger Konzept iTV. . . . .	6
2.2	Schematische Darstellung einer horizontalen Videozeile (in Anlehnung an [112]) . . . . .	8
3.1	Schematische Darstellung von Broadcast-Elementen nach DVB [47] . . . . .	16
3.2	Paketierung PES in MPEG-2 TS (Beispiel) in Anlehnung an [23] . . . . .	18
3.3	Service Informationen (Beispiel) . . . . .	21
3.4	”Data Broadcasting” Protokolle nach DVB [49] . . . . .	23
3.5	Schema eines Daten Karussells [45] . . . . .	25
3.6	Streaming Protokolle Internet . . . . .	28
3.7	Darstellung spezieller HW Komponenten einer STB [20] . . . . .	31
3.8	Windowas XP Embedded IP STB Client Architektur [85] . . . . .	33
4.1	Codebeispiel eines einfachen MHEG Objektes . . . . .	38
4.2	Schnittstellen zwischen Anwendung und MHP [46] . . . . .	41
4.3	MHP SW-Architektur [6] . . . . .	42
4.4	Xlet Lebenszyklus [20, 99] . . . . .	43
4.5	Protokolle (MHP) zur Datenübertragung über Broadcast Kanal [46] . . . . .	44
4.6	Protokolle (MHP) zur Datenübertragung über Interaktionskanal [46] . . . . .	44
4.7	MHP Signalisierungsmechanismus [99] . . . . .	45
4.8	MHP Anwendungsformate [100] . . . . .	47
4.9	Lebenszyklus einer DVB-HTML Anwendung [100] . . . . .	48
4.10	Grafisches Referenzmodell MHP [113] . . . . .	50
5.1	ARD Digital ”Eins Extra Ticker” . . . . .	52
5.2	Begleitende MHP Anwendung zu ”Verstehen Sie Spaß?” . . . . .	53
5.3	OpenTV Anwendung ”Wer wird Millionär?” von Sky . . . . .	54
5.4	Begleitende MHP Anwendung zum ”Eurovision Song Contest” . . . . .	54
5.5	Unterschied zwischen herkömmlichen Formaten und Multi-Stream Format . . . . .	55
5.6	Multi-Stream Format von BBCi (Wimbledon 2003) . . . . .	55
5.7	Zeitversetztes Multi-Stream Format bei NVOD . . . . .	56
5.8	Sceneo Tvcentral LiveTV mit EPG Einblendung . . . . .	59
6.1	Phasen des Personalisierungsprozesses [2] . . . . .	62



6.2	Personalisierung von Inhalten mittels lokaler Speicherung . . . . .	63
6.3	Animationsbeispiel eines virtuellen Vermittlers [35] . . . . .	66
6.4	Veröffentlichung und Erzeugung von Metadaten für Video Retrieval . . . . .	80
6.5	Prozessschritte einer Veröffentlichung mittels TV-Anytime . . . . .	82
6.6	Gegenüberstellung von Storyboard und automatisch generierten Keyframes . . . . .	83
6.7	Personalisierbares Video-Retrieval System . . . . .	84
6.8	Auswahl verschiedener Handlungsverläufe . . . . .	87
6.9	Modell zur Kategorisierung von iTV Anwendungen . . . . .	89
6.10	AmigoTV – Anwendungskonzept von Alcatel . . . . .	90
6.11	Abhängigkeit zwischen Empfänger und Interaktionsmöglichkeiten . . . . .	91
7.1	Zustandsdiagramm der Anwendung . . . . .	94
7.2	Informationsfluss der Anwendung . . . . .	95
7.3	Modell der geplanten Anwendung . . . . .	96
7.4	Entwicklungsumgebung . . . . .	99
7.5	Systemkonzept der Anwendung . . . . .	100
7.6	Datenrepräsentation . . . . .	101
7.7	Klassenübersicht und Systemschnittstellen . . . . .	102
7.8	”Find a Friend” Begrüßungsdialog . . . . .	103
7.9	”Find a Friend” Zentralmenü . . . . .	104
7.10	”Find a Friend” Dialog zur Nachrichteneingabe . . . . .	104
7.11	Einordnung des Prototyps in Interaktionsmodell . . . . .	105

## Tabellenverzeichnis

3.1	Qualitätsstufen für Digitales Fernsehen . . . . .	14
3.2	Architektur STB [20] . . . . .	30
3.3	Beschreibung der HW-Komponenten einer STB . . . . .	31
3.4	Allgemeine HW-Komponenten einer STB . . . . .	32
4.1	Middleware in Europa (2003) [97] . . . . .	36
4.2	Minimale Systemanforderungen unterschiedlicher Middleware [102] . . . . .	36
4.3	Verwaltung von Xlets durch Navigator (Beispiel) [99] . . . . .	43
4.4	Informationen AIT . . . . .	46
6.1	Vergleich von inhaltsbasierter Empfehlung und kollaborativer Filterung . . . . .	65
6.2	Design Faktoren für Entwurf . . . . .	73
6.3	Design Richtlinien für Entwurf . . . . .	74

## Abkürzungsverzeichnis

<b>Verwendete Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AIT	Application Information Table
API	Application Programming Interface
ATSC	Advanced Television Systems Committee
ATVEF	Advanced Television Enhancement Forum
CAT	Conditional Access Table
CSS	Cascading Style Sheets
DASE	DTV Application Software Environment
DAU	Data Access Unit
DAVIC	Digital Audio Visual Council
DOM	Document Object Model
DSM-CC	Digital Storage Media Command and Control
DTS	Decoding Time Stamp
DTV	Digital TV
DVB	Digital Video Broadcasting project
DVR	Digital Video Recorder
EC	European Commission
ELG	European Launching Group
EPG	Electronic Programing Guide
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
GEM	Globally Executable MHP
HAVI	Home Audio/Video Interoperability
HCI	Human-Computer Interaction
HDTV	High-definition television
HTPC	Home Theatre PC
HW	Hardware
IDR	Integrated Digital Receiver
IPTV	Internet Protocol TV
IRT	Institut für Rundfunktechnik
ISO	International Organization for Standardization
ITU	International Telecommunication Union
iTV	Interaktives TV
JMF	Java Media Framework

<b>Verwendete Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
MHP	Multimedia Home Platform
MPEG	Moving Picture Expert Group
NIT	Network Information Table
NTSC	National TV System Committee
NVOD	Near Video On Demand
OCAP	OpenCable Application Platform
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OS	Operating System
OSD	On Screen Display
PAL	Phase Alternating Line
PAT	Program Association Table
PCR	Program Clock Reference
PDR	Personal Digital Recorder
PES	Packetised Elementary Streams
PID	Packet IDentifier
PMT	Program Map Table
PS	Program Stream
PTS	Presentation Time Stamp
PVR	Personal Video Recorder
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
QUAM	Quadratur Amplituden Modulation
RTOS	Real Time Operating System
SECAM	Sequential Colour avec Memoire
SI	Service Information
SMS	Short Message Service
STB	Set-Top Box
STC	System Time Clock
SW	Software
TS	Transport Stream
TV	Television
VBI	Vertical Blanking Interval
VOD	Video On Demand
WGDTB	Working Group for Digital Television Broadcasting

# 1 Einleitung

Wenn heute von interaktivem Fernsehen die Rede ist, dann denken viele Personen sicherlich zuerst an Telefonabstimmungen oder "Call In" Sendungen. Durch Anwahl einer Telefonnummer können Nutzer Abstimmungen durchführen, an Gewinnspielen teilnehmen oder direkt mit einem Moderator kommunizieren. Diese Form der Interaktion zwischen Nutzer und Programmanbieter existiert bereits seit vielen Jahren und ist im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass Wiedergabe (TV) und Interaktion (Telefon) getrennt voneinander erfolgen. Durch die Digitalisierung im TV-Umfeld ergeben sich jedoch eine Vielzahl neuer Möglichkeiten für interaktives Fernsehen. So können Anwendungen das TV-Programm ergänzen, indem empfangene digitale Zusatzdaten interpretiert und ausgegeben werden. Zudem sind Empfangsgeräte in der Lage, das Programm digital aufzuzeichnen. Anwendungen können auf derart gespeicherte Inhalte zugreifen und dem Nutzer eine Vielzahl an neuen Funktionalitäten bieten, die mit dem analogen Gegenstück – dem Videorekorder – nicht möglich waren.

Für die Entwicklung von TV-Anwendungen ist es nicht ausreichend, sich alleine mit der Syntax einer Programmiersprache auseinander zu setzen. Entwicklung erfordert ein tiefgreifendes Verständnis von Hintergrundwissen. Literatur zum Thema iTV umfasst oft nur Teilaspekte und ist häufig zu oberflächlich (Zeitschriftenartikel) oder sehr komplex (Standards). Aus diesem Grund soll im ersten Teil der Arbeit, nach intensivem Studium von selbst zusammengetragenen Quellen, ein "State of the Art" Grundlagen erstellt werden (Aufgabe 1). Im Ergebnis soll eine Zusammenfassung entstehen, die möglichst alle Teilaspekte zu relevanten Standards, Übertragungsprotokollen, Empfangstechniken und Anwendungen zusammenbringt. Dabei geht es nicht um das kleinste technische Detail, sondern um die Erstellung einer Übersicht. Für diese Übersicht wurde selbstständig eine geeignete Gliederung erarbeitet.

Beginnend mit dem Kapitel "Grundlagen TV und iTV" (2) wird ein grundlegendes Verständnis von analogem, digitalem und interaktivem Fernsehen vermittelt. Von besonderer Bedeutung ist dabei die klare Begriffsdefinition, welche als Grundlage für alle folgenden Ausführungen dient. Die Übertragung von digitalen Zusatzdaten ist nicht erst seit Einführung von digitalem Fernsehen möglich. Aus diesem Grund werden auch Verfahren vorgestellt, bei denen Zusatzdaten parallel zum analogen Fernsehsignal übertragen werden. Teletext ist dafür ein bekanntes Beispiel. Im Gegensatz zu diesen Verfahren ermöglicht digitales Fernsehen (DTV) die Integration beliebiger digitaler Zusatzdaten. Nach Vorgabe der Bundesregierung soll möglichst bis 2010 nur noch digitales Fernsehen ausgestrahlt werden. Aufgrund der wachsenden Bedeutung existiert ein eigenständiges Kapitel "Grundlagen DTV" (3). In diesem Kapitel wird das Wissen über Erzeugung und Zusammensetzung

des digitalen Transportstromes (Ausstrahlung), Übertragungsmöglichkeiten und die Grundlagen für den Empfang vermittelt. Dem Thema "Middleware" (4) wird ein eigenes Kapitel gewidmet. Die Middleware ist für Anwendungsentwickler von besonderem Interesse, da diese die Schnittstelle zwischen zu entwickelnder Anwendung und Empfangsgerät darstellt. Während die vorherigen Kapitel das TV-Umfeld näher spezifizieren (Übertragungsprotokolle, Empfangsgeräte, Standards etc.), stellt das Kapitel Middleware den direkten Bezug zu TV-Anwendungen her. Neben einem allgemeinen Überblick über verschiedene Middleware Lösungen, werden Grundlagen zu der Middleware MHP näher erläutert. Grund für die genauere Betrachtung von MHP ist der freie Zugang zu der Spezifikation (offener Standard) und die steigende Marktdurchdringung. Zudem stand für die Arbeit eine MHP Implementierung zur Verfügung, mit der ein Prototyp entwickelt wurde. Im Kapitel "Anwendungen" (5) sind repräsentative Beispielanwendungen aufgezeigt. Nach Möglichkeit soll hier eine Gliederung vorgenommen werden, die TV-Anwendungen in verschiedene Kategorien unterteilt. Die Übersicht vermittelt einen Eindruck, welche Funktionalitäten mit derartigen Anwendungen möglich sind. Das Kapitel ist zudem geeignet, dem interessierten aber auf dem Gebiet iTV noch unerfahrenen Leser anhand einiger Screenshots, einen Einstieg zu geben.

Im zweiten Teil der Arbeit steht die Untersuchung von Forschungsarbeiten im Mittelpunkt. Es ist die Frage zu beantworten, in welchen Forschungsarbeiten das Thema iTV behandelt wird. Durch eigene Recherchen sollen betreffende Arbeiten identifiziert und die Kernkonzepte anschließend in komprimierter Form wiedergegeben werden. Im Ergebnis soll ein "State of the Art" Forschung entstehen (Aufgabe 2). Auch hier geht es nicht um das Detail jedes Fachkonzeptes, sondern um eine umfassende Übersicht, die in einer solchen Form bisher nicht existiert. Die festgelegten Schwerpunkte sollen einführend erläutert werden. Für die Auswahl relevanter Arbeiten gab es bis auf den wissenschaftlichen Anspruch und die Verbindung zum Thema iTV keine weiteren Einschränkungen oder Vorgaben.

Die Ergebnisse zu dieser Aufgabenstellung sind in Kapitel "Forschung" (6) zusammengetragen. Anhand der untersuchten Arbeiten wurde eine Kategorisierung in verschiedene Forschungsschwerpunkte vorgenommen. Diese Kategorisierung spiegelt sich in den Überschriften der einzelnen Abschnitte wieder. Jeder Abschnitt beginnt mit einem einführenden Unterabschnitt (entweder mit Grundlagen, Übersicht oder Allgemein bezeichnet). Auf relevante Arbeiten wurde dann aus dem Kontext des Komplexes heraus verwiesen. An geeigneten Stellen ergänzen Skizzen die Ausführungen.

Im dritten und letzten Teil der Arbeit soll selbstständig ein Prototyp entwickelt werden. Einzige Vorgabe hier, war die Planung und die Umsetzung einer innovativen kleinen Demoanwendung (Aufgabe 3). Hierbei konnte auf die gesammelten Erfahrungen aus den beiden ersten Teilen der Arbeit zurückgegriffen werden. Eine Evaluation des Prototyps war nicht vorgesehen. Jedoch soll die Anwendung als Grundlage für Evaluationen, Anpassungen und neue Ideen dienen.

Die Dokumentation des Prototyps ist in Kapitel "Prototyp" (7) zu finden. Hierbei wurde ein Kommunikationsdienst als iTV Anwendung realisiert. Die Implementierung erfolgte mit der eingangs erwähnten Middleware MHP. Neben einer allgemeinen Einführung und einem

”Use Case” zu der entwickelten Anwendung stehen Entwurf, Umsetzung und Aussichten im Mittelpunkt der Ausführungen. Unter dem Gliederungspunkt Entwurf sind alle für das Design der Anwendung notwendigen Vorüberlegungen aufgeführt. Der Abschnitt Umsetzung gibt dann u.a. detaillierte Einblicke in die interne Datenrepräsentation und die entwickelte Klassenstruktur. In einer abschließenden Betrachtung wird der Prototyp hinsichtlich seiner Interaktionsmöglichkeiten bewertet. Weiterhin werden offene bzw. mögliche zukünftige Aufgaben angesprochen.

## 2 Grundlagen TV und iTV

### 2.1 Begriffsdefinitionen

#### 2.1.1 Fernsehen und Fernsehgerät

(1.) "Fernsehen ist eine Technik zur Übertragung sichtbarer, bewegter Vorgänge oder ruhender Vorlagen mit Hilfe elektromagnetischer Wellen (drahtlos oder über Kabel) von einem Sender zu einem Empfänger." [55]

(2.) "Electronic system for transmitting still or moving images and sound to receivers that project a view of the images on a picture tube or screen and recreate the sound." (aus Encyclopedia Britannica Online - [www.britannica.com](http://www.britannica.com))

Der in (2.) bezeichnete Receiver (allg. Fernsehgerät) ist für die Wiedergabe der übertragenen Daten notwendig. Als Ergänzung zu der Übertragung (1.,2.) und der Wiedergabe (2.), beinhaltet der Begriff des Fernsehens in "Brockhaus"<sup>1</sup> auch noch den Prozess der Aufnahme (Abtastung und Zerlegung) von zu übertragenden Daten.

#### 2.1.2 Digitales Fernsehen

Der Begriff digital (lateinisch "digitalis") stammt von dem lateinischen Begriff "digitus" (Finger) und bedeutet soviel wie "zum Finger gehörig"<sup>2</sup>. In der Informatik bezieht sich der Begriff auf eine (mit Finger abzählbare) Menge von diskreten Werten.

Mit digitalem Fernsehen ist gewöhnlich die Übertragung von digitalisierten Audio, Video und Zusatzdaten über analoge Übertragungswege (Satellit, Kabel, terrestrisch) bezeichnet [110]. Kontinuierliche Daten wie Audio oder Video werden digitalisiert, indem zu bestimmten Zeitpunkten diskrete (digitale) Werte abgetastet werden.

#### 2.1.3 Interaktion und Interaktivität

Interaktion im Sinne der Informatik ist ein Vorgang, der während der Bedienung einer Maschine durch einen Menschen stattfindet (3.). Im Kontext dieser Definition, spricht man auch von Mensch-Maschine Interaktion ("human-computer interaction" - HCI). In Folge der Untersuchung verschiedener Definitionen über Interaktion und Interaktivität, definiert Jensen Interaktivität als eine messbare Größe (4.).

<sup>1</sup>Der Brockhaus Naturwissenschaft und Technik, Brockhaus, Mannheim, 2002

<sup>2</sup>Das große Fremdwörterbuch, DUDEN, Bibliographisches Institut, 2003



(3.) "Interaction in the informatic sense, refers, in other words, to the process that takes place when a human user operates a machine." [61]

(4.) Interaktivität ist "... a measure of a media's potential ability to let the user exert an influence on the content and/or form of the mediated communication." [61]

#### 2.1.4 Interaktives Fernsehen

Eine allgemein anerkannte Definition für interaktives Fernsehen gibt es bisher nicht. "There is no generally agreed upon definition of interactive television." [22]<sup>3</sup> (3.) impliziert, dass bereits die Auswahl von TV-Programmen durch Nutzer eine Form der Interaktion darstellt. Neben der einfachen Programmauswahl, existieren jedoch auch eine Vielzahl anderer Möglichkeiten der Interaktion. Angefangen von der Auswahl von Videotextseiten bis hin zur Darstellung von Internetseiten über TV. Einige Autoren [82, 30] definieren iTV anhand der Nutzung eines Rückkanals vom Nutzer zu einem Dienstanbieter. Beschränken wir uns bei der Definition von iTV nur auf eine HCI Perspektive, so gibt Whitaker in [80] eine allgemein Definition (5.).

(5.) "... we define it as anything that lets a consumer engage in action with the system using a remote control or keyboard to access new and advanced services".

#### 2.1.5 Anwendungen für Interaktives Fernsehen

Aus (4.) und (5.) lässt sich folgende Definition für interaktive TV Anwendungen ableiten: Interaktive TV Anwendungen ermöglichen Interaktivität zwischen Nutzer und System (Fernsehgerät bzw. STB) mittels Fernbedienung oder Tastatur<sup>4</sup>. Anwendungen unterscheiden sich in dem Maß, der bei der Nutzung resultierenden Interaktivität.

## 2.2 Technische Grundlagen

### 2.2.1 Konzeptuelles Modell

In Abbildung 2.1 ist ein Modell dargestellt, das dem interaktiven Fernsehen zugrunde liegt. Im Mittelpunkt des Modells steht die Übertragung von Audio- Video- und Zusatzdaten von einem Sender zu einem Empfänger und die Möglichkeit der Interaktion des Nutzers mit dem System. Es ist hervorzuheben, dass interaktives Fernsehen nicht erst seit der Einführung von

---

<sup>3</sup>ähnliche Aussage in [120]

<sup>4</sup>Tastatur ist hierbei als universelles Eingabegerät zu verstehen, da die Eingabe für mobile Endgeräte oder Handys ebenso über Tasten erfolgen kann.

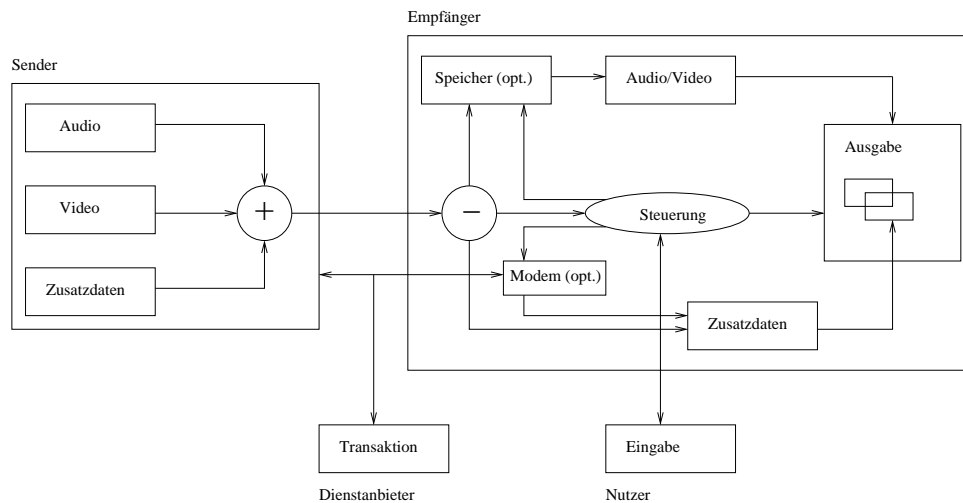


Abbildung 2.1: Sender-Empfänger Konzept iTV.

digitalem Fernsehen möglich ist. In Kapitel 2.3 werden einige Verfahren vorgestellt, die auf Basis analoger Fernsehstandards digitale Zusatzdaten übertragen.

### 2.2.2 Analoges Fernsehen

Auf Senderseite werden die analog verfügbaren Bildinformationen zeilenweise abgetastet. Aus den unterschiedlichen Helligkeitswerten der Vorlage resultieren unterschiedliche Spannungswerte. Die Abtastungen einer helleren Bildoberfläche hat einen höheren Spannungswert zur Folge, als die Abtastung einer dunkleren Oberfläche. Vor dem Scannvorgang jeder neuen Zeile wird ein spezieller Spannungswert, der horizontale Synchronisationsimpuls (H-Sync), generiert. Beim Empfänger wird durch H-Sync der Elektronenstrahl, welcher für die Ansteuerung der einzelnen Bildpunkte des TV-Gerätes verantwortlich ist, zu der nächsten Zeile geführt. Dem Synchronisationsimpuls folgt der Farbhilfsträger (siehe Abbildung 2.2). Bei Farbsendungen ermittelt das TV-Gerät aus diesen Informationen die Farbe, mit der jeder einzelne Bildpunkt einer Zeile dargestellt werden soll. Diese Steuerinformationen werden in die sogenannte horizontale Austastlücke des Fernsehbildes eingefügt.

Bei analogem Fernsehen existieren drei weit verbreitete Standards, die in verschiedenen Regionen der Erde Anwendung finden. In großen Teilen Westeuropas, darunter auch in Deutschland, wird der PAL ("Phase Alternating Line") Standard verwendet. Auf Grundlage dieses Standards ist ein Vollbild aus 625 Zeilen zusammengesetzt. Von diesen 625 Zeilen enthalten nur 576 Zeilen sichtbare Bildinformationen. Die restlichen Zeilen enthalten nicht nur Steuerinformationen, sondern müssen zwangsweise eingefügt werden, da eine gewisse Zeit vergeht, bis der Scanner den Scannvorgang auf dem nächsten Vollbild fortsetzen kann [105]. Bei diesen nicht sichtbaren Zeilen spricht man vom "vertical blanking interval" (VBI),

auch allgemein als vertikale Austastflücke bezeichnet.

Ein Vollbild setzt sich aus zwei Halbbildern zusammen. Um ein für das menschliche Auge flüssiges Bild darzustellen, müssen etwa 50 Bilder pro Sekunde angezeigt werden. Tatsächlich erfolgt die Übertragung mit 25 Bildern pro Sekunde, wobei eine Unterteilung jedes Vollbildes in zwei Halbbilder stattfindet. Gerade und ungerade Zeilen werden im Fernsehgerät getrennt und zeitversetzt angesteuert, sodass durch den Nachleuchteffekt und die Trägheit des Auges der Eindruck von 50 Bildern/Sekunde entsteht [74].

Neben dem PAL Standard existiert der NTSC Standard. Dieser, auch in den USA eingesetzte Standard schreibt eine Bildwechselfrequenz von 30 Hz (entspricht 60 Halbbilder pro Sekunde) vor. Anstatt mit 625 Zeilen bei PAL besteht ein Vollbild aus 525 Zeilen (480 sichtbare Zeilen und 45 Zeilen VBI). In Frankreich und Osteuropa hingegen kommt vorwiegend noch der SECAM Standard zum Einsatz. Dieser Standard ähnelt dem PAL Standard hinsichtlich Zeilenanzahl und Bildwiederholfrequenz. SECAM unterscheidet sich von den beiden anderen Standards hinsichtlich der Modulationsart, mit der die Spannungswerte einer analogen Trägerfrequenz (Schwingung) aufmoduliert werden. PAL und NTSC arbeiten mit der Quadraturamplitudenmodulation (QUAM), während bei SECAM eine Frequenzmodulation zum Einsatz kommt.

### 2.2.3 Digitales Fernsehen

Allgemein spricht man von digitalem Fernsehen, wenn die Rundfunk-Daten (Audio/Video) nicht als Spannungsfolge, sondern als Folge von kodierten Binärwerten übertragen werden. Liegen Rundfunk-Daten auf Senderseite analog vor, so muss zuvor eine Digitalisierung erfolgen. Dazu wird (a.) das analoge Signal in periodischen Abständen abgetastet und (b.) der gemessene Wert einem Binärwert zugeordnet. Effektive Komprimierungsvorschriften verkleinern die Menge der digitalen Daten erheblich. Im Ergebnis erhält man eine Datenrate, die deutlich niedriger ist, als bei einer Übertragung der analogen Signale, bei subjektiv gleicher bzw. besserer Darstellungsqualität. Hierin liegt einer der größten Vorteile des digitalen Fernsehens. Durch diese Technik können mehr Programme über einen Übertragungskanal gesendet werden. Dies führt zu einer effizienteren Nutzung der Infrastruktur der Netzbetreiber. Der zweite wesentliche Vorteil ist die Möglichkeit der Integration beliebiger Zusatzdaten in den digitalen Datenstrom. Die verfügbare Bandbreite kann ganz nach Bedarf für die Übertragung von Audio-, Video- und Zusatzdaten aufgeteilt werden.

## 2.3 Digitale Daten bei Analog TV

### 2.3.1 Allgemeines

Die Übertragung digitaler Zusatzdaten ist nicht erst seit der Einführung des Digitalen Fernsehens möglich. Die analogen Übertragungsstandards für Farbfernsehen (PAL, SECAM, NTSC) wurden für die alleinige Übertragung von Video- und Audiodaten entwickelt. Trotzdem

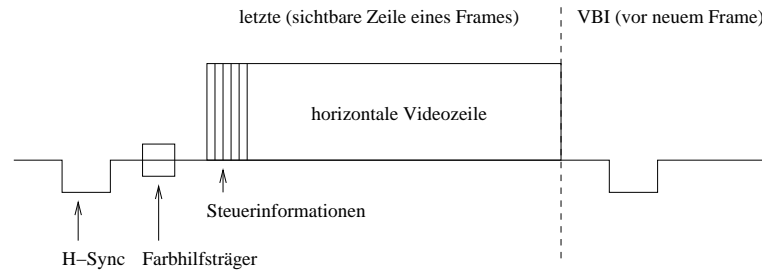


Abbildung 2.2: Schematische Darstellung einer horizontalen Videozeile (in Anlehnung an [112])

besteht die Möglichkeit der Übertragung von digitalen Zusatzdaten in der vertikalen (VBI) oder horizontalen Austastlücke (H-Sync). Die im Folgenden vorgestellten Verfahren nutzen die Austastlücken (siehe Abbildung 2.2) zur Übertragung digitaler Zusatzinformationen.

### 2.3.2 Teletext

Teletext ist eine Technik zur Übertragung von Zusatzdaten im VBI des analogen Fernsehsignals. Anfang der 70er Jahre in Großbritannien entwickelt, kam diese Technik in Deutschland Anfang der 80er Jahre im Versuchsbetrieb (ARD/ZDF Videotext) und Ende der 80er Jahre im Regelbetrieb (öffentliche und private Anbieter) zum Einsatz [5]. Der für den Empfang notwendige Decoder war anfangs als Zusatzgerät konzipiert. Später wurde er von immer mehr Herstellern in das TV-Gerät integriert. Die ursprüngliche Teletext-Spezifikation wurde im Laufe der Zeit um zusätzliche Aspekte erweitert und im Mai 1997 von der ETSI als Standard ("Enhanced Teletext Specification") verabschiedet. In einer (nicht sichtbaren) horizontalen Videozeile ist es mit dieser Technik möglich, 45 Bytes (360 Bit) zu übertragen [112, 44].

Von den 40 nicht sichtbaren Zeilen (PAL) können bis zu 35 Zeilen für die Übertragung von Teletext Datenpakete genutzt werden [44]. Dies ergibt eine Datenrate von  $360 \text{ Bit} * 25 \text{ Vollbilder pro Sekunde} * 35 \text{ Zeilen pro Vollbild} = 315.000 \text{ Bit pro Sekunde}$  (ca. 38 Kbyte pro Sekunde).

Teletext erlaubt in seiner einfachsten Form (Teletext Level 1) die Darstellung von 40 Zeichen pro 24 Spalten in acht Farben [17]. Teletext Level 2.5 erlaubt die Darstellung von 32 Farben. Hieraus ergibt sich eine verbesserte Bildqualität bei Grafiken. Da der Standard jedoch an Grenzen stieß, schlossen sich Vertreter der Programmanbieter und der Industrie 1997 zur sogenannten "EACEM<sup>5</sup> Working Group" zusammen, um gemeinsam einen neuen offenen Standard zu entwickeln (siehe Kapitel 2.3.4).

<sup>5</sup>EACEM – "European Association of Consumer Electronics Manufacturers"

### 2.3.3 ATVEF

Microsoft entwickelte 1996 WebTV, eine für Heimanwender konzipierte STB. Der WebTV Empfänger ermöglichte die Darstellung von Internet-Inhalten am Fernsehgerät mit einer Auflösung von 542x372 Pixel<sup>6</sup>. Die Darstellung von TV-Inhalten und Internet-Inhalten erfolgt jedoch strikt getrennt. Das Empfangsgerät gibt entweder das TV-Signal auf dem Bildschirm aus (TV Modus) oder skaliert die über Rückkanal empfangen Internet-Inhalte auf eine lesbare Auflösung (Internet Modus).

1998 veröffentlichte Microsoft WebTV Plus. Hier kam eine Technologie zum Einsatz, bei der Zusatzdaten in das VBI des Rundfunksignals eingefügt werden konnten. Die Steuerdaten konnten dann von der STB interpretiert werden. Diese Technik ermöglichte die Verschmelzung von Web- und TV- Inhalten<sup>7</sup>. Das 1997 gegründete "Advanced Television Enhancement Forum" (ATVEF), ein aus 14 Mitglieder bestehendes Industriekonsortium, das von Microsoft gegründet wurde, veröffentlichte 1999 einen Standard zu der eingesetzten Technik. "With the adoption of a single standard, the long-awaited convergence of television and the Internet can finally become a reality." [86] Der Standard (SMPTE 363M) setzt als Minimalanforderung an einen Empfänger die Interpretation von HTML 4.0, JavaScript 1.1 und Cascading Style Sheets voraus [118]. Zusätzlich sind weitere Elemente definiert, die ein Empfänger interpretieren können muss. Die populärste Erweiterung ist das "tv:" Attribut, über das Rundfunksignale in HTML Seiten eingebunden werden können. Ein wesentliches Konzept des Standards ist die Einbindung von "Trigger". Jeder "Trigger" ist mit einer URL verbunden, die auf zusätzliche Inhalte verweist. Neben der URL, kann ein "Trigger" weitere Attribute wie Beschreibung, Dauer der Anzeige oder JavaScript Anweisungen enthalten.

Für die Übertragung der Inhalte sind "Transport Typ A" und "Transport Typ B" definiert. Typ A setzt einen Rückkanal zum Internet voraus, über den die zusätzlichen Inhalte abgerufen werden. Bei Typ B werden sowohl "Trigger" als auch die Zusatzinformationen über das Rundfunksignal gesendet. Da ein unidirektionales Übertragungsprotokoll ("Unidirectional Hypertext Transfer Protokoll" - UHHTTP - basierend auf UDP/IP) verwendet wird, sind im Standard zusätzlich verschiedene Mechanismen zur Fehlerkorrektur ("Forward Error Correction") definiert.

### 2.3.4 TeleWeb

Der Name TeleWeb soll die Verbindung von TV und "World Wide Web" demonstrieren. In Deutschland präsentierten ARD und ZDF erstmals bei der IFA 2001 in Berlin TeleWeb-Anwendungen. Die Konzepte hinter TeleWeb ähneln denen von ATVEF. Die Übertragung von Steuerdaten erfolgt in dem VBI des Rundfunksignals. Mögliche Anwendungen lassen sich auf drei Profile abbilden [17]. Für Profil 1 ist kein Rückkanal erforderlich. Ausgewählte HTML Seiten werden ausschließlich über das Rundfunksignal übertragen. Profil 2 setzt

---

<sup>6</sup><http://developer.msntv.com/Overview/Default.asp>

<sup>7</sup>z.B. die Darstellung einer HTML-Seite mit eingebettetem TV-Signal

einen Rückkanal voraus. TeleWeb Seiten können dann auch über das Internet geladen werden. Ein reiner Internetzugang, ohne die Notwendigkeit zur Übertragung von Steuerdaten im VBI, ist durch Profil 3 vorgesehen. Als Standard niedergeschrieben ist bisher nur Profil 1 ("Teleweb Application Profile 1 Reference Decoder" - IEC/PAS 62298). Ähnlich zu ATVEF können "Trigger" übertragen werden, die eine URL zu anderen TeleWeb Seiten bilden.

### 2.3.5 Intercast

Der Begriff Intercast setzt sich aus den Begriffen Internet und Broadcast zusammen, was wiederum soviel bedeutet, wie die Übertragung von Internetseiten über das Rundfunksignal. Auch bei diesem Verfahren werden HTML-Seiten in das VBI des Rundfunksignals integriert. Da in dem VBI ebenso Videotext-Daten übertragen werden, stehen für die Übertragung von Zusatzdaten bei diesem Prinzip etwa 20Kbit/s pro Sekunde zur Verfügung [68]. Die empfangenen Daten werden fortlaufend auf der Festplatte des PCs gespeichert<sup>8</sup> und nach Verfügbarkeit dem Nutzer in einer Übersicht präsentiert. Für die Auswertung der Intercast Daten ist eine speziell Software, der "Intercast Viewer", notwendig. Einige TV-Karten für den PC der Hersteller Hauppauge und Pinnacle wurden zusammen mit dieser Software verkauft. Im Gegensatz zu WebTV wurde die Intercast Technologie auch in Deutschland vermarktet. Intel, der Entwickler von Intercast, führte 1996 die Technologie in den USA ein. In Deutschland trieb das ZDF die Verbreitung von Intercast Diensten voran. 24 Stunden täglich übertrug das ZDF entsprechend aufbereitete Internetinhalte.

### 2.3.6 Broadcast Online TV

Die bisher vorgestellten Verfahren basieren auf der Integration von digitalen Zusatzdaten in das VBI des Rundfunksignals. Ein weiteres System, das in Kooperation der Deutschen Telekom und der Technischen Universität Dresden entwickelt wurde, nutzt die horizontale Austastlücke. Die Integration der sogenannten BOT-Signale ("Broadcast Online TV") erfolgt kurz vor H-Sync, während H-Sync und kurz nach dem Farbsynchronisationssignal [54] (siehe dazu auch Abbildung 2.2). Diese Methode hat den Vorteil, dass die Übertragung von Daten im VBI (Videotext) nicht eingeschränkt werden muss. Zum Empfang der BOT-Daten ist, wie bei allen in diesem Kapitel vorgestellten Verfahren, entsprechende Hardware und Software notwendig, um die Zusatzdaten zu extrahieren.

Das BOT Verfahren wurde in verschiedenen Feldversuchen und Pilotprojekten erfolgreich getestet. Während der IFA 1997 erfolgte die terrestrische Ausstrahlung über mehrere TV-Programme. Später entwickelte die Met@box TV AG eine STB, welche dieses Verfahren kommerziell zum Einsatz brachte. Durch einen Datendienst namens met@TV wurden verschiedene redaktionell aufbereitete Inhalte angeboten. Ein Dienstanbieter überträgt die Daten per TCP/IP an den Sender, welcher die Daten per "BOT-Inserter" in das analoge TV Signal

---

<sup>8</sup>Intercast ist das einzige hier vorgestellte Verfahren, bei dem die Zusatzdaten nur am PC mit einer entsprechenden Zusatzkarte empfangen werden können.

integriert [12]. Die met@box besaß ein integriertes Modem [9], über das die Verbindung zum Internet hergestellt wurde.

### **2.3.7 Zusammenfassung**

Die in diesem Kapitel vorgestellten Verfahren basieren auf der Einbindung von digitalen Zusatzdaten in die Austastlücke des analogen TV-Signals. Im VBI kann durch die begrenzte Bandbreite jedoch nur eine sehr begrenzte Datenmenge übertragen werden. Konkurrierende Dienste lassen sich meist nicht gleichzeitig senden. Außerdem erfolgt die Übertragung durch die eingeschränkte Bandbreite recht langsam. Bei schlechtem analogen Empfang kann es darüber hinaus zu Datenverlust kommen<sup>9</sup>. Digitales Fernsehen basiert auf einem vollständig anderem Konzept. Die Integration von digitalen Zusatzdaten in das Rundfunksignal war bei der Erstellung der Standards ein zentrales Konzept.

---

<sup>9</sup>bei einer Fehlerrate, die auch durch Fehlerschutzmechanismen nicht korrigiert werden kann

## **3 Grundlagen DTV**

### **3.1 Verbreitung**

#### **3.1.1 Vorgaben**

Nach einem Beschluss der Bundesregierung im August 1998, soll der analoge Fernseh Rundfunk schrittweise bis zum Jahr 2010 auf digital umgestellt werden [19, 64]. Die 1997 vom "Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie" (BMWi) gegründete Arbeitsgruppe "Initiative Digitaler Rundfunk", entwickelte Szenarien und Empfehlungen für die Einführung digitaler Rundfunkangebote und Zusatzdienste in Deutschland [19]. Die Umstellung bei der Übertragung mittels Satellit und Kabel erfolgt jedoch letztlich marktgetrieben. Für die terrestrische Übertragung mittels Antenne, empfiehlt das IRD eine "inselweise" Umstellung zunächst in großen Ballungszentren. Später soll der terrestrische Empfang in die Fläche ausgedehnt werden. Da bei der terrestrischen Übertragung kaum noch ungenutzte Frequenzen zur Verfügung stehen, soll die Umstellung von analog auf digital zumeist hart erfolgen, d.h. Abschaltung analoger Kanäle und Aufschaltung digitaler Kanäle. Lediglich in einer kurzen Übergangszeit soll die Parallelausstrahlung von analogen und digitalen Kanälen stattfinden (Simulcast).

#### **3.1.2 Situation**

In Deutschland empfangen zum Jahresende 2003 ca. 36 Millionen Haushalte Fernsehen. Ca. 5,3 Millionen TV-Haushalte empfangen das Fernsehprogramm bereits digital über Satellit (3,18 Millionen) oder Kabel (2,11 Millionen) [8]. Aktuell dürfte die Anzahl der digitalen TV-Haushalte jedoch höher liegen, da mittlerweile auch in großen Ballungszentren der Empfang von terrestrischem digitalen Fernsehen möglich ist.

#### **3.1.3 Vergleich zu Großbritannien**

Großbritannien kann in Europa die höchste Anzahl digitaler TV-Haushalte aufweisen. Anfang 2004 empfangen dort bereits etwa 12,5 Millionen Haushalte digitales Fernsehen [7]. Dies entspricht 48% aller TV-Haushalte. In Deutschland beträgt der Anteil hingegen lediglich etwa 15%. Der Hauptgrund für die schnelle Marktdurchdringung in Großbritannien ist darin begründet, dass dort der größte Teil der Bevölkerung Fernsehen bisher über Antenne empfing und dabei nur 5 Sender zur Auswahl standen. Freeview – das digitale Pandon –



überträgt heute über 40 Sender kostenlos. Allein bis Ende 2004 wurden für Freeview fünf Millionen Empfangsboxen verkauft<sup>1</sup>.

## 3.2 Standards

Die technischen Grundlagen und Rahmenbedingungen des digitalen Fernsehens wurden in verschiedenen internationalen Arbeitsgruppen spezifiziert. Die an der Entwicklung am stärksten beteiligten Organisationen sind die "Moving Picture Expert Group" (MPEG) und das "Digital Video Broadcasting Project" (DVB). Das "Advanced Television Systems Committee" (ATSC), eine amerikanische Standardisierungsbehörde, entwickelte auf der Grundlage von MPEG eigene digitale Fernsehstandards, die in Nordamerika Anwendung finden.

### 3.2.1 MPEG

MPEG wurde 1988 von der "International Organization for Standardization" (ISO) gegründet. Ziel der Arbeitsgruppe war unter anderem die Standardisierung der Struktur und der Syntax von kodierten Audio- und Videodaten. Ein solcher Standard ermöglicht, dass sogenannte kompatible Decoder den in MPEG kodierten Datenstrom interpretieren können. Der Prozess ist unabhängig davon, welcher technisch mehr oder weniger anspruchsvolle Encoder den Datenstrom generierte.

Die erste Aufgabe der Arbeitsgruppe war der Entwurf eines Systems zur Kodierung und Speicherung von bewegten Bildern und Audio mit einer Datenrate von 1,5 Mbit/s oder weniger. Dies entspricht in etwa der Datenrate einer herkömmlichen Audio CD. 1993 wurde MPEG-1 (ISO/IEC 11172) als internationaler Standard von der ISO verabschiedet. MPEG-1 bildet die Grundlage des MPEG-2 Standards, der 1994 veröffentlicht wurde. MPEG-2 ermöglicht die Übertragung von kodierten Audio- und Videodaten mit unterschiedlichen Datenraten von bis zu 100 Mbit/s. Die wichtigsten Spezifikationen des MPEG-2 Standards sind MPEG-2 Video, MPEG-2 Audio und MPEG-2 System. In den folgenden Jahren veröffentlichte MPEG weitere Standards wie MPEG-4 (Kodierung mit sehr hoher Komprimierung), MPEG-7 (Beschreibung von Multimediadaten mittels Metadaten) und MPEG-21 (Framework für Multimediadaten zur Abdeckung aller Teilbereiche wie Lieferung und Rezeption).

### 3.2.2 DVB

1991 schlossen sich Vertreter der Industrie, der öffentlichen und privaten Rundfunkanstalten, der Telekom-Gesellschaften, der Forschungsinstitute und der EG-Kommission zur "European Launching Group" (ELG) zusammen, um eine einheitliche europäische Richtlinie und die technischen Grundlagen für digitales Fernsehen zu entwickeln[91]. Von der "Working Group for Digital Television Broadcasting" (WGDTB), einer ELG Arbeitsgruppe, wurden

---

<sup>1</sup><http://www.ftd.de/tm/me/1108191844287.html>

Qualitätsebene	Anwendung	Datenrate
LDTV (Limited Definition Television)	Fernsehprogramme in einfacher Ton- und Bildqualität, die auf kleinen Bildschirmen wiedergegeben werden	1,5 - 2 Mbit/s
SDTV (Standard Definition Television)	Fernsehprogramme in Standard Bildqualität (vergleichbar zu analogem PAL) für Wiedergabe auf Standard TV Geräten	3 - 4 Mbit/s
EDTV (Enhanced Definition Television)	Fernsehprogramme mit verbesserter Ton- und Bildqualität für Wiedergabe auch auf großen Bildschirmen	6 - 9 Mbit/s
HDTV (High Definition Television)	Fernsehprogramme in besonders hoher Ton- und Bildqualität	20 - 30 Mbit/s

Tabelle 3.1: Qualitätsstufen für Digitales Fernsehen

bereits frühzeitig verschiedene Qualitätsstufen für digitales Fernsehen definiert (siehe Tabelle 3.1). Im September 1993 unterzeichneten die 80 Mitglieder der ELG die "Memorandum of Understanding". Mit dieser gemeinsamen Absichtserklärung einher, ging die Umbenennung der ELG zu DVB. Nach diesem Zusammenschluss übernahm DVB in Europa und später auch weltweit die Führungsrolle bei der Entwicklung internationaler Standards im Umfeld des digitalen Fernsehens.

Im Rahmen der Aktivitäten von DVB entstanden eine Vielzahl von Standards für ganz unterschiedliche Anwendungsgebiete im Umfeld des digitalen Fernsehens. Die wichtigsten Standards werden im Folgenden kurz erläutert.

Eine standardisierte und sichere Übertragung bildet die Grundvoraussetzung einer digitalen Fernsehversorgung. DVB spezifiziert unter anderem die Übertragung digitaler Daten über Satellit (DVB-S), über Kabel (DVB-C) und über Antenne (DVB-T). Neuere Standards sind weiterhin DVB-IPI und DVB-H. DVB-IPI spezifiziert die Übertragung über Internet-Protokolle und DVB-H ist ein auf DVB-T basierender Standard für die Übertragung von DVB Diensten zu Mobiltelefonen und Handhelds.

Service Informationen (SI) bilden den Schlüssel zur Interpretation der empfangenen digitalen Daten und sind in DVB-SI definiert. Die Möglichkeit der Einbindung beliebiger Daten in den digitalen Datenstrom ist eines der grundlegenden Konzepte des digitalen Fernsehens. Das sogenannte "Data Broadcasting" basiert auf den in DVB-DATA definierten Mechanismen. Die bei analogen Fernsehen über das VBI übertragenen Daten (z.B. Videotext oder Untertitel) müssen ebenfalls in den digitalen Datenstrom integrierbar sein. DVB-VBI und DVB-TXT sind die dafür entwickelten Standards.

Die Möglichkeit des Datenaustauschs zwischen Programmanbieter, Dienstanbieter und Nutzer ist Voraussetzung für neuartige Anwendungen. DVB definiert für die Möglichkeit der

Interaktion sowohl Netzwerk unabhängige Protokolle (ETS 300 802) als auch Netzwerk abhängige Protokolle. Beispielsweise sind in DVB-RCC die technischen Rahmenbedingungen für einen bidirektionalen Interaktionskanal über Kabel spezifiziert. Auch für Satellit (DVB-RCS), Antenne (DVB-RCT) oder ISDN (DVB-RCP) sind Standards festgelegt.

### 3.2.3 ATSC

Nachdem in Japan in den 80er Jahren mit dem "Multiple Subnyquist Sampling Encoding" System (MUSE) bereits ein System für hochauflösendes analoges Fernsehen (HDTV) verfügbar war, sah die amerikanische Regulierungsbehörde FCC ("Federal Communications Commission") dringenden Handlungsbedarf, ebenfalls HDTV im eigenen Land zu ermöglichen. 1987 veranlasste FCC eine entsprechende Initiative und in den folgenden Jahren entwickelten verschiedene Hersteller 21 Testsysteme [110]. Die Hersteller der vier erfolgreichsten Systeme schlossen sich 1993 zu der "Grand Alliance" zusammen mit dem Ziel der Entwicklung eines einheitlichen "Grand Alliance HDTV Systems" für die terrestrische Übertragung. ATSC erkannte dieses System 1995 als Standard an. In den folgenden Jahren entwickelte ATSC weitere Standards ähnlich zu DVB.

## 3.3 Ausstrahlung

### 3.3.1 Begriffsdefinition

Die in diesem Kapitel vorgestellten Definitionen dienen als Grundlage für die folgenden Kapitel.

Ein MPEG Netzwerk (Network) besteht aus einem oder mehreren MPEG Transport Streams, die auch als Multiplexe bezeichnet werden. Transport Streams (TS) sind eine lineare Sequenz von TS Paketen. In einem TS können mehrere MPEG Services enthalten sein (siehe Abbildung 3.1).

Jeder Service<sup>2</sup> beinhaltet eine Menge von Service Komponenten (z.B. Audio, Video, Daten). "A service is a collection of content for presentation on a reciver. . . a service might not just consist of a single audio and video stream, it may consist of multiple audio and video streams as well as data." [20] Für jede dieser Komponenten existieren Service Informationen (SI) im TS. SI sind Meta-Daten und dienen u.a. der Interpretation der empfangenen Daten. Die SI sind in definierten Datenstrukturen, den SI Tabellen, angeordnet. Jede Zeile einer Tabelle (ein Eintrag) bildet eine Sektion.

Ein Bouquet ist eine Menge von Services, die als eine Einheiten vermarktet werden. Besser bekannt als Programmpaket beispielsweise für Sport oder Dokumentationen. Ein Bouquet kann Services aus verschiedenen Multiplexen enthalten.

---

<sup>2</sup>vergleichbar mit einem Programm

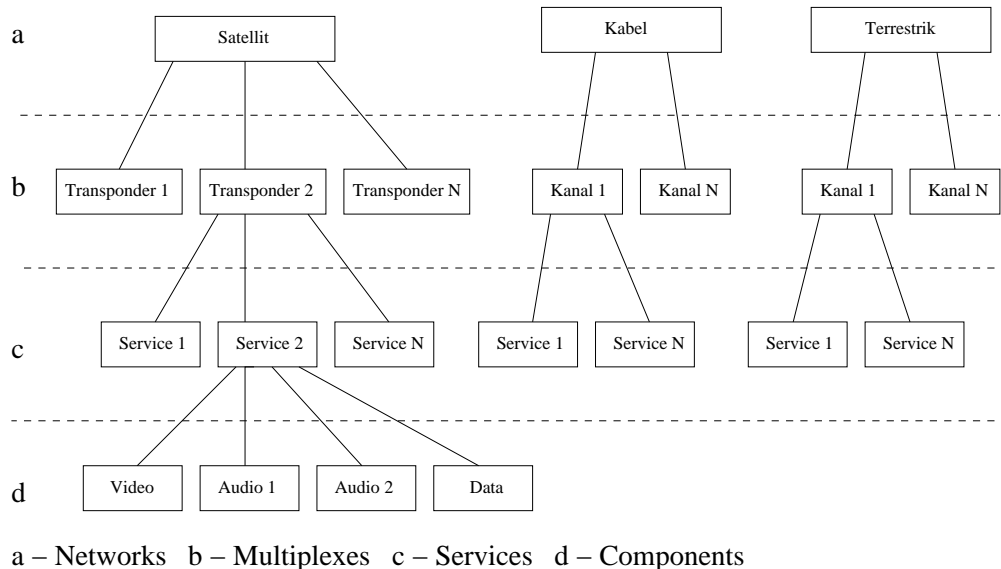


Abbildung 3.1: Schematische Darstellung von Broadcast-Elementen nach DVB [47]

Ein Event lässt sich als eine Sendung innerhalb eines Services beschreiben und besteht aus mehreren Service Komponenten.

### 3.3.2 Überblick

Ein Service kann aus mehreren Audio-, Video- oder Daten-Elementarströmen (Service Komponenten) zusammen gesetzt sein. Um Elementarströme (Audio, Video, Daten) genau identifizieren zu können, erzeugt ein Generator SI. Sollen einzelne Elementarströme verschlüsselt übertragen werden, so erzeugt das "Conditional Access" (CA) Modul entsprechende Verschlüsselungsinformationen. In einem Transport Multiplexer laufen alle Daten zusammen. Hier werden die Daten, die zuvor in Pakete zerlegt wurden in einen TS gemultiplext.

Anschließend werden auf den TS Methoden zum Fehlerschutz wie der Reed-Solomon Code oder die Verschachtelung ("interleaving") angewandt. Der Reed-Solomon Code ermöglicht die Fehlererkennung sowie bis zu einem begrenztem Maße die Fehlerbeseitigung durch Anfügen von Kontroll-Bits an die TS Pakete. Durch die Verschachtelung ist es auf Empfängerseite möglich, große lokal auftretende Fehler ("Burst Errors") methodisch zu streuen und damit durch Reed-Solomon korrigierbar zu machen.

### 3.3.3 Programm- und Transport-Stream

Der Multiplexprozess erzeugt im Ergebnis einen TS mit binär kodierten Daten. Neben der Erzeugung eines TS ist in MPEG-System auch die Erzeugung eines Programm Streams (PS)

definiert.

PS kommen in sicheren Kanälen mit niedriger Fehler- und Verlustrate zum Einsatz. Die bekannteste Anwendung für PS ist die "Digital Video Disc" (DVD). PS Pakete können im Vergleich zu TS Paketen von variabler und großer Länge sein, wodurch eine optimale Übertragungsrate gewährleistet ist. Ein PS ist auf die Übertragung eines einzelnen MPEG-2 Services mit verschiedenen Service Komponenten beschränkt.

Bei fehleranfälligen Kanälen hingegen werden TS angewandt. Fehleranfälligkeit bezieht sich auf Bitfehler oder auf den Verlust von TS Paketen. Im Gegensatz zu einem PS können in einem TS mehrere MPEG-2 Services mit eigener Zeitbasis gleichzeitig übertragen werden. Aktuell eingesetzte Systeme nach DVB bzw. ATSC Standard erzeugen ausschließlich TS [110, 23].

### 3.3.4 Segmentierung und Paketierung

Video- und Audio-Encoder erzeugen Elementarströme, die von einem Packer in sogenannte gepackte Elementarströme (PES) umgewandelt werden. Die PES Pakete sind von variabler Länge und enthalten neben den eigentlichen Daten noch Identifikations- und Synchronisationsinformationen im Header. Sowohl Audio- und Video-PES als auch Daten PES können laut MPEG Standard in einen PS oder in einen TS gemultiplext werden.

PES Pakete sind für den synchronen Datentransport vorgesehen. Sie besitzen im Header Synchronisationsinformationen, die ein Decoder für die korrekte synchrone Wiedergabe auswerten muss. Neben den PES Paketen ist in MPEG-System auch noch die Sektion als Datenstruktur definiert. Die Sektion dient der asynchronen Übermittlung von Informationen, wie beispielsweise die SI.

Sowohl PES als auch Sektionen werden in TS Pakete aufgeteilt. Jedes TS Paket ist 188 Byte groß. Die ersten vier Bytes bilden den Header und die verbleibenden 184 Bytes den Payload. Das erste Byte des Headers ist stets das Synchronisation-Byte mit dem Wert 0x47. PES und Sektionen können in mehrere TS Pakete aufgeteilt werden (siehe Abbildung 3.2). Auch ist es möglich, in einem TS Paket mehrere Sektionen zu übertragen.

Jedem TS Paket ist eine eindeutige Paket Identifikationsnummer (PID) zugeordnet. Anhand der PID und einem Paket Zähler, können die TS Pakete auf Empfängerseite wieder zu einer Service Komponente (beispielsweise einem Video Elementarstrom) zusammengesetzt werden. Durch die Auswertung des Paket Zählers wird der Verlust von TS Paketen ersichtlich.

Zur Gewährleistung einer konstante Bitrate des TS, erfolgt nach Bedarf die Integration von TS NULL Paketen in den TS. TS NULL Pakete sind mit der definierten PID 0x1FFF gekennzeichnet. Diese Pakete werden vom Decoder ignoriert, unabhängig davon, welche Daten im Payload des TS Pakets enthalten sind.

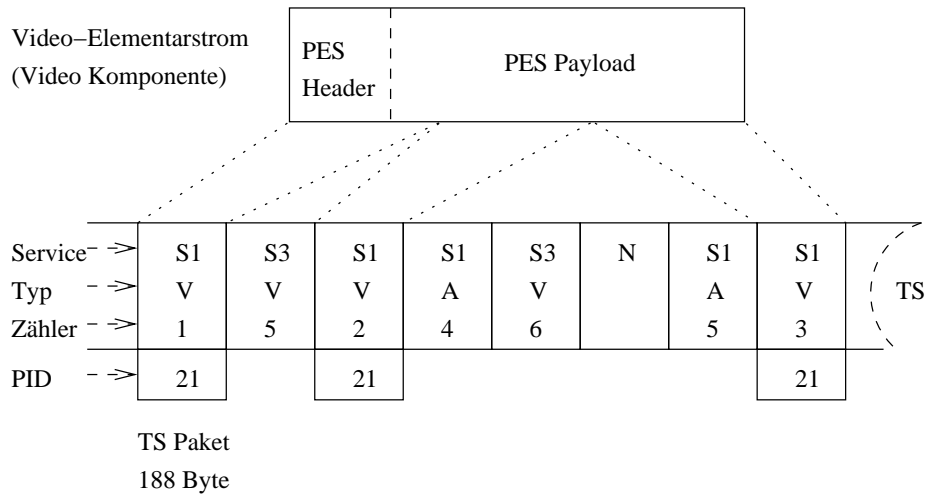


Abbildung 3.2: Paketierung PES in MPEG-2 TS (Beispiel) in Anlehnung an [23]

### 3.3.5 Timer-Steuerung

Audio- Video- und ggf. Zusatzdaten müssen durch den Decoder wieder synchron und in der richtigen Reihenfolge dargestellt werden. Um dies zu gewährleisten, existiert sowohl beim Sender als auch beim Empfänger eine "System Time Clock" (STC). Die STC wird durch einen 42 Bit Zähler mit einer Umschaltfrequenz von 27 MHz (entspricht einer Taktzeit von etwa 37 ns) realisiert [23]. Die Synchronisation der STC des Encoders und der STC des Decoders erfolgt über eine "Program Clock Reference" (PCR), die im erweiterten Header der TS Pakete übertragen werden kann. Nach Vorgabe in MPEG-2 System, muss die Übertragung der PCR mindestens zehnmal pro Sekunde erfolgen.

Um die richtige Reihenfolge der Darstellung von Audio-, Video- und Zusatzdaten sicherzustellen, fügt der Encoder auf Grundlage der STC Zeitmarken in die PES Pakete ein. Von diesen Zeitmarken existieren zwei Varianten. Die "Presentation Time Stamp" (PTS) gibt den Zeitpunkt der Audio- und Videowiedergabe durch den Encoder an. Eine zweite Form der Zeitmarke ist die "Decoding Time Stamp" (DTS), welche nur für Videodaten relevant ist. Sogenannte MPEG B-Bilder (bidirektional kodiert Bilder) benötigen zur Dekodierung Daten von nachfolgend kodierten Bildern (I- oder P-Bilder). Die Dekodierung der betreffenden nachfolgenden Bilder muss also schon vor der Darstellung des betreffenden B-Bildes geschehen. Die DTS gibt daher an, in welcher Reihenfolge einzelne Bilder im Empfänger dekodiert werden müssen.

### 3.3.6 Komprimierung

Vor der Segmentierung der PES Pakete in TS Pakete und dem anschließenden Multiplex, muss im Falle von Video- und Audiodaten eine Komprimierung des Ausgangsmaterials er-

folgen. Liegt das Ausgangsmaterial in analoger Form vor, so erfolgt zuvor eine Digitalisierung. Der MPEG Standard beschreibt eine Vielzahl von Methoden zu einer effektiven Komprimierung der digitalisierten Audio- und Videodaten.

MPEG ist ein asymmetrisches Verfahren, d.h. die Kodierung ist um ein vielfaches komplexer als die Dekodierung. Komplexe Algorithmen und hohe Rechenleistung sind für eine effiziente Komprimierung von Audio- und besonders von Videodaten erforderlich. Der Prozess der Dekodierung hingegen verläuft nach einem bestimmten Schema aufgrund der im Datenstrom enthaltenen SI.

Im Sendestudio wird meist mit digitalisiertem Video-Material nach dem ITU-R 601 Standard<sup>3</sup> gearbeitet. Bei diesem Standard erreicht man allein für Video eine Datenrate von knapp 166 Mbit/s. ITU-R 601 4:2:2 definiert eine Abtastfrequenz der analogen Vorlage von 13,5 MHz. Jeder Pixel setzt sich aus einem Luminanz-Wert für die Helligkeit (Y) und zwei Chrominanzwerten für die Farbigkeit (Yb, Yr) zusammen (digitales Komponentensignal). Da das menschliche Auge für Farbänderungen weniger empfindlich ist, als für Helligkeitsschwankungen, wird Luminanz und Chrominanz im Verhältnis 2:1 abgetastet<sup>4</sup>. Die Chrominanzwerte werden also jeweils mit 6,75 MHz abgetastet. Jeder Abtastwert wird mit 8 Bit kodiert und man erhält bei 576 Zeilen und bei 720 Abtastungen pro Zeile eine Datenmenge von  $576 \times 720 \times 8 + (576 \times 360 \times 8) \times 2$ , also etwa 6.6 Mbit pro Frame.

DVB spezifiziert für die Übertragung von MPEG-2 Video eine Frequenz von 25 Hz bzw. 30 Hz [48]. Somit erhält man bei 25 Hz eine Gesamtdatenrate von knapp 166 Mbit/s (6.6 Mbit x 25 1/s). Für hochauflösendes Fernsehen mit einer Auflösung von 1440x1152 Pixel bzw. 1920x1152 Pixel ist die Datenrate entsprechend höher (663 bzw. 1800 Mbit/s). Die Übertragung der Daten über Kabel oder Satellit auf einem Transponder ist jedoch auf knapp 40 Mbit/s beschränkt. Schnell wird deutlich, dass erst Komprimierung das digitale Fernsehen überhaupt ermöglicht.

Komprimierung bezeichnet "eine Klasse von Verfahren, bei der eine Datenmenge bei gleichem Informationsgehalt durch Wegfall von Redundanz und/oder Irrelevanz verringert wird." [64] Redundanzen werden beseitigt, indem u.a. häufig vorkommende Zeichenfolgen durch kurze Codes ersetzt und selten auftretende Zeichenfolgen durch längere Codes ersetzt werden (Huffman-Codierung). Außerdem sehr effektiv ist die Ausnutzung von Abhängigkeiten zwischen Frames (Inter Frame Codierung bzw. Bewegungskompensation). So werden die Informationen aufeinander folgender Frames nicht komplett neu kodiert, sondern es werden Zwischenframes gebildet, bei denen nur die Differenz zum Vorgänger- bzw. Nachfolgeframe kodiert sind. Zusätzlich wird ein Frame in Makroblöcke der Größe 8x8 Pixel aufgeteilt. Jedem dieser Makroblöcke ist ein Bewegungsvektor (Displacementvektor) zugeordnet. Bei sich bewegenden Objekten ist dann nur die Übertragung des Bewegungsvektors notwendig.

"Unter Irrelevanzreduktion versteht man ... das Zulassen von nichtsichtbaren Codierfehlern unter Ausnutzung der Grenzen der optischen Wahrnehmungsfähigkeit." [31] Als Grund-

---

<sup>3</sup>ein Standard der ITU

<sup>4</sup>nur bei jeder zweiten Abtastung wird der Chrominanzwert gemessen

lage dienen psycho-visuelle Modelle, die auf der visuellen Wahrnehmung des Auges beruhen. Nachdem jeder einzelne Frame durch die "Diskrete Cosinus-Transformation" (DCT) von dem Ortsbereich (Matrix mit RGB-Werten) in den Frequenzbereich (Koeffizientenmatrix) transformiert wurde, befinden sich hohe und für das Auge schwer wahrnehmbare Ortsfrequenzen im rechten unteren Bereich der Ergebnismatrix. Durch Quantisierung (es erfolgt eine Division der Koeffizienten mit einer natürlichen Zahl und anschließende Rundung auf die nächste ganze Zahl) werden viele dieser Werte zu Null.

Allgemein können Komprimierungsverfahren in verlustfreie und in verlustbehaftete Verfahren unterschieden werden. Verlustfreie Komprimierung von Audio und Video ist durchschnittlich auf einen Komprimierungsfaktor von 2:1 beschränkt [127]. Bei einer verlustfreien Komprimierung kann, im Gegensatz zu einer verlustbehafteten Komprimierung, kein Komprimierungsfaktor garantiert werden. Für Umgebungen mit eingeschränkter Bandbreite ist eine solche Garantie jedoch erforderlich. MPEG als ein hybrides Komprimierungsverfahren [119, 89], nutzt sowohl verlustfreie als auch verlustbehaftete Komprimierung, um einen hohen Komprimierungsgrad zu erreichen und eine Datenrate zu garantieren.

Je nach Ausgangsmaterial führt die Komprimierung zu unterschiedlichen Übertragungsraten. Die Komprimierung von Sendungen mit ständig wechselndem Bildinhalt (z.B. Sportübertragung) führt zu einer höheren Datenrate, als die Komprimierung von Sendungen mit wenigen Szenenwechseln (z.B. Übertragung einer Oper). Die verfügbare Bandbreite kann demzufolge unterschiedlich ausgenutzt werden. Nicht genutzte Bandbreite kann mit Zusatzdaten aufgefüllt werden.

#### 3.3.7 Service Informationen

In regelmäßigen Abständen werden SI in den TS eingefügt. Empfänger benötigen die SI um den kontinuierlichen Datenstrom, bestehend aus TS Paketen richtig interpretieren zu können. Die wichtigsten SI, durch MPEG-System definiert, sind:

- Auflistung der Services, die in einem TS enthalten sind,
- Auflistung aller Komponenten eines Services (Audio, Video, Daten),
- Angabe der zugehörigen PIDs zur Identifikation der entsprechenden TS Pakete.

Die Programmverknüpfungstabelle ("Program Association Table" – PAT) enthält eine Liste aller Services eines TS. Die Übertragung der PAT erfolgt stets mit PID 0x0000. Die PAT stellt die Verbindung zwischen Programmnummer (program\_number) und PID der zugehörigen Programmkomponententabelle ("Program Map Table" – PMT) her. Die PAT wird stets unverschlüsselt in regelmäßigen und kurzen Intervallen übertragen.

Die PMT enthält Informationen, die zur Identifikation aller Service Komponenten eines Services notwendig sind (siehe Abbildung 3.3). Eine Service Komponente wird durch einen



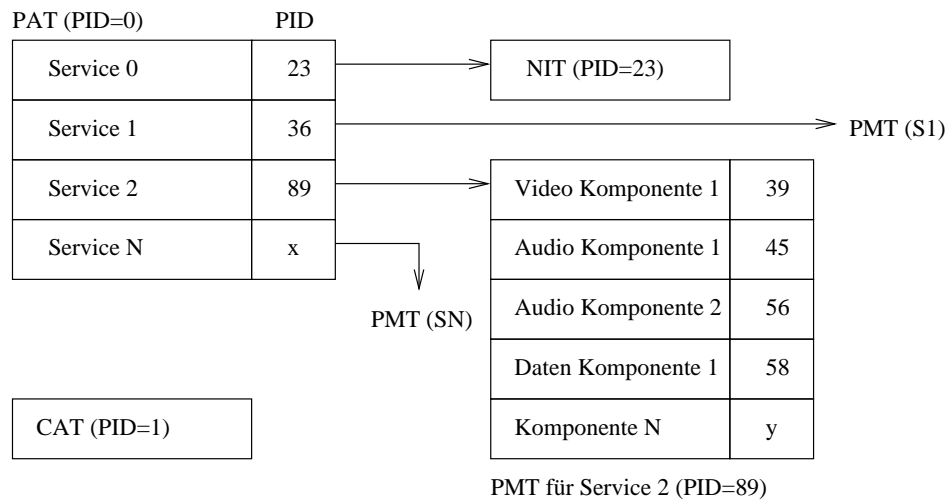


Abbildung 3.3: Service Informationen (Beispiel)

Stream Typ (`stream_type`), einer PID und Deskriptoren, die zusätzliche Informationen enthalten, spezifiziert. Für jeden in einem TS übertragene Service existiert eine PMT. Die PMT enthält zusätzlich die PID der TS Pakete, welche im Header die PCR enthalten (siehe Kapitel 3.3.5).

Eine weitere Tabelle, die Netzwerkinformationstabelle ("Network Information Table" – NIT), wird durch die PID lokalisiert, die in der PAT an Position 0 zu finden ist. Die NIT enthält u.a. Informationen über Netzwerkeigenschaften und andere TS im selben Netzwerk.

Die optionale Verschlüsselungstabelle ("Conditional Access Table" – CAT), wird stets mit der PID 0x0001 übertragen. Die CAT enthält Informationen zu dem verwendeten Verschlüsselungssystem ("Conditional Access" – CA) und damit verbundenen Zugangsberechtigungen.

Ein Empfangsgerät führt auf Grundlage der SI die folgenden Schritte aus:

- Nach der Initialisierung des Systems werden automatisch alle TS Pakete mit PID 0 herausgefiltert. Diese Pakete bilden die PAT. Jeder Eintrag in der PAT ist ein Eintrag der Form (Programmnummer, PID der zugehörigen PMT).
- Nach Auswahl eines Services selektiert der Demultiplexer alle Pakete mit derjenigen PID, die im PAT zu dem Service angegeben ist. Auf diese Weise wird die PMT gebildet, welche die PIDs der einzelnen Service Komponenten enthält. Die durch diese PIDs gekennzeichneten Pakete werden an die entsprechenden Audio-, Video- bzw. Daten-Decoder weitergeleitet, verarbeitet und anschließend dargestellt.

Zusätzlich zu den in MPEG-2 System definierten SI spezifiziert DVB weitere SI [47]. Mit diesen Informationen lässt sich beispielsweise ein EPG realisieren, durch den einzelne

Sendungen genau spezifiziert werden. Informationen sind in den dafür definierten Tabellen enthalten, wie

- der Name eines Bouquet und die zugehörigen Services ("Bouquet Association Table" – BAT),
- die genaue Beschreibung eines Services durch ID, Status, Verschlüsselung (ja/nein) ("Service Description Table" – SDT),
- die Informationen über die Sendungen eines Dienstes wie Startzeit, Dauer der Sendung oder Verschlüsselung ("Event Information Table" – EIT),
- der Status einer Sendung wie "not running", "starts in a few seconds", "pausing" oder "running" ("Running Status Table" – RST),
- die aktuelle Uhrzeit und Datum ("Time and Date Table" – TDT).

### 3.3.8 Zusatzdaten

Neben den Audio- und Videodaten sowie den SI können beliebige digitale Zusatzdaten einem Service hinzugefügt werden. Der Mechanismus zur Übertragung von Zusatzdaten im TS wird allgemein auch als "Data Broadcasting" bezeichnet. "Data Broadcasting" bildet die Grundlage der Übertragung von Zusatzdiensten, wie etwa interaktiven Anwendungen, zum Empfänger<sup>5</sup>.

Es existieren verschiedene Protokolle, um Daten innerhalb eines TS zu übertragen. Die Wahl der geeigneten Methode ist abhängig von den genauen Anforderungen der Zielanwendung [45]. Typische Anwendungen für "Data Broadcasting" sind [116]:

- Update der Firmware einer STB,
- Übertragung von Anwendungen,
- Übertragung von Anwendungsressourcen (Bilder, Texte usw.),
- Erweiterte Service Informationen über DVB-SI hinaus (für beispielsweise EPG),
- Internet-Dienste,
- Übertragung proprietärer Daten (Preislisten usw.).

Die durch DVB standardisierten Mechanismen zur Übertragung von Zusatzdaten sind (siehe Abbildung 3.4):

---

<sup>5</sup>MHP nutzt beispielsweise die im Folgenden vorgestellten Übertragungsmechanismen Object Carousel und multi-protocol encapsulation

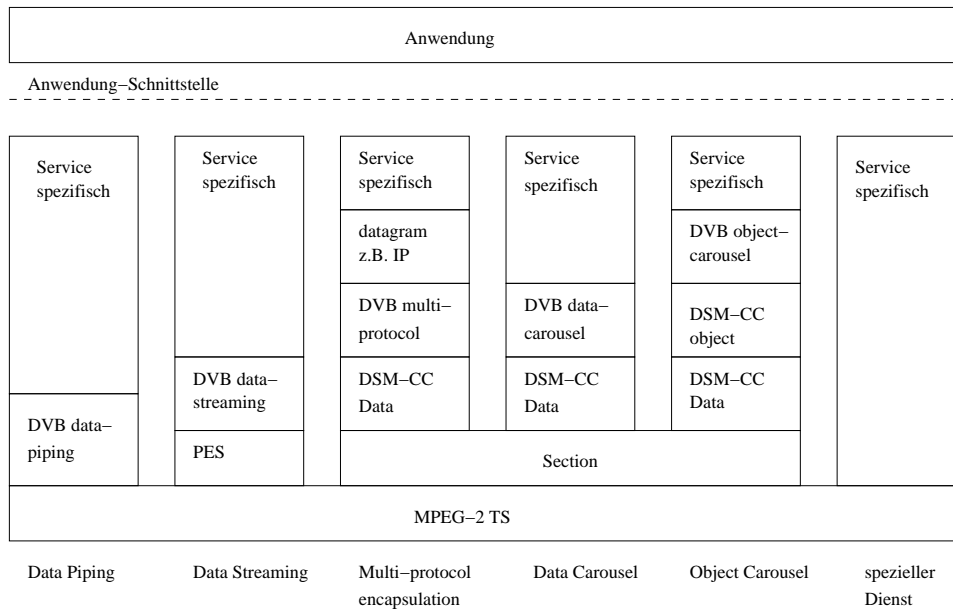


Abbildung 3.4: "Data Broadcasting" Protokolle nach DVB [49]

- Daten Piping,
- Daten Streaming,
- Mehr-Protokoll Kapselung,
- Daten-Karussell,
- Objekt-Karussell.

Drei dieser Mechanismen beruhen auf dem DSM-CC Standard. DSM-CC, ein ursprünglich zur Kontrolle der Wiedergabe von MPEG-2 TS entwickeltes Protokoll, wurde von MPEG spezifiziert und standardisiert (MPEG-2 ISO/IEC 13818-6). DSM-CC ist unabhängig von dem verwendeten Transportprotokoll.

Daten Piping ist ein asynchroner Transportmechanismus. Die Daten werden einfach in den Payload der MPEG TS Pakete integriert. Dabei ist kein definierter Fragmentierungsmechanismus vorgeschrieben. Für das Daten Piping ergeben sich verschiedene Anwendungen. Die Kapselung von standardisierten Protokoll Daten wie MPEG-4 kodierte Audio- bzw. Video-Elementarströme ist ebenso möglich, wie die Übertragung von Nutzer definierten Anwendungsdaten.

Für Daten Streaming sind drei verschiedene Transportmechanismen definiert: Asynchrones Daten Streaming sowie Synchronous und Synchronized Data Streaming. Bei allen drei Mechanismen werden die Daten in PES Pakete integriert.

Synchronisiertes Daten Streaming wird angewandt, wenn ein Daten Elementarstrom mit einem anderen Elementarstrom (beispielsweise Video PES) synchronisiert werden soll. Die Synchronisation erfordert die Verfügbarkeit einer gemeinsamen Zeitbasis für die verschiedenen Service Komponenten. Daten, die bei einem bestimmten Frame zu einer bestimmten Zeit angezeigt werden sollen, bilden eine "Data Access Unit" (DAU). Jede DAU wird zusammen mit einer entsprechenden PTS in den Payload der PES Pakete gepackt. Ein Beispiel für diese Form der Übertragung ist ein Datendienst, der zu einem bestimmten Video-Frame eine Programmüberblendung anzeigen soll.

Synchrones Daten Streaming wird genutzt, wenn der Empfänger die Daten schrittweise und mit konstanter Bitrate einer Anwendung übermitteln muss. Um eine hohe Genauigkeit beim Timing zu erreichen, besitzen die durch diese Methode erstellten PES Pakete zusätzlich zu der PTS eine 9 Bit PTS Erweiterung im Header. Durch diese Erweiterung steigt die Genauigkeit der integrierten Uhr. Einer Anwendung werden im Empfänger kontinuierlich 16 Bit "Synchronous Data Access Units" (SDAUs) aus einem Zwischenspeicher geliefert.

Mehr-Protokoll Kapselung ist eine Übertragungsmethode, die dem Transport von Netzwerkprotokoll Datagrammen<sup>6</sup> dient. Der Mechanismus ermöglicht die Übertragung von Daten per Unicast (Datagramme an einen Empfänger), Multicast (Datagramme an eine Gruppe von Empfängern) oder Broadcast (Datagramme an alle Empfänger). Die zu übertragenden Datagramme werden in eine spezielle Sektion gepackt. Zur Adressierung eines oder mehrerer Empfänger wird eine 48 Bit MAC Adresse verwendet.

Der Karussell Mechanismus dient der wiederholten zyklischen Übertragung von Daten im TS. Die vom Empfänger benötigten Daten werden aus dem Karussell herausgefiltert. Bei größeren Datenmengen kann einige Zeit vergehen, bis die benötigten Informationen zur Verfügung stehen. Ein gutes Beispiel ist der Videotext, der ebenso im Karussell Mechanismus übertragen wird. Nach Eingabe einer dreistelligen Ziffer für eine Videotextseite wartet der Empfänger auf den Erhalt der entsprechenden Seite aus dem Karussell. Bessere Empfänger sind mit einem Speicher ausgestattet, in dem die Daten aus dem Karussell zwischengespeichert werden. Allgemein ist die Zeit für den Durchlauf eines Karussells abhängig von der Größe des Karussells und der Übertragungsrate.

DVB definiert zwei Karussell Mechanismen, nämlich Daten-Karussell und Objekt-Karussell. Das Daten-Karussell ist für die Übertragung von nicht spezifizierten Daten in sogenannten Modulen vorgesehen, während das Objekt-Karussell ganze Verzeichnisstrukturen überträgt.

Das Daten-Karussell wird angewandt, wenn einzelne Dateien übertragen werden sollen. Die Daten innerhalb des Karussells sind in Module gegliedert (siehe Abbildung 3.5). Module werden in Blöcke fester Größe unterteilt. Mehrere Module bilden eine Gruppe und mehrere Gruppen wiederum bilden eine Super-Gruppe [49].

Basierend auf dem unidirektionalen Kommunikationsmechanismus DSM-CC "User-to-Network", werden vier Nachrichten verwendet [23]. Drei Nachrichten enthalten Informatio-

---

<sup>6</sup>z.B. Internet Protokoll Datagramme

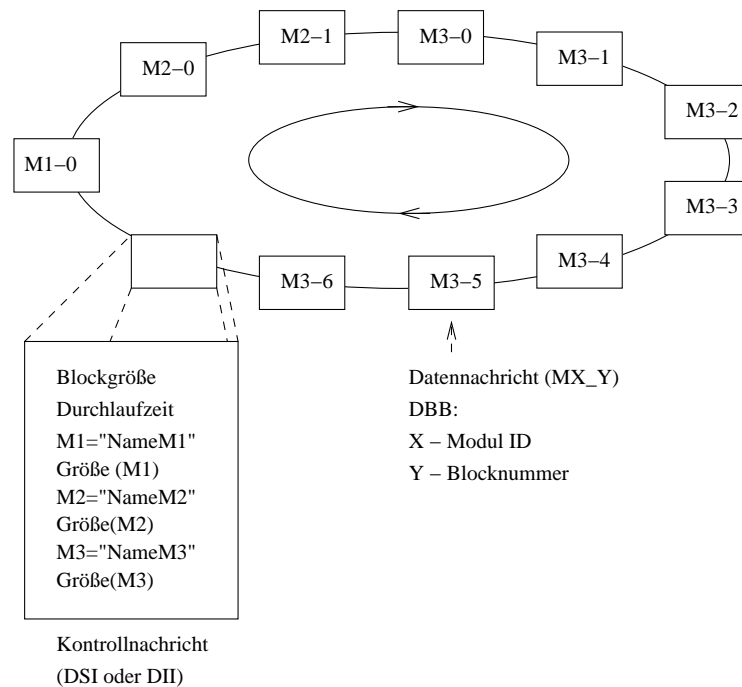


Abbildung 3.5: Schema eines Daten Karussells [45]

nen zur Kontrolle des Downloads (Kontrollnachrichten). Dies sind im einzelnen die "downloadServerInitiate" Nachricht (DSI), die "downloadInfoIndication" Nachricht (DII) und die "downloadCancel" Nachricht (DC). Die vierte verwendete Nachricht ist die "downloadDataBlock" (DBB) Nachricht, welche die eigentlichen Daten des Downloads enthält. DSI beschreibt die Gruppen in einer Super-Gruppe ("two-layer data carousel") und DII beschreibt, welche Module einer Gruppe ("one-layer data carousel") zugeordnet sind.

Das Objekt-Karussell ermöglicht die Übertragung ganzer Verzeichnisstrukturen. Dazu existieren Verzeichnis-, Datei- und Stream-Objekte. Objekte werden als "Broadcast Inter ORB Protokoll" (BIOP) Nachrichten übertragen. Das Format der BIOP Nachrichten ist durch CORBA definiert. Eine BIOP Nachricht besteht aus "MessageHeader", "MessageSubHeader" und "MessageBody". "MessageHeader" enthält u.a. Informationen zur Version des BIOP Protokolls und zur Länge der BIOP Nachricht. Der "MessageSubHeader" enthält Informationen zum "objectType" (Verzeichnis, Datei, Stream) und zum "objectKey" (eindeutiger Bezeichner innerhalb eines Moduls). Der "MessageBody" ist abhängig vom "objectType" und enthält die Daten des U-U Objektes. Die Größe einer BIOP Nachricht ist variabel. BIOP Nachrichten werden in den Modulen eines Daten-Karussells übertragen.

## 3.4 Übertragung

### 3.4.1 Allgemein

Digitale Signale (Rechteckschwingungen) können effektiv nur über kurze Entfernungen übertragen werden. Dämpfung und andere Störeinflüsse führen im Gegensatz zu analogen Signalen (Schwingungen) schnell zu einer Signalverzerrung [64]. Für die Übertragung über analoge Kanäle müssen digitale Signale durch einen Modulator in analoge Signale umgewandelt werden. Je nach Eigenschaft und Fehleranfälligkeit des Übertragungsweges (Satellit, Kabel, terrestrisch) werden unterschiedliche Modulationsverfahren angewandt (QPSK, QUAM, OFDM). Entsprechend der Modulationsart können mehr oder weniger digitale Informationen in einem analogen Symbol übertragen werden. Daraus resultieren unterschiedliche Übertragungskapazitäten. Die Übertragungskapazität bei Satellit bzw. Kabel liegt bei bis zu 40 Mbit/s pro Transponder bzw. Kanal, während bei der terrestrischen Übertragung bis zu 20 Mbit/s pro Kanal übertragen werden können [110].

### 3.4.2 Satellit

Die in Deutschland am weitesten verbreitete Empfangsform von digitalen Programmen ist der Direktempfang über Satellit. Vom Programmanbieter werden die Inhalte mittels Leitungsverbindung oder terrestrischen Rundfunk zur Erdfunkstelle transportiert und dort per sogenanntem "Uplink" zum Satelliten gesandt. Ein am Satellit installierter Transponder empfängt die Signale, verstärkt sie, führt eine Frequenztransformation durch und sendet die Signale per "Downlink" zurück zur Erde. Satellitenschüsseln empfangen die Signale auf bestimmten Frequenzen und verstärken diese für die Wiedergabe. Die Gebiete auf der Erde, in denen diese Signale empfangen werden können, werden als "Ausleuchtzone" oder "Footprint" bezeichnet. Die Ausleuchtzone vieler Satelliten umfasst häufig mehrere Länder bzw. große Teile Europas.

1995 beförderte SES ASTRA den ersten, direkt für die digitale Fernsehtechnologie ausgerüsteten Satellit ASTRA 1E in das All. Mit 18 Transpondern bestückt, ist der Satellit in der Lage zwischen 80 und 90 Digitalprogramme zu verbreiten [82]. Weitere solcher Satelliten ASTRA 1F, 1G, 1H sind heute in Benutzung.

### 3.4.3 Kabel

Kabel ist in Deutschland das zweitwichtigste Übertragungsmedium für digitale Rundfunkprogramme. Breitbandkabelnetze (BK-Netze) lassen sich in vier Netzebenen unterteilen. Netzebene eins, der überregionale Abschnitt, empfängt Rundfunksignale direkt vom Satellit. In Netzebene zwei, dem regionalen Abschnitt, werden die in Netzebene eins empfangenen und aufbereiteten Programme zu den sogenannten Kabelkopfstationen übertragen. Programme können hier mit lokalen Inhalten angereichert werden, bevor sie in die regionalen Kabelnetze eingespeist werden. Netzebene drei, der Ortsabschnitt, empfängt die Programme an

Verstärkerstellen und leitet diese an Übergabepunkte in die Haushalte. Innerhalb der Netzebene vier, der Hausverteilanlage, werden die Programme in die einzelnen Privathaushalte weitergeleitet.

Für die Übertragung digitaler Fernsehsignale ist der Frequenzbereich von 302 bis 446 MHz vorgesehen<sup>7</sup> (Hyperband) [82]. Bei einer Kanalbreite von 8 MHz können somit 18 Sonderkanäle mit einer Datenrate von jeweils ca. 35 Mbit/s übertragen werden. Dies entspricht in etwa 144 Programmen in SDTV Qualität. Voraussichtlich werden 13 Kanäle des Hyperbandes mit 9 Programmplätzen belegt [19]. Durch technische Umstellungen können jedoch auch Frequenzen oberhalb des Hyperbandes (450 bis 862 MHz) nutzbar gemacht werden. Diese Umstellung geschieht jedoch regional sehr unterschiedlich.

#### 3.4.4 Terrestrik

Die terrestrische Übertragung analoger Fernsehprogramme verlor in den letzten Jahren immer stärker an Bedeutung. 1998 bezogen lediglich noch 11,4 Prozent der deutschen TV-Haushalte Programme (analog) über terrestrische Antennen [19]. Terrestrische Sender befinden sich gewöhnlich an Fernsehtürmen oder hohen Gebäuden. Innerhalb der näheren Umgebung ist der Empfang ohne Antenne möglich. Je weiter der Empfänger vom Sender entfernt, desto wichtiger ist eine entsprechende Antenne außerhalb des Gebäudes. Für DVB-T sind 43 Kanäle mit einer Bandbreiten von jeweils 8 MHz im Rundfunkband 4 und 5 vorgesehen. Da Stab- bzw. Zimmerantennen nicht fest installiert werden müssen, ist ein Vorteil der terrestrischen Übertragung der portable Empfang. Sogar der mobile Empfang ist möglich und eröffnet neue Anwendungsfelder.

#### 3.4.5 Telefonnetze

Neue Technologien wie ADSL ermöglichen Übertragungsraten von bis zu 6 Mbit/s in Richtung des Empfängers. Aufgrund der niedrigen Bandbreite werden Videodaten mittels Streaming Technologie meist mit niedrigeren Auflösungen als SDTV übertragen. Anwendung findet diese Übertragungsart insbesondere bei Video on Demand (VOD) Angeboten. VOD Anbieter wie T-Online bieten eine Menge aktueller Filme zum Download an. Für eine Grundversorgung mit allen wichtigen Programmen ist diese Übertragungsart ungeeignet. Jedoch lassen sich Spartenkanäle über das Internet verbreiten, deren Vertrieb über herkömmliche Rundfunk-Kanäle unrentabel ist. Weitere Möglichkeiten ergeben sich für die Übertragung von Streaming-Videos, die das über Rundfunk erhältliche Hauptprogramm ergänzen. Durch den Einsatz neuerer Komprimierungstechniken wie MPEG-4 Part 10, sinkt außerdem die benötigte Bandbreite und die Verwendung von Telefonnetzen als Übertragungsmedium für Videodaten wird an Bedeutung wachsen.

Die Techniken die dabei zum Einsatz kommen sind Download und Streaming [21, 67]. Bei dem Download wird eine Kopie der Mediendatei auf der Festplatte des Empfängers ab-

---

<sup>7</sup>Das Frequenzspektrum bis 300 MHz wird für analoge Fernsehprogramme verwendet.

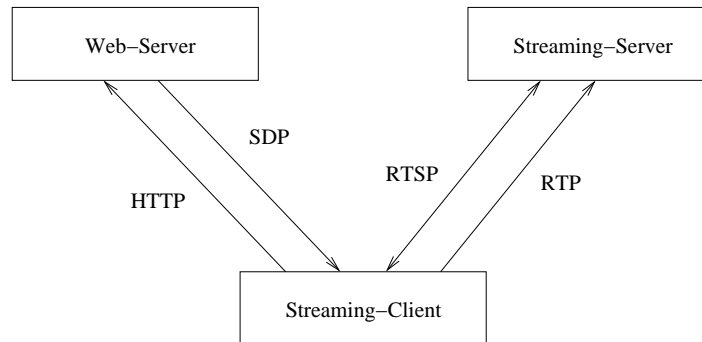


Abbildung 3.6: Streaming Protokolle Internet

gespeichert, bevor die Wiedergabe beginnt. Streaming ermöglicht die Wiedergabe von Mediendaten, deren Download noch nicht abgeschlossen ist. "Streaming is the process of playing a file while it is still downloading [21].

Es existieren drei Übertragungsformen für Streaming:

- **On-Demand:** Inhalte stehen rund um die Uhr zur Verfügung und können bei Bedarf durch den Nutzer angefordert werden.
- **Live:** Nutzer können sich in die aktuelle Live-Übertragung einwählen. Im Hintergrund zeichnet ein Programmanbieter die Daten auf und komprimiert diese "on the fly" in einen entsprechend aufbereiteten Echtzeit Stream [67].
- **Live simuliert:** Inhalte eines Programmanbieters werden nicht in Echtzeit übertragen sondern zwischengespeichert. Zu einem späteren Zeitpunkt können die Daten als quasi Live zu den Nutzern übertragen werden.

Für Streaming Lösungen kommen die in Abbildung 3.6 dargestellten Protokolle zur Anwendung. Mit dem "Hypertext Transfer Protocol" (HTTP), einem Protokoll der Anwendungsebene, erfolgt die Anforderung von Streaming-Daten (HTTP-GET). Über das "Session Description Protocol" (SDP) werden dann Transaktionsdaten ("session description") zurück an den Client gesandt. Neben Name, Beschreibung und Formate der angeforderten Medien werden Informationen zum tatsächlichen Speicherort der Streaming-Daten übermittelt (IP-Adresse, Ports). Das "Real Time Streaming Protocol" (RTSP) ist ein Protokoll der Anwendungsebene zur Kontrolle der Übertragung. Ein Client kann in regelmäßigen Abständen Kontrollpakete an den Streaming Server übermitteln, woraufhin beispielsweise die Übertragungsgeschwindigkeit angepasst werden kann. Weiterhin bestehen Kontrollmöglichkeiten wie Play, Stop, Pause, FF oder Rew. Die Übertragung der Streaming-Daten selbst erfolgt mittels "Real Time Transport Protocol" (RTP). RTP-Pakete werden in UDP-Pakete gepackt und an den Client übermittelt.



## 3.5 Empfang

### 3.5.1 Allgemein

Die Vielzahl der heute bei den Nutzern vorhandenen TV-Geräte ist allein für den Empfang und die Verarbeitung analoger Fernsehsignale ausgelegt. Eine Transformation der digitalen Signale in analoge Signale ist in diesen Fällen notwendig. Die Aufgabe der Signalumwandlung erfolgt durch eine Zusatzbox (STB). Andere Empfangsmöglichkeiten sind TV-Karten für PCs oder in TV-Geräten integrierte digitale Receiver (IDR).

### 3.5.2 Kategorisierung

STBs variieren in ihrer Komplexität. Einfache und preiswerte Boxen (Zappingboxen) erlauben meist nur die Auswahl der TV-Kanäle. Komplexere Systeme ermöglichen neben der Kanalauswahl, die Interpretation von übertragenen Zusatzdaten, die Ausführung von übertragenen Anwendungen oder die Speicherung von Daten auf eine integrierte Festplatte. Ganz allgemein lassen sich Empfänger in die folgenden drei Kategorien<sup>8</sup> unterscheiden:

- **Kategorie 1:** einfache Zappingboxen mit einfacher proprietärer System-Software zur Steuerung der Hardware
- **Kategorie 2:** STBs mit komplexer System-Software und standardisierten bzw. proprietären High Level APIs
- **Kategorie 3:** STBs wie Level 2 jedoch mit Massenspeicher und höherer Systemleistung insbesondere bei Prozessor und Hauptspeicher und ggf. besserer Ausstattung (z.B. CD/DVD Brenner oder USB Anschlüsse)

Geräte der Kategorie 3 werden auch als "Personal Video Recorder" (PVR), als "Personal Digital Recorder" (PDR) oder als "Digital Video Recorder" (DVR) bezeichnet. Mit den STBs der verschiedenen Kategorien lassen sich unterschiedliche Funktionen realisieren. Eine kurze Auswahl dieser Funktionen ist im Folgenden aufgeführt.

- **Funktionen (Kategorie 1):** Programmauswahl und Konfiguration über einfache Menüoberfläche, einfaches On Screen Display (OSD) zur Anzeige von Programminformationen wie Kanal, Sendername usw., Wiedergabe von Videotext durch integrierten Decoder
- **Funktionen (Kategorie 2):** Programmauswahl, Interpretation und Ausführung interaktiver Anwendungen, komplexe OSD zur Anzeige von Programminformationen

---

<sup>8</sup>eigene Gliederung

Anwendungen
Middleware
Betriebssystem
Hardware

Tabelle 3.2: Architektur STB [20]

- **Funktionen (Kategorie 3):** Funktionen des Levels zwei sowie Aufzeichnung von Sendungen auf Massenspeicher, Wiedergabe von Sendungen vom Massenspeicher, Möglichkeit zum zeitversetzten Fernsehen (Timeshift), Multituner-Funktionalität (Bild in Bild), Speicherung von Sendungen auf Wechseldatenträger wie CD/DVD durch integrierten CD/DVD Brenner

### 3.5.3 Architektur

Die Architektur einer STB ist in Tabelle 3.2 im Schichtenmodell dargestellt. Im Modell lassen sich vier Ebenen unterscheiden. Die unterste Ebene bildet die Hardware. Für den Empfang und die Interpretation der empfangenen Daten sind spezielle HW-Komponenten notwendig. Diese Komponenten sind über die jeweiligen HW-Treiber ansteuerbar (Low-Level APIs). HW-Treiber und Betriebssystem bilden die zweite Ebene im Modell. In STB kommt häufig ein Echtzeit-Betriebssystem zum Einsatz, da dieses gegenüber herkömmlichen Betriebssystemen wie Windows oder Unix ein höheres Maß an Stabilität bietet. Über der Betriebssystem-Ebene befindet sich die Middleware-Ebene. Die Middleware abstrahiert die Ansteuerung der HW-Treiber und den Aufruf von Kernel-Methoden des Betriebssystems, indem sie vereinfachte und standardisierte Schnittstellen (High-Level APIs) bereit stellt. Anwendungen, aus der Anwendungs-Ebene, nutzen diese Schnittstellen zur Steuerung der Hardware. Die Middleware garantiert die Ausführung von Programmen auf unterschiedlichen Hardware-Umgebungen, da die bereitgestellten Schnittstellen zum größten Teil HW unabhängig sind.

### 3.5.4 Hardware

In Abbildung 3.7 und Tabelle 3.3 sind die speziell für den Empfang und die Interpretation der empfangenen Rundfunksignale notwendigen HW-Komponenten aufgeführt [20, 94, 6, 127]. Neben diesen Bestandteilen sind weitere grundlegende bzw. optionale Komponenten notwendig. Ein kurze Übersicht dazu in Tabelle 3.4.

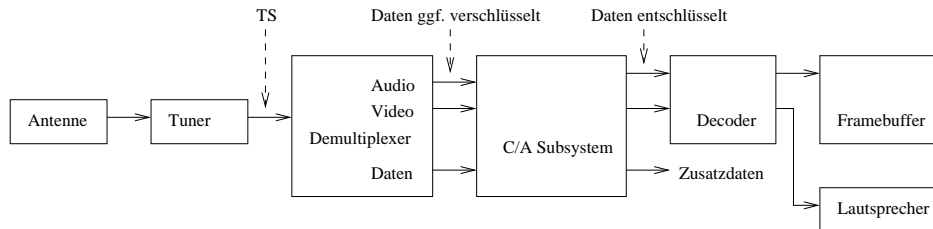


Abbildung 3.7: Darstellung spezieller HW Komponenten einer STB [20]

HW-Komponente	Funktion
Tuner	extrahiert aus mehreren Kanälen ein einzelnes Signal (das sogenannte Basisband) über eine entsprechende Frequenz
Demodulator	erzeugt aus dem Basisband wieder binäre Daten (MPEG-2 TS)
Demultiplexer	extrahiert TS Pakete entsprechend ihrer PID und leitet diese an die zuständigen Decoder weiter
C/A System	Entschlüsselung von Daten entsprechend den Berechtigungen
Decoder	Umwandlung der Elementarströme (Audio und Video) in MPEG Samples
Framebuffer	Speicher, auf den Anwendungen zugreifen können, ohne dass Wissen über Low-Level Schnittstellen notwendig ist

Tabelle 3.3: Beschreibung der HW-Komponenten einer STB

<b>HW-Komponente</b>	<b>Aufgabe</b>
System Board	Verbindung aller HW Komponenten durch Adress- und Daten-Bus
CPU ("Central Processing Unit")	Ausführungseinheit
Hauptspeicher	RAM bzw. ROM zur Datenzwischenspeicherung bei der Programmausführung
Grafikprozessor (optional)	ermöglicht die Anzeige von On Screen Displays (OSD)
Massenspeicher (optional)	lokale Speicherung
Modem (optional)	Interaktionskanal
Schnittstellen (z.T. optional)	Infrarot Schnittstelle für Maus und Tastatur; Multimedia Schnittstellen für den Austausch zwischen Geräten wie IEEE 1284 (400Kbps-1,5Mbps), USB (bis 12 Mbps), FireWire (bis 393Mbps) oder 10Base-T bzw. Ethernet für das Heim Netzwerk; Serielle Schnittstelle wie RS-232 für die bitgenauen digitale Übertragung; TV und VCR Schnittstellen (SCART oder S-Video)

Tabelle 3.4: Allgemeine HW-Komponenten einer STB

Web Browser (IE 6.0)	Windows MediaPlayer		DVD Videoplayer
Shell, User Interface			
2D/3D Grafik– Middleware (DirectDraw, GDI, Direct3D)	Middkeware zur Audiowiedergabe (DirectSound)	Middleware zur Medienwiedergabe (DirectShow)	Netzwerk– Middkeware (TCP/IP)
Kernel			
Grafik–Treiber	Audio–Treiber	Media–Prozessor Treiber	Netzwerk–Treiber
Hardware			

Abbildung 3.8: Windows XP Embedded IP STB Client Architektur [85]

### 3.5.5 Betriebssystem

Das Betriebssystem ist zuständig für die Ausführung von Low-Level-Prozessen. Zu den Aufgaben des OS gehören u.a. Prozessmanagement (Realisierung von Multitasking, Scheduling, Prozess-Prioritäten, Prozess-Kommunikation etc.), Speichermanagement, Ein- und Ausgabeoperationen sowie Ausnahmebehandlung [126, 114]. Für die Ansteuerung der Hardware stellt das Betriebssystem Low-Level APIs bereit. Die Middleware, welche High-Level APIs für Anwendungsentwickler bereitstellt, greift über Low-Level APIs auf die HW zu. Vx-Works beispielsweise, ein Echtzeitbetriebssystem für eingebetete Systeme (Mobiltelefone, Auto-Navigation Systeme, STB, usw.), stellt mehr als 1800 APIs zur Verfügung. Zur Ansteuerung der Hardware sind im OS speziell angepasste Treiber enthalten. Abbildung 3.8 zeigt exemplarisch die Architektur der "Windows XP Embedded IP STB".

### 3.5.6 HTPC (Home Theatre PC)

Bei einem HTPC werden herkömmliche PC-Systeme und Komponenten dazu verwendet, möglichst viele Funktionen durch ein Gerät – dem HTPC – bereitzustellen. HTPCs kommen häufig im Wohnzimmer zum Einsatz und bilden ein Analogon zur STB. Während man bei STB meist auf die Funktionalitäten beschränkt ist, die der jeweilige Hersteller anbietet, ist ein HTPC beliebig erweiterbar. Zur Steuerung der verschiedenen Funktionalitäten wie CD/DVD Spieler, Spielekonsole, Internet Terminal, TV-Aufnahme, Brenner etc., existieren eine Vielzahl von verschiedenen Media Center Lösungen sowohl für Windows als auch für Linux.

Für den TV-Empfang ist die Einbindung einer TV-Karte in das PC-System notwendig. Je nach Prozessorgeschwindigkeit des Rechners können verschiedene Modelle zum Einsatz kommen [93]. Bei TV-Karten, die mit reiner Software Dekodierung arbeiten, wird der gesamte Dekodierprozess von der CPU mittels Software-Algorithmen ausgeführt. Die TV-

Karte ist hierbei nur für das Tuning, die Demodulation und ggf. für die Entschlüsselung zuständig. Zur Darstellung von SDTV ist mindestens ein X86 Prozessor mit 750 MHz notwendig. Bei der hardwareunterstützten Software Dekodierung unterstützt ein Grafikchip die CPU bei der Dekodierung. Eine CPU Leistung von mindestens 400 MHz ist hierbei erforderlich. Noch weniger CPU Leistung (etwa 166 MHz) ist bei der reinen Hardware Dekodierung notwendig, da der gesamte Prozess der Dekodierung von spezieller auf der TV-Karte integrierter HW durchgeführt wird.

Die Verwendung eines PC-Systems mit integrierter TV-Karte für den Empfang von digitalem Fernsehen bringt einige Vorteile mit sich (in Anlehnung an [87]):

- die vorhandene Infrastruktur (Prozessor, Speicher, Recorder, Modem etc.) kann genutzt werden,
- hohe Kapazität des verfügbaren Massenspeichers kann für TV-Aufnahmen und zeitversetztes Fernsehen (Timeshifting) verwendet werden,
- die Anschaffung einer TV-Karte ist meist günstiger als die Anschaffung einer neuen STB mit vergleichbarem Funktionsumfang,
- im Gegensatz zu heute üblichen Fernsehgeräten ist der PC Monitor in der Lage, hochauflösendes Fernsehen (HDTV) darzustellen,
- Nutzung des PCs als Medien-Zentrale (DVD schauen, interaktive Spiele, Musik hören, Videos bearbeiten etc.).

Aber auch Nachteile von HTPC Systemen gegenüber STBs sind zu nennen:

- Installation und Bedienung oftmals umständlich,
- Betriebssystem weniger stabil als RTOS der STBs,
- Bedienung mittels Fernbedienung teilweise umständlich,
- PC befindet sich nicht immer im Wohnzimmer,
- generelle Nachteile eines PC-Systems wie Lautstärke des Lüfters oder längerer Bootvorgang.

## 4 Middleware

### 4.1 Überblick

#### 4.1.1 Verbreitung

Die Middleware ist für Anwendungsentwickler von besonderem Interesse, da durch diese die Schnittstelle zwischen Anwendung und System definiert ist. Je nach Anbieter kommen verschiedene Middleware-Lösungen zum Einsatz. Tabelle 4.1 gibt einen Überblick über die Verbreitung von Middleware in Europa<sup>1</sup>. Es lassen sich proprietäre und offene Lösungen unterscheiden. Bei einer proprietären Middleware liegen Implementierung der Middleware, Vertrieb und Vermarktung in der Hand eines Unternehmens oder eines Verbundes. Eine offene Middleware hingegen entsteht aus einem offenen Standard heraus. Beliebige Unternehmen können den Standard implementieren und Lösungen auf dem Markt anbieten.

Was die Verbreitung von MHP betrifft<sup>2</sup>, liegen auch neuere Zahlen vor [41]. Allein in Italien und Südkorea beträgt die Anzahl der verkauften MHP fähigen STBs bereits mehr als 2,7 Millionen. Der Grund für die starke Verbreitung in Italien (1,7 Millionen), ist die staatliche Subventionierung der verkauften Boxen. Die Kosten für einen Empfänger (DVB-T) betragen 151 € ohne bzw. 1 € mit Subvention.

#### 4.1.2 Kosten

Die Minimalanforderung an Ressourcen, die zur Ausführung von TV-Anwendungen notwendig ist, variiert entsprechend der eingesetzten Middleware. So erfordert beispielsweise die Interpretation einer deklarativen MHEG Anwendung nur etwa die Hälfte an Prozessorleistung und Speicher, wie die Interpretation einer prozeduralen MHP Anwendung. In Tabelle 8 sind die Systemanforderungen (an Prozessor und Speicher) einiger der bedeutendsten Middleware Lösungen gegenüber gestellt.

#### 4.1.3 Middleware in Deutschland

Bereits seit 1995 gibt es in Deutschland die Bemühung um eine Etablierung einer einheitlichen Schnittstelle für digitales interaktives Fernsehen [84]. In den STBs die durch den Industrieverbund "Free Universal Network" (FUN) vermarktet wurden, kam – obwohl um eine

---

<sup>1</sup>Betanova ist eine Middleware, die in den offiziellen STBs von Premiere in Deutschland eingesetzt wird.

<sup>2</sup>Die "Initiative Digitaler Rundfunk" empfiehlt die ausschließliche Verwendung von Systemen, die kompatibel mit dem Standard MHP sind.

Middleware	Verbreitung (Haushalte in Tausend)
Betanova (prop.)	1.800
Liberate (prop.)	2.527
Mediahighway (prop.)	5.198
MHEG5	2.100
MHP	1.020
OpenTV (prop.)	12.135

Tabelle 4.1: Middleware in Europa (2003) [97]

Middleware	RISC Prozessor	RAM	Flash/ROM
Zappingbox	30 MHz+	1-2 M	1.2 M
MHEG-5	50 MHz+	4 M	2M
Open TV	50 MHz+	4-8 M	4M
MHP Enhanced Broadcast Profil	80-130 MHz+	8-16 M	8 M
MHP Interactive Broadcast Profil	80-130 MHz+	8-16 M	8 M
MHP Internet Access Profil	150-200 MHz+	16-32 M	16 M

Tabelle 4.2: Minimale Systemanforderungen unterschiedlicher Middleware [102]

offene Schnittstelle bemüht – die OpenTV Middleware zur Anwendung. Grund für die Wahl von OpenTV war der Mangel an einer Alternative. Anfang 1997 befand sich MHP noch in der Konzeptionsphase. Ende 2003 stoppten die bis dahin am meisten engagierten öffentlich rechtlichen Sender ARD und ZDF die Ausstrahlung von OpenTV Anwendungen und begannen mit der Übertragung von MHP Anwendungen.

Am 19. September 2001 einigten sich große deutsche Rundfunkanstalten (ARD, ZDF, RTL), Programmanbieter (Kirch) und Vertreter der Landesmedienanstalten (DLM) in der "Mainzer Erklärung" auf die uneingeschränkte Unterstützung von MHP als Zielplattform [34]. Auch Vertreter der Geräteindustrie unterzeichneten die Erklärung in einer Erweiterung. Damit schien der Weg frei, für eine schnelle Durchdringung des Marktes mit MHP-Geräten und Diensten. Tatsächlich waren zu dieser Zeit bereits erste MHP Dienste von RTL, Premiere und Karstadt Quelle entwickelt. Jedoch brachte 2003 die Entscheidung von Premiere, die eigens für die d-box2 entwickelte MHP Implementierung nicht als Softwareupdate für die STB durchzuführen, einen großen Rückschritt. Als Hauptgrund für diese Entscheidung wurden Kostengründe genannt [36]. Die Beta Research GmbH, verantwortlich für die Entwicklung der MHP Implementierung für die dbox, wurde von Premiere aufgekauft und die meisten Mitarbeiter wurden entlassen.

Zum heutigen Zeitpunkt sind mehrere MHP Anwendungen "on air". Jedoch stellt die geringe Anzahl der verkauften MHP fähigen Empfangsgeräte ein Haupthindernis für die Po-



pularität von MHP Anwendungen dar. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass der Zyklus für die Neuanschaffung von TV Elektronik im Vergleich zur PC Elektronik recht lange ist. Viele Nutzer verwenden noch ältere für den analogen Empfang ausgerichtet Empfangstechnik. Hinzu kommt, dass MHP fähige Receiver aufgrund der Architektur um einiges komplexer und dementsprechend teurer sind als einfache Zappingboxen. Eine weitere Begründung für den ausbleibenden Erfolg von MHP, ist das Fehlen von ausreichend attraktiven Diensten. Grund für die Zurückhaltung seitens der Programmanbieter ist jedoch die geringe Marktdurchdringung MHP fähiger Endgeräte. Dies führt zu einem bekannten Henne-Ei Problem in horizontalen Märkten, in denen sich sowohl Kunden als auch Anbieter in Zurückhaltung üben.

#### 4.1.4 Open TV

Das Unternehmen Open TV wurde 1994 von Thomson Multimedia und SUN Microsystems gegründet [94]. Im März 1996 begann die Vermarktung von OpenTV 1.0. Heute ist Open TV quasi Marktführer mit 59% aller Middleware Lösungen für digitale STB. Nach eigenen Angaben<sup>3</sup> wird OpenTV auf mehr als 42 Millionen STB weltweit eingesetzt. Open TV bietet neben der Middleware für die Empfänger (Open TV Core) ein ganzes Paket von Lösungen in allen Bereichen der Broadcast Kette. Die Entwicklung von Anwendungen wird mit SW-Lösungen wie "OpenTV Studio" oder "OpenTV Publisher" unterstützt. Für die Ausstrahlung stehen "OpenTV Streamer" und für die Verwaltung der Daten auf Senderseiten "OpenTV Data Center" zur Verfügung.

Der "OpenTV Core" besteht im wesentlichen aus einer Hardware-Portierungs-Ebene, einer Menge von Bibliotheken und einer virtuellen Maschine, welche die OpenTV Anwendungen im Empfänger interpretiert [96]. Die Hardware-Portierungs-Ebene wurde für unterschiedliche Echtzeitbetriebssysteme wie VxWorks, pSOS, Nucleus Plus, microTOS oder OS-9 angepasst.

Open TV Anwendungen werden in ANSI C geschrieben. Mit einem speziellen Software Development Kit (OpenTV SDK) erfolgt eine Übersetzung des Quellcodes in sogenannten O-Code. Der O-Code und weitere Anwendungsressourcen werden in einen "opentv Stream" gepackt, der anschließend vor der Übertragung mit den Audio- und Video-Elementarströmen gemultiplext wird [16]. Im Empfänger erfolgt die Interpretation des O-Codes durch die "O-Code Virtual Machine". Dabei wird auf Bibliotheken zugegriffen, die u.a. verantwortlich sind für die Ausgabe, die Speicherung, Sicherheit, Audio-Video-Verarbeitung oder Netzwerkkommunikation.

Spezielle Pakete können den Funktionsumfang der Middleware im Empfänger erweitern. Das "OpenTV HTML" Paket stellt Bibliotheken bereit, um HTML-Seiten in einem integrierten Browser darzustellen. "OpenTV PVR" ermöglicht die erweiterte Funktionalität eines PVR für Aufnahme und Wiedergabe von Audio und Video-Daten auf Empfängern mit einer

---

<sup>3</sup><http://www.opentv.com>

```
(bitmap: MyBgnd //Hintergrundgrafik
  content-hook: #bitmapHook //Referenz
  content-data: //Angaben zur Grafik
    referenced-content: ("background.bmp")
  box-size: (800 600) //Darstellungsgröße
  original-position: (0 0) //Darstellungsposition
)
```

Abbildung 4.1: Codebeispiel eines einfachen MHEG Objektes

integrierten Festplatte. "OpenTV MHP" ermöglicht die Interpretation von MHP Anwendungen<sup>4</sup> [96].

#### 4.1.5 MHEG

MHEG ist die Abkürzung für "Multimedia and Hypermedia Information coding Expert Group" - ein Standardisierungsgremium innerhalb der ISO. Der von diesem Gremium entwickelte Standard ISO/IEC 13522 ermöglicht die plattformübergreifende (deklarative) Kodierung komplexer Multimedia- bzw. Hypermedia-Objekte [64, 42]. Bestandteile solcher komplexen Objekte sind Medien wie Audio oder Video genauso wie Steuerelemente (z.B. Buttons) [62]. In Abbildung 4.1 ist ein einfaches in MHEG kodierte Objekt (Bitmap) ohne Ereignisbehandlung definiert. Einzelne Objekte werden zu komplexen Szenen zusammengefasst.

MHEG ist Objekt orientiert und jede durch MHEG definierte Klasse besteht aus drei Eigenschaften: Objektattribute (wie Größe und Position), Ereignisse (welche durch ein Objekt ausgelöst werden) und auszuführende Aktionen (wenn bestimmte Ereignisse eintreten). Ereignisse können beispielsweise durch einen Timer oder durch Nutzereingaben ausgelöst werden.

Für die Interpretation der MHEG Skripte im Empfänger ist eine MHEG Runtime-Engine (RE) notwendig. Neben dem Zugriff und der Dekodierung von MHEG Objekten ist die RE auch noch für die Ausführung eines Ereignismechanismus zum triggern bestimmter Aktionen zuständig.

Der MHEG-5 Standard wurde speziell für den Einsatz in Multimedia Geräten entwickelt<sup>5</sup>. Der offene Standard erlaubt die Interoperabilität von MHEG Anwendungen auf allen Empfängern mit entsprechender RE.

---

<sup>4</sup>Open TV selbst ist Mitglied in DVB

<sup>5</sup>MHEG kommt in Freeview Empfängern in Großbritannien zum Einsatz.

## 4.2 MHP

### 4.2.1 Übersicht

Prof. Ulrich Reimers, Vorsitzender der technischen Arbeitsgruppe bei DVB, beschreibt MHP als "eine Software, die auf allen Arten zukünftiger Multimedia-Endgeräte installiert werden kann". MHP ist ein offener Standard insbesondere für neuartige interaktive TV-Anwendungen. Es sind verschiedene Implementierungen des Standards möglich. Der Standard gewährleistet die Funktionalität von Zusatz- und Datendiensten auf allen Implementierungen, die diesem Standard folgen. Ziel ist die Entstehung eines sogenannten "horizontalen Marktes".

Die Grundlagen für die Entwicklung von MHP wurden bereits Anfang 1996 durch das UNITEL Projekt<sup>6</sup> gelegt. Ziel des Projektes war die Erstellung einer Anforderungsanalyse an eine universelle und offene STB Architektur. Aus dem Projekt entwickelte sich die "MHP Launching Group", deren Aktivitäten auf zwei DVB Arbeitsgruppen – DVB CM ("Commercial Module") und DVB TAM ("Technical issues Associated with MHP") – übertragen wurden. Während die DVB CM Gruppe Konzepte für allgemeine kommerzielle Anforderungen entwickelte [40], beschäftigte sich die DVB TAM Gruppe mit der Ausarbeitung von technischen Spezifikationen [50]. MHP Version 1.0 wurde im September 2000 von der ETSI standardisiert.

Die MHP Spezifikation basiert auf den durch DVB standardisierten Protokollen. In anderen Ländern, wie beispielsweise den Vereinigten Staaten, kommen andere Übertragungsstandards zum Einsatz. Um die Interoperabilität von Anwendungen über bestimmte Übertragungsstandards hinaus zu gewährleisten, spezifizierte DVB "Globally Executable MHP" (GEM). In GEM ist definiert, welche Teile von MHP zu übernehmen sind, damit MHP Anwendungen auf unterschiedlichen Plattformen<sup>7</sup> ausführbar sind ("write once run anywhere") [38].

### 4.2.2 Implementierungen

Der auf Papier niedergeschriebene Standard musste zunächst implementiert werden. Das Institut für Rundfunktechnik (IRT) ist ein Industrie unabhängiges Institut der öffentlich rechtlichen Rundfunkanstalten der Länder Deutschland, Österreich und Schweiz. Die MHP Referenzimplementierung des IRT, an deren Umsetzung bereits seit März 2000 gearbeitet wird, implementiert den Standard heute (1.0.3) vollständig [18]. Nach eigenen Angaben ist die RI vom IRT die weltweit am häufigsten eingesetzte MHP Lösung mit knapp 100 Lizenznehmer aus den Bereichen Industrie und Forschung. Im OpenSource-Bereich gibt es mittlerweile auch einige Projekte (OpenMHP, XletView), die an einer eigenen Implementierung des Standards arbeiten.

---

<sup>6</sup>UNITEL – "Universal Set-Top Box Project" – ein von der EC gefördertes Projekt

<sup>7</sup>Sowohl CableLabs (größter Kabelanbieter in den Vereinigten Staaten) als auch ATSC entwickelten aufgrund von DVB-GEM eigene Middleware Standards – OCAP und ACAP.

### 4.2.3 Profile

MHP-Dienste lassen sich in drei Profile unterscheiden [46]:

- **Enhanced Broadcasting:** Bei diesem Profil wird der Interaktionskanal nicht benötigt. Anwendungen und Zusatzdienste werden über den Broadcast Kanal übertragen. Wie bei dem Videotext trifft der Nutzer eine Auswahl und entsprechende Daten werden aus dem TS extrahiert und anschließend dargestellt. Bei solchen Anwendungen spricht man auch von lokaler Interaktivität.
- **Interactive Broadcasting:** Anwendungen für dieses Profils nutzen einen vorhandenen Interaktionskanal. Interaktive Anwendungen können über den Rückkanal Verbindung mit einem Dienstanbieter aufbauen und Transaktionen durchführen.
- **Internet Access:** Dieses Profil beinhaltet die Verarbeitung und die Darstellung von Internet-Inhalten. Aus MHP Programmen heraus lassen sich beispielsweise HTML-Seiten laden. Oder MHP-Programme können aus HTML-Seiten heraus gestartet werden.

Sowohl das Enhanced Broadcasting Profil als auch das Interactive Broadcasting Profil sind im MHP 1.0 Standard definiert. Das Internet Access Profil wurde vollständig erst im MHP Standard 1.1. definiert.

### 4.2.4 MHP System

MHP definiert eine Vielzahl an High-Level APIs [46]. In Abbildung 4.2 sind die Schnittstellen zwischen der MHP Anwendung und dem MHP System skizziert. Der Standard stellt Methoden bereit, die folgendes ermöglichen:

- Auswahl eines entsprechenden Services,
- Steuerung der Dekodierung bei verschlüsselten Programmelementen,
- Auslesen von SI,
- Zugriff auf übertragene Dateien,
- Kontrolle der Medienwiedergabe,
- Realisierung eines Interaktionskanals,
- Reaktion auf Nutzereingaben,
- Speicherung und Zugriff auf lokale Inhalte (ab MHP 1.1.).

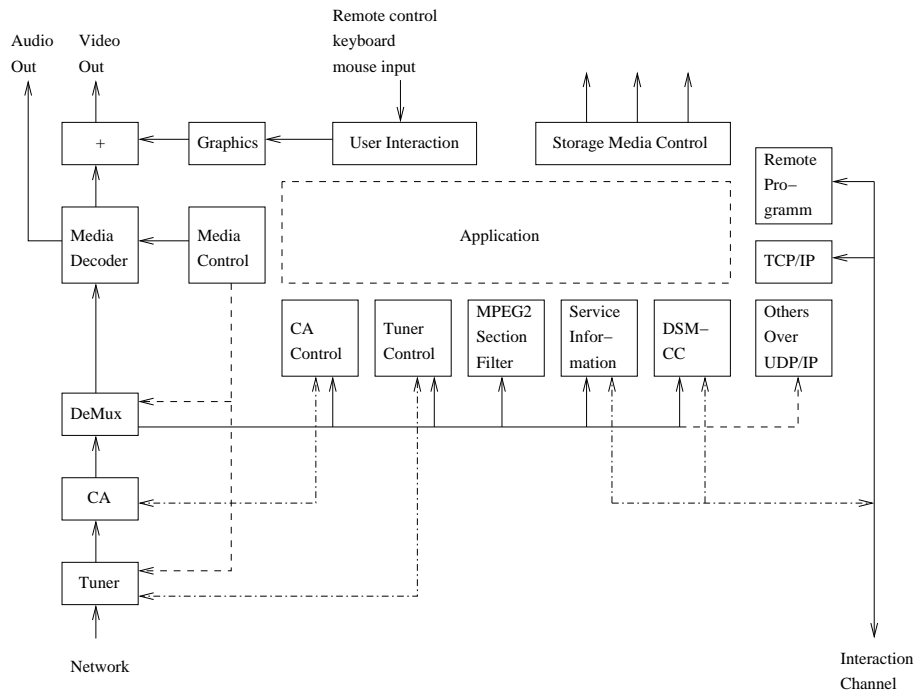


Abbildung 4.2: Schnittstellen zwischen Anwendung und MHP [46]

#### 4.2.5 Klassenbibliothek

In Abbildung 4.3 ist die MHP zugrunde liegende SW-Architektur dargestellt. MHP Anwendungen, auch als Xlets bezeichnet, greifen über die MHP API auf die im Standard definierten Klassen zu. Xlets Klassen sind vorkompilierter Java Byte-Code, der von der im Empfänger integrierten "Java Virtual Machine" (JVM) interpretiert wird. Die MHP Klassenbibliothek, besteht im wesentlichen aus folgenden Komponenten [39]:

- **Java TV APIs (enthalten in javax.tv.\*):** Diese APIs sind durch SUN Microsystems standardisiert. Sie ermöglichen u.a. den Zugriff auf SI, die Service Auswahl und die Steuerung des Lebenszyklus von Xlets. Diese APIs stellen allgemeine Funktionalitäten bereit, die nicht auf DVB beschränkt sind. Die Java TV APIs kommen auch in anderen Middleware Standards wie DASE und OCAP zum Einsatz.
- **Java Media Framework APIs (enthalten in javax.media.\*):** Dieses ebenfalls von SUN standardisierte API ist für die Medienwiedergabe zuständig. Es dient der Anzeige und Kontrolle zeitbasierter Medien wie Audio und Video. Zusätzliche Klassen zur Mediensteuerung sind durch DAVIC und DVB definiert.
- **DAVIC APIs (enthalten in org.davic.\*):** Die von DAVIC standardisierten APIs ermöglichen verschiedene Low-Level Funktionalität. Sie ermöglichen den Zugriff auf

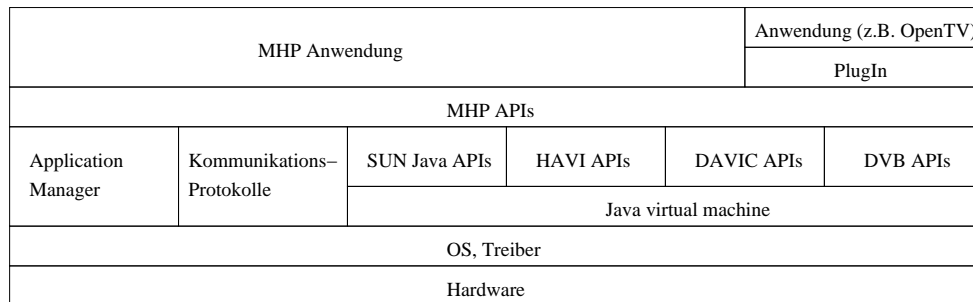


Abbildung 4.3: MHP SW-Architektur [6]

verschiedene TS (Tuning), Section Filtering, Zugriff auf CA Informationen und Ressourcen Management. Zusätzlich sind verschiedene Steuerelemente in Ergänzung zum JMF API definiert.

- **HAVI APIs (enthalten in org.havi.\*):** Grafische Primitive aus dem Standard Java Paket sind für die Darstellung am TV vielfach ungeeignet (sogenannte Heavyweight Komponenten greifen auf Betriebssystem spezifische Funktionen zurück). Die durch HAVI standardisierten Primitive sind für die Ausgabe in "Home Consumer" Geräten angepasst. Aus diesem Grund finden diese APIs auch bei MHP Anwendung.
- **DVB MHP APIs (enthalten in org.dvb.\*):** Die DVB APIs stellen die Funktionalitäten bereit, die nicht durch die bereits beschriebenen APIs abgedeckt werden. Dazu gehören u.a. der Zugriff auf Objekte des Objekt-Karussells, die Kommunikation der Anwendungen untereinander (Inter-Xlet Kommunikation), der Zugriff auf DVB SI und die Event-Handhabung bei Nutzereingaben. Zusätzlich sind Klassen als Ergänzungen zu den DAVIC und JMF APIs spezifiziert.

#### 4.2.6 Application Manager

Ein wichtiger Bestandteil eines MHP-Systems ist der Application Manager (Navigator). Des- sen Hauptaufgabe ist die Verwaltung und Steuerung des Lebenszyklus einer Anwendung. Weitere Aufgaben sind u.a. die Überprüfung der Datenintegrität, Synchronisierung, Zuteilung von Systemressourcen und die Verwaltung der Ausnahmebehandlung [50].

In Abbildung 4.4 sind die verschiedenen Zustände im Lebenszyklus eines Xlets dargestellt. Für jeden der Zustände existiert eine Funktion, die vor einem Zustandsübergang automatisch aufgerufen wird. Anwendungsentwickler können diese Methoden entsprechend überschreiben. Der Navigator ist für die Ausführung der Methoden verantwortlich. Dazu baut der Navigator intern eine Tabelle auf, in der die Zustände aller Xlets verwaltet werden (siehe Tabelle 4.3).

Xlet Name	Class Loader	Xlet Objekt	Klasse	Status
Testanwendung 1	loader1	xlet1	MyTest	Running
Navigator	loader2	xlet2	AppNavi	Paused
Testanwendung 2	loader3	xlet3	MyTest2	Paused

Tabelle 4.3: Verwaltung von Xlets durch Navigator (Beispiel) [99]

Die konkrete Funktionsweise eines Navigators ist implementierungsabhängig. "An application manager is required on a receiver, but its precise behavior is implementation specific." [20] Der Navigator wird beim Start des Systems als nebenläufiger Thread gestartet und wartet auf die Ausführung von Xlets.

Xlet und Navigator müssen über Kommunikationsmechanismen miteinander kommunizieren können. Aus diesem Grund müssen Xlets und der Navigator die Schnittstelle Xlet und XletContext implementieren. Ändern Xlets den Zustand, so muss diese Änderung dem Navigator mitgeteilt werden. Dies geschieht über die Methoden `resumeRequest()`, `notifyPaused()` und `notifyDestroyed()`. Xlets selbst erhalten Eingabe-Parameter, die zu ihrer Ausführung notwendig sind, vom Navigator über die Methode `getXletProperties()`. Der Navigator selbst kann den Zustand eines Xlets jederzeit ändern. Tritt beispielsweise ein Fehler auf, so kann das Xlets sofort zerstört werden.

#### 4.2.7 Transport

Anwendungen und Ressourcen können mit verschiedenen Protokollen zum MHP-Empfänger übertragen werden. Zu unterscheiden sind dabei Protokolle für den Broadcast Kanal ("downstream" – siehe Abbildung 4.5) und Protokolle für den Interaktions-Kanal ("up- und downstream" – siehe Abbildung 4.6). Bei der Übertragung von Ressourcen über den Broadcast-Kanal kommen Objekt-Karussell und Mehr-Protokoll Kapselung, wie in Kapitel 3.3.8 erörtert, zum Einsatz.

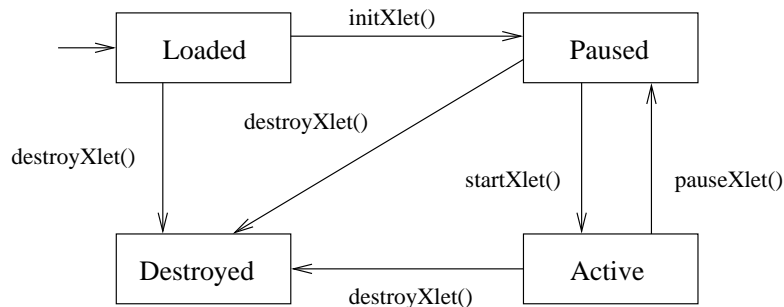


Abbildung 4.4: Xlet Lebenszyklus [20, 99]

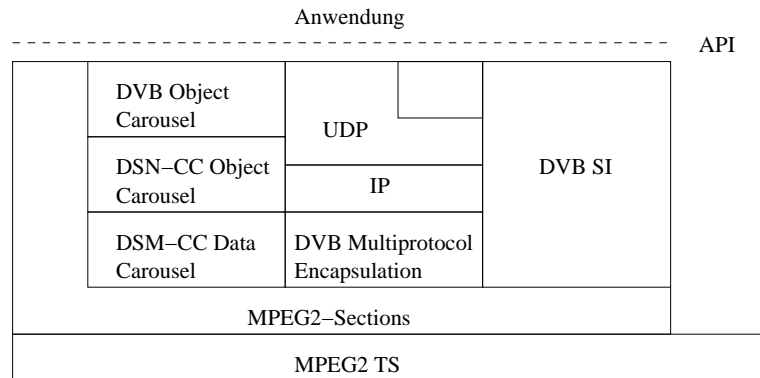


Abbildung 4.5: Protokolle (MHP) zur Datenübertragung über Broadcast Kanal [46]

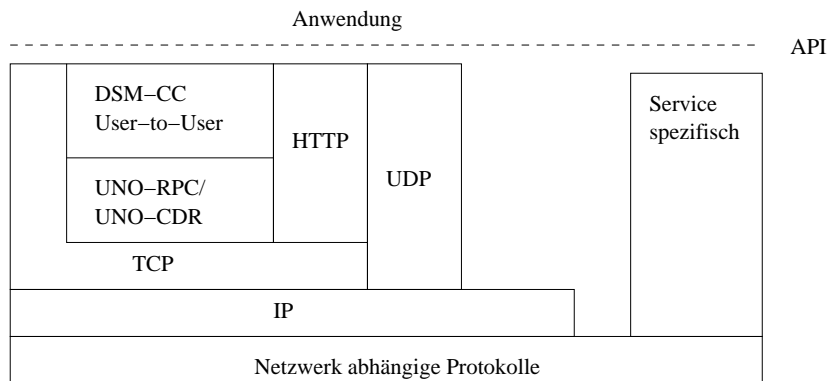


Abbildung 4.6: Protokolle (MHP) zur Datenübertragung über Interaktionskanal [46]

Für den Interaktionskanal sind die Protokolle TCP/IP bzw. UDP/IP definiert. Auf TCP aufsetzend ist weiterhin HTTP und DSM-CC User-to-User spezifiziert. Bei der Verwendung von IP über den Interaktionskanal, setzt IP auf ein netzwerk-abhängiges Protokoll auf. Netzwerk-abhängige Rückkanal-Protokolle sind durch DVB für Kabel (CATV), Satellit (SMATV), terrestrisch oder auch für Telco-Netzwerke (PSTN/ISDN, GSM) spezifiziert.

### 4.2.8 Signalisierung

Zur Identifizierung einer MHP Anwendung im TS sind verschiedene Signalisierungsmechanismen definiert [46]. Wie bereits erwähnt, listet die PAT alle Services innerhalb eines TS auf. In der jedem Service zugehörigen PMT sind die einzelnen Service Komponenten aufgelistet. Wird der Service durch eine Anwendung ergänzt, so befindet sich in der PMT ein entsprechender Eintrag, der auf die "Application Information Table" (AIT) verweist (siehe Abbildung 4.7).



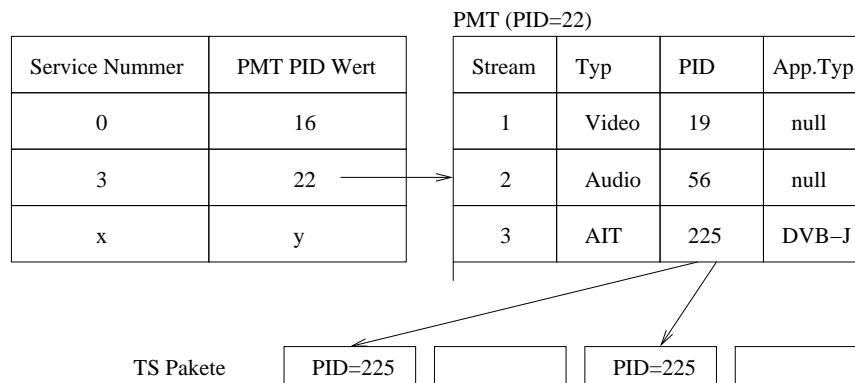


Abbildung 4.7: MHP Signalisierungsmechanismus [99]

Innerhalb der AIT existieren Einträge für einzelne Anwendung und Einträge, welche für alle Anwendungen innerhalb eines Services gelten. Eine Übersicht der wichtigsten Information innerhalb der AIT sind in Tabelle 4.4 aufgelistet. Die im AIT übertragenen Informationen werden in einer lokalen Konfigurationsdatei abgespeichert [99].

Es folgt eine Zusammenfassung der einzelnen Schritte, die nach Auswahl eines Services ausgeführt werden:

1. Tuning auf die ausgewählte Frequenz
2. Die PMT des aktuellen Service wird aus dem TS gelesen
3. Aus dem PMT wird ersichtlich, welche Medien Ströme darzustellen sind
4. Player, welche bisherigen Inhalt darstellen, werden angehalten und zerstört
5. Player (Audio, Video) für neue Inhalte werden erzeugt und gestartet
6. Sind mit dem Service Anwendungen verbunden, so befindet sich in der PMT des Service ein Application Signaling Deskriptor. In der zugehörigen AIT sind notwendige Informationen über die Anwendungen enthalten.
7. Autostart Anwendungen werden automatisch ausgeführt: a. Zugriff auf das Objekt Karussell, b. Herunterladen der Hauptanwendung, c. Erzeugung einer Instanz der Klasse, d. Erzeugung eines XletContext Objektes, e. Aufruf der Xlet.initXlet() Methode, f. Aufruf der Xlet.startXlet() Methode

#### 4.2.9 Inhalte

MHP definiert verschiedene Inhaltsformate. So kann eine MHP-Anwendung auf statische Inhalte wie JPEG, PNG oder GIF zurück greifen. Auch die Darstellung von I-Frames und

<b>Wichtige Felder</b>	<b>Bedeutung</b>
application_type	DVB-J Anwendung oder DVB-HTML Anwendung (siehe Kapitel 4.2.10)
application_control_code	Autostart (0x01): nach erfolgreichem Ladevorgang erfolgt automatisch der Start der Anwendung; Present (0x02): Anwendung verfügbar aber wird nicht automatisch gestartet; Destroy (0x03): Anwendung wird beendet; Kill (0x04): Anwendung wird zerstört
application_identifier bestehend aus organisation_id und application_id	Organisation_id identifiziert die Organisation, welche für diese Anwendung verantwortlich ist und application_id ist eine eindeutige ID der Anwendung (Werte zwischen 0x0000 und 0x3fff stehen für unsignierte Anwendungen und Werte zwischen 0x4000-0x7fff für signierte Anwendungen – Sicherheit)
protocol_id	Spezifikation des Transport-Protokolls, mit dem die Anwendung übertragen wird: Objekt-Karussell (0x0001) oder Mehr-Protokoll Kapselung (0x0002)
URL_byte	Angabe der URL bei Übertragung mit IP
application_profile	Profil, für welches die Anwendung entwickelt wurde (siehe Kapitel 4.2.3)
visibility	Spezifiziert, ob Anwendung nur für Nutzern, nur für andere Anwendungen oder für beide sichtbar ist
application_priority	Bei mehreren Anwendungen innerhalb eines Services wird diejenige mit höchster Priorität zuerst ausgeführt
transport_protocol_label	Spezifikation des Transport-Protokolls (z.B. HTTP)
base_directory_byte	Verzeichnisname, welcher als Wurzel für relative Dateinamen dient (Pfadangabe zu Ressourcen)
application_name_char	Bezeichnung der Anwendung (Info für Nutzer)
Initial_class_byte	Bezeichnung der Klasse, die ein Xlet implementiert

Tabelle 4.4: Informationen AIT

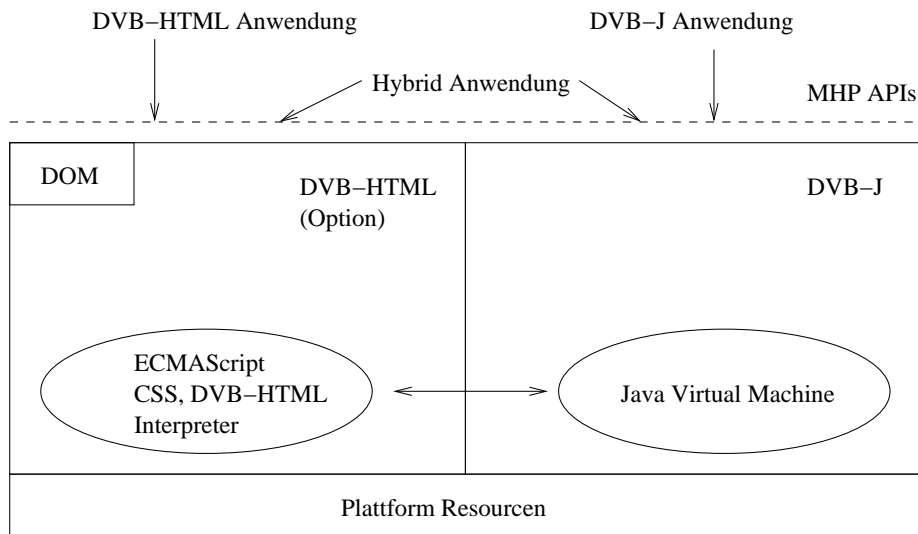


Abbildung 4.8: MHP Anwendungsformate [100]

MPEG2 Video "Drips"<sup>8</sup> erlaubt der Standard. Weiterhin ist die Einbindung von Broadcast-Streaming Formaten wie MPEG kodierte Audio und Video möglich. Zusätzlich lassen sich spezielle Schriftarten (die für die Anwendung extra mit übertragen werden) darstellen.

#### 4.2.10 DVB-HTML

Als Ergänzung zu dem prozeduralen Ansatz von DVB-J wurde MHP im Standard 1.1. um ein deklaratives Format (DVB-HTML) erweitert (siehe Abbildung 4.8). Neben vollständigen DVB-J und vollständigen DVB-HTML Anwendungen existieren Hybridformen, die sowohl prozeduralen Code, als auch deklarative Beschreibungsanweisungen enthalten.

DVB-HTML basiert auf den folgenden Spezifikationen:

- **XHTML:** DVB-HTML ist eine Anwendung von XML und basiert auf dem XML Standard 1.0. Die "Document Type Definition" (DTD) einer DVB-HTML Anwendung ist im Standard unter Annex AA definiert. Die DTD definiert abstrakte Module, die in der XHTML Modularisation-Empfehlung von W3C niedergeschrieben sind<sup>9</sup>. Verschiedene XHTML Module werden in DVB-HTML unterstützt (u.a. Frames, Style Sheet, Link, Text, List) und andere nicht (Applet, Server side Image Maps, Edit).
- **CSS Level 2:** "Cascading Style Sheets" (CSS) dienen der Formatierung und dem Layout von DVB-HTML Dokumenten. Mit CSS wird die Trennung von Inhalt und Darstellung ermöglicht. Für DVB-HTML sind Style Sheets der W3C CSS Level 2 Spezi-

<sup>8</sup> Abfolge von I- und P-Frames: geeignet für kleine Animationen

<sup>9</sup> <http://www.w3.org/TR/xhtml-modularization>

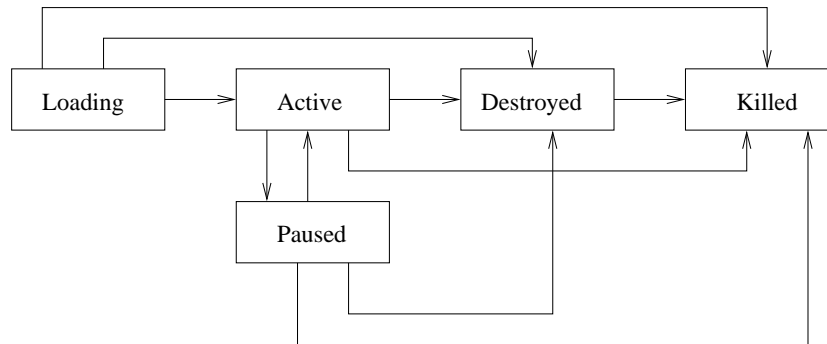


Abbildung 4.9: Lebenszyklus einer DVB-HTML Anwendung [100]

fikation definiert. Nicht alle Eigenschaften, Typen und Regeln, wie sie in CSS Level 2 spezifiziert sind, werden bei DVB-HTML übernommen. Teile der Spezifikation werden verwendet und teilweise für die Anpassung an die TV-Umgebung erweitert.

- **ECMAScript:** EcmaScript ist die standardisierte Version von JavaScript. Die Scriptsprache ermöglicht den Zugriff auf Java-Klassen (DVB-J Klassen) aus DVB-HTML Dokumenten heraus (EcmaScript Java Bridge). Zusätzlich ermöglicht sie in Kombination mit DOM die Interaktivität zwischen DVB-HTML Dokumenten (Werte auslesen, Parameter setzen o.ä.).
- **DOM Level 2:** Das "Document Object Model" (DOM) ist eine Plattform unabhängige API, die das Parsen von und den Zugriff auf XML oder HTML Dokumenten ermöglicht. Bei DOM wird im Speicher eine interne Repräsentation (Graph) des geparsen Dokumentes erstellt. Über verschiedene Ereignismodelle kann eine Anwendung den Graph auslesen und modifizieren. DVB-HTML verwendet eine Teilmenge von DOM Level 2 und erweitert diese um eigene Module. Die Methoden für den Zugriff auf die DOM Repräsentation sind im Paket `org.dvb.dom.dvbhtml` definiert.

Eine DVB-HTML Anwendung ist eine Menge von Dokumenten (DVB-HTML Dokumente) und Ressourcen (jpeg, gif, wave, etc.). Ein sogenannter "User Agent" (MHP-Browser) ermöglicht die Dekodierung, die Präsentation und die Interaktion der Anwendung. Der "User Agent" kann als DVB-J Anwendung oder als Plugin in einer anderen Sprache entwickelt werden. Für jede DVB-HTML Anwendung wird eine Instanz des Actors (Thread) erzeugt. Der Actor befindet sich stets in einem der in Abbildung 4.9 dargestellten Zustände.

- **Loading:** Initialzustand. Im Lebenszyklus eines Actors wird dieser Zustand nur einmal angenommen. Dokumente werden geladen ohne sie darzustellen. Bedingung für Zustandsübergang nach Active: Es sind ausreichend Daten für die Präsentation verfügbar.

- **Active:** Actor hat Zugriff auf alle Ressourcen. Die geladenen Dokumente werden geparkt, gerendert und dargestellt. Anschließend wartet der Prozess auf Ereignisse (Trigger).
- **Paused:** Fordert der Application Manager oder ein höher priorisierter Actor Ressourcen an, so kann der Actor in den Zustand Paused gesetzt werden. Der Actor besitzt dann nur eingeschränkten Zugriff auf bestimmte Ressourcen. Werden Ressourcen wieder frei, so wird der Actor in den Zustand Active zurück gesetzt.
- **Destroyed:** Der Actor kann in diesem Zustand auf keinerlei Ressourcen mehr zugreifen. Durch Caching Mechanismen, kann der Actor jedoch noch in einer Art Offline-Anwendung weiterlaufen. Die Anforderung neuer Dokumente ist jedoch nicht mehr möglich.
- **Killed:** Der Actor wird zerstört (DVB-HTML Anwendung wird beendet).

#### 4.2.11 Grafisches Referenzmodell

In MHP sind für die grafische Wiedergabe drei Ebenen definiert (siehe Abbildung 4.10) – die Hintergrundebene ("Background planes"), die Videoebene ("Video planes") und die Grafikebene ("Graphic planes"). Die Hintergrundebene ermöglicht die Darstellung eines einfachen Hintergrundbildes beispielsweise bei der Initialisierung. In der Videoebene lassen sich die einem Service zugehörigen Videokomponenten (gewöhnlich eine Videokomponente pro Service) darstellen. In der Grafikebene lassen sich, auch transparent bzw. semitransparent, grafische Primitive anordnen. Außerdem besteht die Möglichkeit, Videos als eigene Komponenten in die Grafikebene einzubinden. Das Video wird dann automatisch auf die Größe der umgebenden Grafikkomponente skaliert.

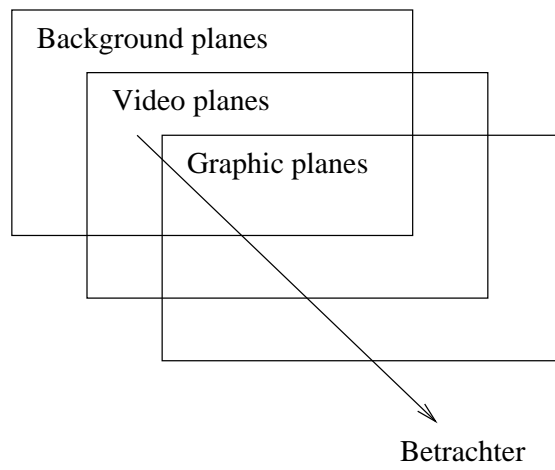


Abbildung 4.10: Grafisches Referenzmodell MHP [113]

## 5 Anwendungen

### 5.1 Beispiele

#### 5.1.1 Untergliederung

Verschiedene Autoren haben Levelteilungen entwickelt, die beschreiben, ob eine Anwendung mehr oder weniger interaktiv ist. Einen kurzen Überblick und die Entwicklung eines eigenen Modells stehen in Kapitel 6.10 im Mittelpunkt. An dieser Stelle soll es ausreichen die Levelteilung nach Cunningham, einem Mann aus der Praxis, kurz vorzustellen. Cunningham beschreibt drei Kategorien [29], in denen sich iTV Anwendungen einordnen lassen:

- **Vorhandene Interaktivität ("Pre Existing Interactivity"):** Interaktive Anwendungen stellen durch die Notwendigkeit der Interpretation von Zusatzdaten durch geeigneten Empfänger hohe Anforderungen an die Infrastruktur – sowohl bei den Programmanbietern als auch bei den Nutzern. Jedoch ist Interaktivität auch ohne neue und teure Infrastruktur möglich. So gibt es die Möglichkeit über Internet-Seiten, Email, Anrufe oder SMS mit einem Programm- oder Dienstanbieter zu interagieren. "These technologies are already imbedded in the everyday lives of the public. So interactivity can be enjoyed now, without having to wait for a mass conversion to digital television." [29]
- **24/7 Anwendungen ("24/7 Services"):** Diese Dienste stehen dem Nutzer gewöhnlich 24 Stunden pro Tag und 7 Tage pro Woche – also rund um die Uhr – zur Verfügung. Dienste dieser Kategorie erfordern die Interpretation der empfangenen Zusatzdaten. Typische Anwendungen sind EPG-Dienste, Nachrichtendienste und Spiele.
- **Begleitende Anwendungen ("Enhanced TV"):** In diese Kategorie ordnet Cunningham Anwendungen ein, die als Ergänzung zu bestimmten Sendungen übertragen werden. So können beispielsweise Nutzer während der Übertragung einer Quizshow mitraten oder Abstimmungen durchführen.

Neben der Unterteilung in 24/7 Anwendungen und begleitende iTV Anwendungen kann eine Gliederung auch bezüglich der Nutzung eines Rückkanals vorgenommen werden. Innerhalb dieser Kategorien existieren vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. So lassen sich beispielsweise Infodienste, Spiele, Kommunikationsdienste oder Shop-Anwendungen realisieren. Eine Kategorisierung der verschiedenen Dienste ist schwierig, da eine Trennung nicht exakt möglich ist. Infodienste können beispielsweise auch Kommunikationsdienste sein und



Abbildung 5.1: ARD Digital "Eins Extra Ticker"

Shop-Anwendungen können als Spiel realisiert werden. Aus diesem Grund wird auf eine weitere Untergliederung in dieser Arbeit verzichtet.

### 5.1.2 24/7 ohne Rückkanal

Beispiel einer Anwendung dieser Kategorie ist der "Eins Extra Ticker" von ARD Digital (siehe Abbildung 5.1). Rund um die Uhr können Nutzer die neuesten Nachrichten und aktuelle Informationen zu Wirtschaft, Börse, Sport und Wetter abrufen. Die Anwendung ähnelt in ihrem Funktionsumfang dem bekannten Videotext.

### 5.1.3 Begleitend ohne Rückkanal

Als Ergänzung zu der Sendung "Verstehen Sie Spaß?" im ARD können Nutzer mit einem MHP fähigen Empfänger selbst mitraten und Zusatzinformationen abrufen (siehe Abbildung 5.2). Im Laufe der Sendung können Nutzer beispielsweise erraten, ob eine Testperson in die gestellte Falle tappt oder nicht. Je schneller die richtige Antwort eingegeben ist, desto mehr Punkte sammelt der Nutzer. Am Ende der Sendung errechnet ein Algorithmus aus den gesammelten Punkten einen Gewinncode, den die Nutzer dem Programmanbieter dann telefonisch übermitteln können. Nutzer mit den meisten Punkten erhalten Preise. Zusätzlich können zu jedem Gast der Sendung weitergehende Informationen abgerufen werden wie Tourdaten, Kontaktadresse oder Biographie.

### 5.1.4 24/7 mit Rückkanal

"Wer wird Millionär" von "Sky active" ist ein interaktives Spiel, welches Nutzer jederzeit aufrufen können (siehe Abbildung 5.3). Zu Beginn des Spieles müssen Nutzer entsprechende





Abbildung 5.2: Begleitende MHP Anwendung zu "Verstehen Sie Spaß?"

"Credits" kaufen. So beträgt der Preis für ein Spiel einen Credit im Wert von 50 Pence. Nachdem das Spiel beendet ist, werden die Punkte (eine gewisse Mindestpunktzahl vorausgesetzt) an den Dienstleister übermittelt. Zu gewinnen gibt es sowohl Geld- als auch Sachpreise. Für die Übermittlung der Daten an den Dienstleister kommt ein in den Empfänger integriertes Modem zum Einsatz.

### 5.1.5 Begleitend mit Rückkanal

Zum "Eurovision Song Contest" 2002 entwickelte Phillips in Kooperation mit dem "Nord Deutsche Fernsehen" (NDR) eine die Sendung begleitende Anwendung (siehe Abbildung 5.4). Zu jedem in der Sendung auftretenden Interpreten, konnten begleitende Informationen abgerufen werden. Innovativ war die Möglichkeit der direkten Stimmabgabe mit Hilfe der Fernbedienung. Über einen Rückkanal erfolgte die Übertragung der Eingaben und Abstimmungen. Die Nutzung dieser Anwendung war jedoch nur den Gästen einer speziellen vom NDR organisierten Eurovision Party vorbehalten. Phillips stellte die notwendige Technik zur Verfügung.

### 5.1.6 Multi-Stream Formate

In Abbildung 5.5 ist der Unterschied zwischen herkömmlichen TV Sendungen und Multi-Stream Sendungen skizziert. Während herkömmliche Sendungen im TS nur einen Video-Stream und einen Audio-Stream enthalten, werden bei Multi-Stream Formaten mehrere Streams übertragen. Nutzer können dann aus der Menge von verfügbaren Streams auswählen.

Vorreiter bei derartigen Anwendungsformaten ist BBCi. Bereits seit 2001 werden erfolgreich Wimbledon Übertragungen mit Multi-Stream Technik realisiert. Durch Druck auf die



Abbildung 5.3: OpenTV Anwendung "Wer wird Millionär?" von Sky



Abbildung 5.4: Begleitende MHP Anwendung zum "Eurovision Song Contest"

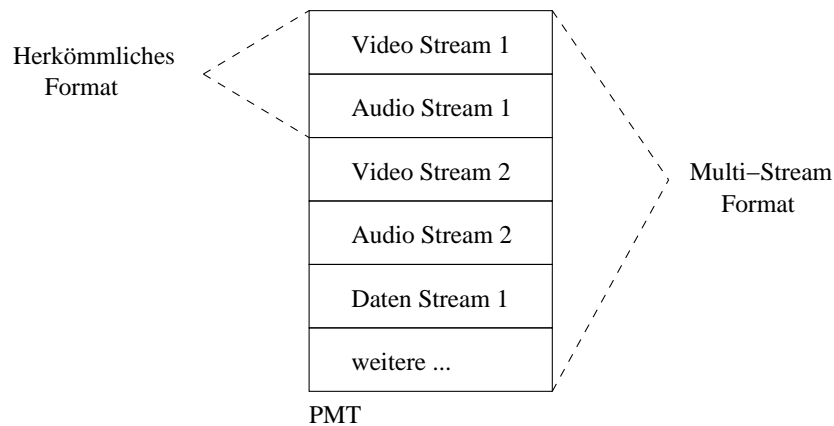


Abbildung 5.5: Unterschied zwischen herkömmlichen Formaten und Multi-Stream Format



Abbildung 5.6: Multi-Stream Format von BBCi (Wimbledon 2003)

rote Funktionstaste "BBCi press red" gelangt man zu einem entsprechenden Auswahlmenü (siehe Abbildung 5.6).

Neben der Ausstrahlung paralleler Streams bei Sportereignissen, lassen sich durch diese Technik auch interaktive Handlungsverläufe realisieren. So kann die Handlung in verschiedenen Streams unterschiedliche Wendungen annehmen.

### 5.1.7 (Near) Video on Demand

Bei echtem VOD erfolgt die Übertragung der angeforderten Video-Daten sofort nach Eingang der Anfrage. Die Übertragung der Videodaten erfolgt zumeist über eine schnelle Internetverbindung oder bei Kabel TV über entsprechende Kabel-Kanäle. T-Online Vision als ein großer deutscher VOD-Anbieter, stellt eine Vielzahl aktueller Filme zur Auswahl. Die

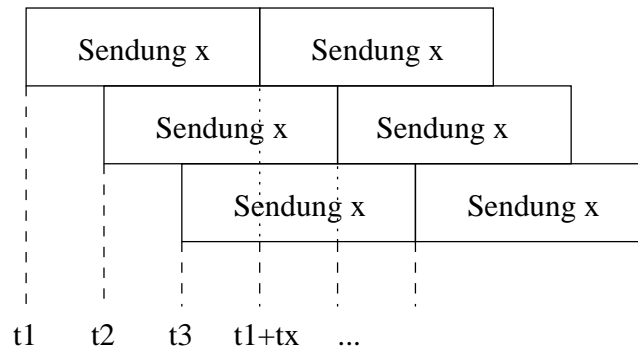


Abbildung 5.7: Zeitversetztes Multi-Stream Format bei NVO

Wiedergabe der angeforderten Filme geschieht entweder parallel zum Empfang (Streaming) oder nach einem Download, der beispielsweise in der Nacht durchgeführt wird.

NVO verwendet hingegen Multi-Stream Technologie (siehe Abbildung 5.7). Unabhängig davon, ob Nutzer Videos auch wirklich anfordern, werden Sendungen parallel und zeitversetzt auf verschiedenen Frequenzen übertragen. Fordern Zuschauer Filme an, so können sie nach Freischaltung (pay per view) in festen Intervallen (beispielsweise alle 15 Minuten) den Film schauen.

## 5.2 PVR

### 5.2.1 Allgemein

Wie in Kapitel 3.5.2 beschrieben, zeichnen sich PVR durch eine integrierte Festplatte aus. Zum Zwecke der Orientierung im Programm existieren EPGs, welche die Programminformationen aktueller und zukünftiger Sendungen übersichtlich darstellen. Oftmals ist die Aufnahmeplanung einfach über die EPG Oberfläche durch Auswahl entsprechender Einträge möglich.

PVRs sind nicht auf den Empfang von digitalen Programmen beschränkt. Bei analogen Sendungen erfolgt im Empfänger die Kodierung nach MPEG durch einen integrierten Encoder. Hier besteht bei einigen Herstellern (beispielsweise TiVo) auch die Möglichkeit zur Einstellung der Videoqualität. Eine Komprimierung in qualitativ besseres Videomaterial erfordert entsprechend mehr Speicherplatz als eine Komprimierung in niedriger Qualität. Empfänger für digitale Programme speichern meist die bereits in MPEG kodierten Daten auf den Massenspeicher.

Durch wahlfreien Zugriff auf den Massenspeicher sind, im Gegensatz zu herkömmlichen Aufnahmen auf Band mit sequentiellen Zugriff, neuartige Funktionen wie die zeitversetzte Wiedergabe des aktuellen TV Programms möglich ("Timeshifting"). So lässt sich durch Aktivierung einer Pause-Funktion die Wiedergabe der aktuellen Sendung anhalten und zu

späterem Zeitpunkt an dieser Stelle fortsetzen. Die Pause-Funktion versetzt den PVR automatisch in den Aufnahme-Zustand. Nutzer können dann in den aufgenommenen Daten beliebig vor und zurück spulen um beispielsweise Werbung zu überspringen<sup>1</sup>.

Die Aufnahmefunktion von PVRs kann durch intelligente Algorithmen und Techniken automatisiert werden. So würde beispielsweise ein einfacher Algorithmus für Serienaufnahme, anhand der vom Nutzer geschauten Sendungen, im Hintergrund automatisch das Programm zu den entsprechenden Uhrzeiten aufzeichnen. Automatisch aufgezeichnete Sendungen können den Nutzern durch übersichtliche Darstellung von Indexbildern und Informationen präsentiert werden. Komplexere Algorithmen können aufgrund von Sehgewohnheiten und Einstellungen Nutzerprofile erzeugen, mit denen sich der automatische Aufnahmeprozess genauer steuern lässt.

### 5.2.2 PVR Nutzung

PVRs ermöglichen gegenüber herkömmlichem Fernsehen neue Formen der Medienrezeption. In [32] wurden 20 Haushalte in London hinsichtlich der PVR Nutzung untersucht. Anhand von Beobachtungen und Interviews kategorisierte man neue Anwendungsbereiche, die sich bei der Nutzung von PVRs ergeben:

- **Speicherung:** Die Speicherung des TV Programms ermöglicht die spätere zeitversetzte Wiedergabe. Dies ist insbesondere dann hilfreich, wenn Nutzer eine Sendung gerne sehen möchten, jedoch aus verschiedenen Gründen keine Zeit haben.
- **Lesezeichen:** Die auch mit "series link" bezeichnete Funktion ermöglicht die automatische Speicherung aller Folgen einer ausgewählten Serie. Dadurch verpasst man keine der Lieblingssendungen.
- **Aufnahmeplanung:** Sendungen die aufgenommen werden sollen, sind über den EPG einfach anwählbar.
- **Sammlung:** Mehrteilige Filme oder Serien werden gesammelt (aufgezeichnet) und dann später am Stück geschaut.
- **Archivierung:** Gespeicherte Filme werden auf Wechseldatenträger wie VHS Kassetten gesichert und Freunden weitergereicht.
- **Komprimierung:** Aufgenommene Ereignisse wie Sportsendungen werden häufig komprimiert wiedergegeben. Es wird zu interessanten Szenen (Highlights) vorgespult.
- **Ausdehnen:** Im Gegensatz zur Komprimierung werden Teile einer Sendung durch Rückspulen und wiederholte Wiedergabe mehrmals wiedergegeben.

---

<sup>1</sup>Vorspulen maximal bis zu dem Zeitpunkt der aktuellen TV-Übertragung – zwischen Aufnahme und Wiedergabe würden dann nur Sekunden liegen

- **Pause:** Die Wiedergabe des aktuellen Live TV Programms wird angehalten und kurz darauf an dieser Stelle fortgesetzt<sup>2</sup>.
- **Werbeausblendung:** Durch schnelles Vorspulen wird die Werbung übergangen.

### 5.2.3 STB Empfänger

Kommerziell eingeführt wurden PVR erstmals 1999 in den USA mit den Produkten TiVo (hergestellt von Phillips und Sony) und Replay TV (hergestellt von Panasonic). In Deutschland wurde im Herbst 2000 ein PVR von Grundig mit dem Namen Selexx angeboten. Im Gegensatz zu den proprietären Lösungen wurden bereits seit 1998 mehrere von der Europäischen Kommission geförderte Forschungsprojekte in diesem Kontext durchgeführt, mit dem Ziel der Nutzung offener Standards.

Ein weiteres kommerzielles Beispiel ist das "Moxi Media Center"<sup>3</sup>, welches in einigen Regionen der USA vermarktet wird. Die von Motorola hergestellte STB dient neben dem Empfang von Kabel-Programmen auch als Media Center. Über das integrierte CD/DVD Laufwerk können Musik-, Foto- und Videodateien abgespeichert und wiedergegeben werden. Verschiedene Schnittstellen erlauben den Zugriff auf PC-Netzwerke. Medien-Daten sind somit beliebig austauschbar. Auch besitzt die Box ein integriertes Kabelmodem, über das Internet-Inhalte schnell abrufbar sind. Mit einem 733 MHz x86 Prozessor, 128 MB RAM, 2 HDTV Tuner<sup>4</sup>, einen schnellen 3D Grafikprozessor und 80GB Massenspeicher ist diese Box ein typischer Vertreter eines PVR (STB Kategorie 3 wie in Kapitel 3.5.2 definiert). Sowohl Moxi als auch TiVo verwenden als Betriebssystem angepasste Linuxversionen.

### 5.2.4 IDR Empfänger

Das Modell "32er PVR IDTV" von Humax kann sowohl analoges als auch digital terrestrisches Fernsehen wiedergeben. Das Display ermöglicht eine Darstellung von bis zu 1366x768 Bildpunkten und ist somit in der Lage hochauflösendes Fernsehen (HDTV) wiederzugeben. Im Gerät ist eine 40 GB Festplatte für Aufnahmen integriert. Abhängig vom Absatzland ist das Gerät in der Lage MHEG-Anwendungen (UK) bzw. MHP-Anwendungen (Italien und Deutschland) zu interpretieren und auszuführen. An den USB 2.0 Anschluss können externe Geräte wie zusätzliche Festplatten angeschlossen werden.

### 5.2.5 Media-Center Lösungen

Im Gegensatz dazu existieren im PC-Bereich (Empfänger in Kapitel 3.5.6 als HTPC bezeichnet) verschiedene Media-Center Lösungen. Zwei sehr erfolgreiche Vertreter sind "Windows

---

<sup>2</sup>Diese Funktion wurde interessanterweise in der Untersuchung am wenigsten genutzt und war am schwierigsten zu verstehen.

<sup>3</sup>[www.moxi.com](http://www.moxi.com)

<sup>4</sup>Unterstützung verschiedener Auflösungen bis zu 1080i



Abbildung 5.8: Sceneo Tvcentral LiveTV mit EPG Einblendung

XP Media Center Edition" und "TVcentral".

Neben den bereits genannten Features eines HTPCs bietet TVcentral weitere interessante Features. So sind EPG-Daten über drei verschiedene Verfahren abrufbar. Die Daten werden entweder von "TV Movie" über Internet, oder über ein spezielles Verfahren (NextView) über die Austastlücke (analog TV) oder aber über die MPEG SI (digital TV) in die interne Datenbank von TVcentral eingelesen. Die Darstellung der EPG-Daten erfolgt dann unabhängig von der Übertragung in einem einheitlichen Menü bzw. OSD. Durch Markierung entsprechender EPG-Einträge kann leicht eine Sendung für die Aufnahme programmiert werden (siehe Abbildung 5.8). Ein weiterer Dienst von TVcentral ist die automatische Werbeerfernung. Im Hintergrund werden Schnittlisten für Spielfilme und Serien, die von einem Partnerunternehmen redaktionell erstellt werden, über Internet geladen. Aus den aufgenommenen Sendungen werden dann automatisch die Stellen, an denen Werbung erscheint, aus der MPEG-Datei herausgeschnitten. Anschließend ist die Sendung auf CD/DVD archivierbar. Im Gegensatz zu online Verfahren, welche die Werbung anhand von Bilderkennungs-Algorithmen entfernen, ist dieses sogenannte redaktionelle offline-Verfahren derzeit das Zuverlässigste [104].

## 6 Forschung

### 6.1 Überblick

Eine Vielzahl von Forschungsarbeiten befasst sich mit dem Bereich Personalisierung (6.2). Durch die ständig steigende Zahl von TV-Angeboten wird es für Nutzer immer schwieriger, interessante Inhalte zu finden. Recommender-Techniken (6.3) bieten dabei neue Lösungsansätze.

iTV Anwendungen unterscheiden sich von herkömmlichen PC Anwendungen nicht nur im Nutzungskontext. Die Kapitel Benutzbarkeit (6.4) und Entwurf (6.5) gehen der Frage auf den Grund, unter welchen Bedingungen iTV Anwendungen zu entwickeln sind und welche Faktoren diese Entwicklung beeinflussen.

Tele-Learning Dienste (6.6) und Kommunikationsdienste (6.7) haben großes Potential für mögliche zukünftige Anwendungen. Video-Retrieval Techniken (6.8) liefern neben den Recommender-Techniken weitere Ansätze, um in einer beständig wachsenden Datenmenge (hier Videodaten) die gewünschten Inhalte zu finden.

Weitere Anwendungsbereiche sind in Kapitel 6.9 aufgeführt. In Kapitel 6.10 schließlich wird ein Modell entwickelt, durch das iTV Anwendungen kategorisierbar sind.

### 6.2 Personalisierung

#### 6.2.1 Grundlagen

Für Personalisierung im Kontext von Informationssystemen existieren verschiedene in ihrer Bedeutung jedoch ähnliche Definitionen. "Personalization is the ability to provide content and services that are tailored to individuals based on knowledge about their preferences and behavior." [2]

Eine andere [14]: "Personalization involves a process of gathering user-information during interaction with the user, which is then used to deliver appropriate content and services, tailor-made to the user's needs."

Im Mittelpunkt der Personalisierung steht also die Anpassung von Inhalten an die Bedürfnisse des Einzelnen. Von Personalisierungen können sowohl Nutzer als auch Dienstanbieter profitieren. Nutzer erhalten bei einem ständig wachsenden Informationsangebot nur die für sie interessanten Informationen und Dienstanbieter können gezielt Inhalte vermarkten. Ein relevantes und wichtiges Thema in diesem Zusammenhang, ist der Schutz der Privatsphäre von Nutzern [65]. Eine Diskussion über Für und Wider der Personalisierung sowie über



mögliche Schutzmechanismen ist jedoch nicht Thema der Arbeit.

### 6.2.2 Allgemeiner Prozess

Der Prozess der Personalisierung kann in 5 Schritte gegliedert werden (siehe Abbildung 6.1). In einer ersten Phase werden relevante Informationen über die Nutzer gesammelt. Informationen erhält man beispielsweise durch explizite Nutzereingaben<sup>1</sup> oder durch Transaktionen des Nutzers mit dem System. Die gesammelten Informationen werden anschließend in einem Nutzerprofil abgebildet, welches den Kern eines personalisierten Informationssystem bildet. Der Vorgang der Abbildung von Inhalten auf personalisierte Inhalte erfolgt mit Hilfe der Nutzerprofile und wird als "Matchmaking" bezeichnet. Für das "Matchmaking" existieren verschiedene Techniken. Die Recommender-Technik, eine der bekanntesten Methoden, wird in Kapitel 6.3 gesondert vorgestellt. Personalisierte Inhalte können dann in der nächsten Phase auf verschiedener Weise zu den Nutzern übertragen (push – z.B. per E-Mail, Pull – auf Anfrage oder passiv – nebenbei und Kontext abhängig) und auf verschiedene Arten präsentiert werden. In der letzten Phase erfolgt eine Messung über die Zufriedenheit der Nutzer mit den personalisierten Inhalten. Die Messung der Zufriedenheit erfolgt aufgrund von Feedback der Nutzer. Bei negativem Feedback müssen ggf. Änderungen in den 4 ersten Prozessphasen durchgeführt werden.

Das wichtigste Kriterium bei personalisierbaren Systemen ist eine Form von Feedback der Nutzer. So kann man zwischen expliziten und impliziten Feedback unterscheiden [81, 27, 90]. Bei dem expliziten Feedback teilt der Nutzer dem System explizit über entsprechende Eingaben wie beispielsweise eine Bewertung mit, was für ihn von Interesse ist. Das implizite Feedback entsteht hingegen automatisch, wenn Nutzer mit dem System interagieren. Bei Online-Systemen können die Log-Dateien ausgewertet werden, aus denen ersichtlich ist, welche Internet-Seiten von besonderem Interesse sind. In PVRs kann Software protokollieren, wann welche Sendung aufgenommen und welche Sendungen geschaut wurde.

### 6.2.3 Formen

Die Personalisierung in Interaktionssystemen (iTV, Internet, Multimedia) kann im Allgemeinen auf zwei unterschiedliche Arten erfolgen [27]:

- **Personalisierung der Präsentation:** dient der Anpassung verschiedener Eigenschaften der Nutzeroberfläche
- **Personalisierung von Inhalten:** dient der Anpassung von Inhalten

Im Kontext von Internet basierten Informationssystemen ist in [65] neben den beiden genannten Formen auch noch die Anpassung der Hypermediastruktur beschrieben. Entsprechend einem Nutzerprofil können die Verweise ("Links") zu anderen Inhalten führen oder die

---

<sup>1</sup>Nutzer gibt beispielsweise persönliche Daten wie Alter, Geschlecht und Interessen an

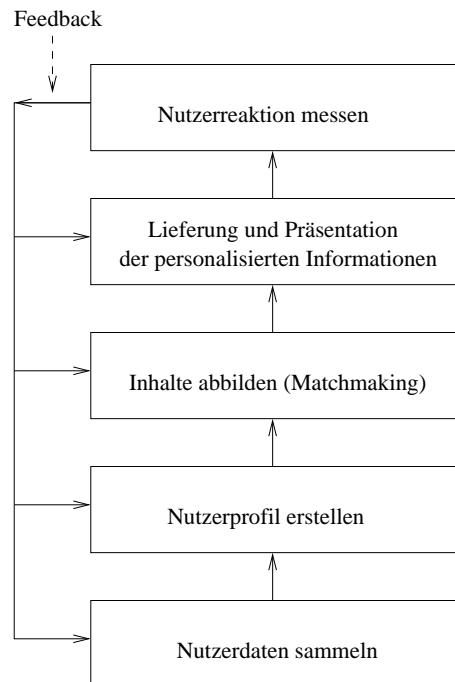


Abbildung 6.1: Phasen des Personalisierungsprozesses [2]

Präsentation der Verweise wird angepasst<sup>2</sup>. Im Kontext der Personalisierung von T-Learning Anwendungen (siehe Kapitel 6.6) führt Masthoff eine weitere Form der Personalisierung des Programmumfeldes ein. So könnte eine Anwendung beispielsweise automatisch einen oder mehrere Lernpartner finden und entsprechende Kommunikationsmöglichkeiten (z.B. Chat) bereitstellen [78].

#### 6.2.4 Fallstudien

Ein iTV Prototyp zur Personalisierung der Präsentation ist in [28] vorgestellt. Das Nutzerinterface ist an die eigenen Bedürfnisse anpassbar. So können Nutzer Hintergrund, Schriftart, Schriftgröße und Position von Menüs individuell einstellen. Die dabei generierten "Look & Feel" Oberflächen können jederzeit wieder geändert werden.

In einem Haushalt wird das TV-Gerät zumeist von mehreren Personen genutzt. Da für jede Person ein eigenes Oberflächen-Profil erstellt werden kann, hilft dieser Ansatz auch bei der Trennung der einzelnen Einstellungen.

Broadcast-Inhalte selbst sind ebenso personalisierbar. Voraussetzung für solche Ansätze ist die Möglichkeit der lokalen Speicherung. "Personalization requires a set top box (STB) which offers Personal Digital Recording (PDR) functionality and opportunities to filter media

<sup>2</sup>im einfachsten Fall verschiedene Farben für bereits besuchte Verweise

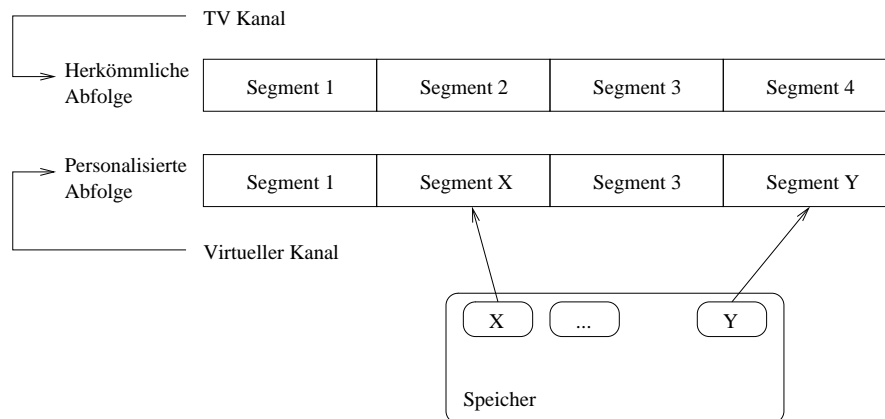


Abbildung 6.2: Personalisierung von Inhalten mittels lokaler Speicherung

data.” [109]. In [109, 79, 81] sind Konzepte für personalisierte Nachrichtenkanäle vorgestellt. Weitere Arbeiten beschäftigen sich mit der Personalisierung von Werbung [73, 72] und Musikstücken [24]. Die Arbeiten von Chorianopoulos [24, 25] beruhen auf dem Konzept eines virtuellen Kanals (siehe Abbildung 6.2). Inhalte für den virtuellen Kanal stehen durch das TV Programm, durch das Internet und durch lokal gespeicherte Inhalte zur Verfügung. Die Wiedergabe von Inhalten ist nicht mehr statisch durch den Programmanbieter festgelegt. Mittels Nutzereinstellungen bzw. Nutzerprofilen erfolgt die Inhaltspräsentation dynamisch.

Ein weiterer interessanter Ansatz ist in [33] beschrieben. Bei dem entwickelten Prototypen handelt es sich um eine interaktive Autowerbung. Im Mittelpunkt steht eine Plattform (”Real Time Television Content Platform” - RTTCP), die neben dem TV-Empfang in der Lage ist, grafische Primitive in Echtzeit zu berechnen und darzustellen. Aktuelle Spielekonsolen wie Xbox oder PlayStation2 besitzen bereits schnelle Grafikchips für die Darstellung solcher Inhalte. Im speziellen Prototyp wird die Autowerbung aus 3D Modellen berechnet. Nutzer können Einstellungen wie Wagenfarbe oder Ansichtsperspektiven in Echtzeit vornehmen. Die für die Wiedergabe notwendigen Steuerinformationen werden als Zusatzdaten im TS mit übertragen. Die Beschreibung der grafischen Primitive selbst kann entweder ebenfalls im TS oder per Download über einen Rückkanal erfolgen. Nicht kompatible RTTCP Empfänger würden die Steuerinformationen ignorieren und die herkömmliche Werbung wiedergeben.

## 6.3 Recommender

### 6.3.1 Übersicht

Recommender-Systeme dienen der Abbildung von allgemeinen Inhalten auf personalisierte Inhalte. Das Ziel eines Recommender-Systems ist i.A. die Vorhersage (Prediction) eines

Wertes (Wahrscheinlichkeitswert), mit dem Nutzer bestimmte Elemente (Items) mögen oder nicht. Je nach Anwendungsfall kann es sich bei Items um Internet-Seiten, Nachrichten, Produkte wie Bücher, CDs etc. oder Fernsehsendungen bzw. Videos handeln. Recommender Techniken lassen sich allgemein in zwei Klassen unterscheiden [10, 117, 2].

- **Content-Based Recommendations<sup>3</sup> (Inhaltsbasierte Empfehlung)** bzw. Case-Based Recommendations: Empfehlungen dieser Kategorie werden aufgrund von Nutzungsverhalten und Bewertungen der Nutzer in der Vergangenheit erstellt. Was den Nutzer damals interessierte, könnte auch zukünftig wieder für ihn von Interesse sein. Um diese Technik zu realisieren, existieren Nutzerprofile.
- **Collaborative Filtering (Kollaborative Filterung)** oder auch allgemein als Social Filtering bezeichnet: Nutzer mit ähnlichen Profilen interessieren sich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auch für ähnliche Inhalte. So können einem Nutzer auch Empfehlungen anderer Nutzer mit ähnlichem Nutzerprofil hilfreich sein. Empfehlungen werden also, im Gegensatz zu der ersten Techniken, aufgrund einer Gruppe von Nutzern erstellt. Die Qualität der Empfehlungen steigt mit der wachsender Zahl an Personen, die an einem derartigen System angeschlossen sind. Bekanntes Beispiel für kollaborative Filterung aus der Internet-Domäne ist die Buchempfehlung vom Versandhaus Amazon. Den potentiellen Käufern werden Hinweise der Art "Diese Bücher könnten auch Sie interessieren." präsentiert.

Jedes der vorgestellten Verfahren besitzt sowohl Vorteile als auch Nachteile (siehe Tabelle 6.1). Viele der Nachteile lassen sich jedoch durch verschiedene Mechanismen umgehen. So kann bei einer inhaltsbasierten Empfehlung nach dem Start des Systems ein vordefinierter Cluster ("Stereotyp") wie z.B. "FUN" ausgewählt werden, der das Nutzerprofil quasi vorinstellt. Die ausgewählten Stereotypen sind dann, entsprechend der Sehgewohnheiten des Nutzers, dynamisch anpassbar [70]. Lösungen für das Kaltstart-Problem existieren auch für die kollaborative Filterung [108]. So können in einer ersten Phase beispielsweise nur die populärsten Items empfohlen werden (gemittelt über die gesamte Nutzermenge). Für die kollaborative Filterung existieren außerdem Lösungen zu dem "First-Rather" und dem "Sparsity" Problem [125]. So können dünn besetzte Matrizen mit Hilfe spezieller Algorithmen (auch als Filterbots bezeichnet) entsprechend bearbeitet werden. Leere Felder der User-Item Matrizen lassen sich mit berechneten Annahmewerte auffüllen.

Da sich die Vorteile der inhaltsbasierten Empfehlung und die Vorteile der kollaborativen Filterung jedoch ergänzen, finden in Hybrid-Systemen beide Techniken Anwendung [10, 117, 69].

---

<sup>3</sup>stammt aus Bereich der Information Retrieval Systeme

	<b>Inhaltsbasierte Empfehlung</b>	<b>Kollaborative Filterung</b>
+	Qualitativ hochwertig	keine Inhaltsanalyse notwendig, da Empfehlung allein auf Bewertung der Items beruht
+		auf beliebige Medientypen und auch auf komplex darzustellende Items anwendbar
-	Empfehlungen ähneln sich meist (obwohl Interesse auch für noch unbekannte Items vorhanden ist)	neue Items werden nicht empfohlen, wenn diese noch nicht bewertet wurden ("first rater problem")
-	internes Beschreibungsformat des zu bewertenden Items notwendig (Metadaten)	es existieren ungewöhnliche Nutzer ("unusual users"), deren Profil nur mit wenigen bzw. keinen anderen Nutzerprofilen übereinstimmt
-	statische Empfehlungen und daher keine Evolution im Nutzer-Profil	wenn die meisten der Nutzer nur wenige Items bewerten, ist es schwer, zwischen den Nutzern Gemeinsamkeiten in den Bewertungen festzustellen (dieses Problem tritt besonders auch in der Initialisierungsphase eines solchen Ansatzes auf – Problem von dünn besetzten Matrizen ("sparsity problem"))
-	in der Startphase besitzt das System noch kein bzw. wenig "Wissen" über den Nutzer, wenn es auf impliziten Feedback basiert (Kaltstartproblem)	neue Nutzer haben noch keine Bewertungen abgegeben, weswegen man keine Empfehlung geben kann (Kaltstartproblem bzw. Neuenutzer Problem)
-	wenn Nutzerprofil durch explizite Eingaben initiiert wird (z.B. elektronischer Fragebogen), so können Eingaben hinderlich wirken	

Tabelle 6.1: Vergleich von inhaltsbasierter Empfehlung und kollaborativer Filterung

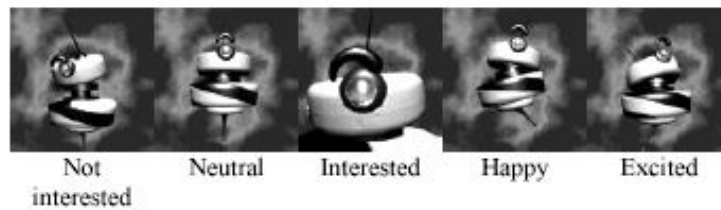


Abbildung 6.3: Animationsbeispiel eines virtuellen Vermittlers [35]

### 6.3.2 Vertrauen in die Empfehlung

Empfehlungen sind nur dann sinnvoll, wenn diese auch angenommen werden. Jedoch vertrauen Nutzer nicht immer den Empfehlungen. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn unbekannte Sendungen empfohlen werden [128]. Ein Ansatz zur Lösung dieses Problems liegt in einer stärkeren Transparenz. So vertrauen Nutzer mehr einer Empfehlung, wenn die Gründe für die Empfehlung mit angegeben werden [128, 60]. In [128] beispielsweise gibt ein "virtueller Freund" zu jeder Empfehlung wichtige Hintergrundinformationen. Eine Begründung ist von der Art: "Der Hauptdarsteller ist Brad Pitt, der bereits in dem Spielfilm X die Hauptrolle spielte." Neben Schauspielern können auch andere Empfehlungsgründe wie gleicher Produzent, Autor oder Regisseur angegeben werden. Die beschriebenen Begründungen beruhen auf inhaltsbasierten Empfehlungen. In kollaborativen Systemen erhöhen beispielsweise detaillierte Angaben über die einzelnen Bewertungen der ähnlichen Nutzer die Transparenz [60]. Dieses Vorgehen ist insbesondere auch dann anwendbar, wenn die Gruppe der bewertenden Personen klein oder gut bekannt ist (z.B. Moderatoren o.ä.) [111].

### 6.3.3 Virtuelle Vermittler

Ein virtueller Vermittler ist eine Art virtueller Charakter, der den Nutzern die Empfehlungen, die ein Recommender-System generiert, anschaulich übermittelt. Virtuelle Vermittler verbergen die Komplexität des Systems und sind ein attraktives Nutzerinterface [83]. In [35] werden vier Gründe genannt, warum animierten Charakteren eine wichtige Rolle bei der Interaktion zwischen Nutzern und Unterhaltungselektronik zukommt. So kann die Interaktion mehr Freude bereiten, die Interaktion geschieht auf natürlicherer Art und Weise, mit bestimmten Animationen lassen sich bestimmte Erwartungen und Anforderungen erfüllen und Fehler bei der Interaktion sind eher vermeidbar. Die virtuellen Vermittler sollen auch virtuelle Freunde darstellen, denen man vertrauen kann. In [35] geben beispielsweise die animierten Charaktere Empfehlungen in der Ich-Form ("Ich mag diesen Film" anstatt "Der Film könnte Sie interessieren"). Die aktuelle Animation des Charakters ist außerdem auch Ausdruck darüber, ob ein Film für den Nutzer interessant sein könnte oder nicht (siehe Abbildung 6.3).

In einem Nutzertest mit 10 Personen wurden verschiedene virtuelle Vermittler hinsichtlich ihrer Akzeptanz bei den Nutzern getestet [66]. Gegenübergestellt wurde das Gesicht einer

realen Person, Gesicht einer Karikatur von Person, Smily und Kopf eines Tieres (Hund). Interessanterweise wurde das Tier bevorzugt, obwohl das Gesicht einer realen Person am komfortabelsten und am intelligentesten angesehen wurde.

#### 6.3.4 Reviews

Reviews sind eine weitere Form von Empfehlungen. Reviews sind Meinungen bzw. Bewertungen der Nutzer über bestimmte Items in unstrukturierter textlicher Beschreibung. In solchen Beschreibungen können Nutzer beispielsweise erklären, warum sie bestimmte Items gut oder schlecht bewerteten [111]. Dies ermöglicht einer potentiellen Zielgruppe eine präzisere Einschätzung. Eine iTV Anwendung könnte diese Tatsache berücksichtigen, indem zu jeder kollaborativen Empfehlung eine Menge von repräsentativen Reviews zur Verfügung steht. In diesem Fall wäre dann nicht nur eine Bewertung der Inhalte möglich, sondern auch eine Bewertung der bewertenden Person oder die Bewertung der ursprünglichen Bewertung<sup>4</sup>. In [13] sind Anforderungen an eine mögliche Anwendung aufgelistet:

- das System sollte so entwickelt werden, dass Nutzer persönliche Informationen wie Hobbys, Vorlieben etc. eingeben können, die von anderen Nutzern eingesehen werden können,
- Nutzer sollten dem System mitteilen können, welche Faktoren besonders vertrauenswürdig sind,
- Bewertungen sollten von allen Nutzern eingesehen werden können,
- Bewertung von Bewertungen ermöglichen,
- Nutzer-Suchfunktion einbinden, um vertrauenswürdige Personen zu finden,
- Nutzer sollten motiviert werden, Bewertungen abzugeben (Bonussystem etc.),
- System sollte neben Sendungen auch vertrauenswürdige Personen empfehlen.

#### 6.3.5 Anforderungen an Recommender

In einer Untersuchung mit 19 Testpersonen sind die Anforderungen an ein Recommender-Systeme aus Nutzersicht zusammengefasst [124]. Nutzer möchten immer die volle Kontrolle behalten [124, 83]. Dies beinhaltet den Umstand, dass Empfehlungen ausgeblendet werden können und ein "neutraler" EPG für alle Programme zur Verfügung steht. Empfehlungen sollten auf verschiedenen Geräten wie PC, PDA, Handy oder am TV ausgegeben werden können. Bei der Ausgabe von Empfehlungen ist zu berücksichtigen, dass TV häufig in Gruppen geschaut wird. Nur auf Anfrage sollten einfach zu interpretierende weiterführende Erklärungen zu der Empfehlung ausgegeben werden. Explizites Feedback ist immer auch mit

---

<sup>4</sup>ähnlich zu Amazon: "5 Käufer fanden diese Bewertung hilfreich"

einem gewissen Aufwand des Nutzers verbunden<sup>5</sup>. Aus diesem Grund ist die Vergabe von Feedback auf eine Empfehlung, so einfach und schnell wie möglich zu gewährleisten. Automatisch generiertes Feedback (implizites Feedback) wird von den Testpersonen in [124] bevorzugt.

### 6.3.6 Fallstudie TiVo

Eines der frühen kommerziellen Recommender-Systeme wird von TiVo., Inc. vermarktet. Das Recommender-System von TiVo ist ein Hybrid-System (Nutzung der inhaltsbasierten Empfehlung und der kollaborativen Filterung) [4]. Auf der zum TiVo System zugehörigen Fernbedienung befinden sich zwei Tasten für eine gute (Finger nach oben) oder eine schlechte Bewertung (Finger nach unten) des TV-Programms. Die Tasten können bis zu dreimal hintereinander gedrückt werden, was ein Bewertungsspektrum von [-3,...,3] ergibt.

Für inhaltsbasierte Empfehlung werden Genre und Besetzung (Schauspieler, Regisseur etc.) der Sendungen herangezogen. Bewertet beispielsweise ein Nutzer eine Sendung mit einem bestimmten Schauspieler mit sehr gut, so können zukünftige Sendungen mit diesem Schauspieler empfohlen werden.

Bei der kollaborativen Filterung werden die Bewertungen in periodischen Abständen an einen Server übermittelt. Auf Server-Seite wird zunächst die Anonymität sicher gestellt, indem das Empfangsdatum der Profile auf den 1. Januar 1970 zurück gestellt wird. Dadurch lässt sich nicht mehr nachprüfen, von welchem TiVo Receiver die Log-Datei kam. Anschließend erfolgt der paarweise Vergleich von Items über die eingegangenen Bewertungen mittels Distanzfunktion (z.B. Pearson-Korrelationskoeffizient). Für jedes Paar wird ein Korrelationswert berechnet<sup>6</sup>. TiVo Receiver laden die korrelierenden Paare dann herunter<sup>7</sup>. Auf Client-Seite erfolgt die Berechnung der Wahrscheinlichkeitswerte, mit denen der Nutzer eine noch nicht bewertete Sendung mag<sup>8</sup>. Diese Wahrscheinlichkeiten spiegeln sich in einem Vertrauenswert im Bereich von [0,...,255] wieder. Dieser Vertrauenswert wird auch für die inhaltsbasierten Empfehlungen vergeben. Die Empfehlungen mit den höchsten Vertrauenswerten erscheinen dann unter "TiVo's Suggestions" an den ersten Stellen. Ist innerhalb der TiVo Box ausreichend freier Speicher verfügbar, so werden die am höchsten bewerteten Sendungen automatisch aufgezeichnet.

### 6.3.7 Fallstudie PTV

Ein anderes Hybrid-System ist "Personalized Television" (PTV) [117], welches an der Universität Dublin entwickelt wurde. Herkömmliche EPGs zeigen statisch die Programmin-

---

<sup>5</sup>allein schon durch die Abgabe einer Bewertung

<sup>6</sup>Aus dem Vergleich der Sendungen "Tom & Jerry" und "Rambo" würde vermutlich ein geringer Korrelationswert resultieren.

<sup>7</sup>Im Durchschnitt hat ein solcher Download eine Größe von 320KB mit 28.000 Paaren.

<sup>8</sup>Die Berechnung auf Client Seite besitzt gegenüber Systemen, welche diese Berechnung auf Server Seite durchführen, eine gute Effizienz [4].



formationen und erleichtern die Programmauswahl nur anhand einer übersichtlichen Darstellung. PTV hingegen erzeugt für den Nutzer entsprechend dem Nutzerprofil automatisch angepasste EPGs. Im Gegensatz zu beispielsweise TiVo werden Empfehlungen auf Server-Seite generiert und im HTML- (Internet-Browser) bzw. WAP-Format (Handy bzw. PDA) ausgegeben<sup>9</sup>. Empfehlungen werden ähnlich zu TiVo anhand von Bewertungen erstellt. Empfohlene Sendungen werden durch Nutzer bewertet und können dann wiederum anderen Nutzern mit ähnlichem Profil empfohlen werden.

Die Evaluation von PTV zeigt, wie erfolgreich solche Systeme sind. Bei einer Evaluation mit 310 PTV Nutzern waren 97% der Befragten mit dem Dienst zufrieden. Interessant auch die Gegenüberstellung von inhaltsbasierter Empfehlung, kollaborativer Filterung und zufälliger Empfehlung<sup>10</sup>. Bei 95% der Befragten wurde genau eine gute Empfehlung aufgrund von kollaborativer Filterung erzeugt, bei 78% existierte eine gute Empfehlung aufgrund von inhaltsbasierter Empfehlung und immerhin 27% erhielten durch Zufall eine gute Empfehlung. Genau drei gute Empfehlungen gab es bei der beschriebene Zuordnung bei 42% (kollaborativ), 32% (inhaltsbasiert) bzw. 0% (Zufall) der Befragten.

Der PTV Recommender wurde in ein Videoserver Projekt namens "Fischlar Project" [115] integriert. Bei dem Projekt erfolgt die Aufnahme von TV-Sendungen nicht auf Client-Seite (z.B. TiVo), sondern auf Server-Seite. Nutzer können wie gewohnt Sendungen zur Aufnahme programmieren oder aufgezeichnete TV-Sendungen für die Wiedergabe auswählen. Die Wiedergabe einer Sendung beim Nutzer erfolgt "on Demand" über einen herkömmlichen Internet-Browser mittels Streamingtechnik. In periodischen Abständen erzeugt das Fischlar-System Indexbilder (siehe auch Kapitel 6.8.4), die dem Nutzer in verschiedenen Auswahlmöglichkeiten präsentiert werden.

## 6.4 Benutzbarkeit

### 6.4.1 Grundlagen

Als Synonyme für die Benutzbarkeit (Usability) von Software werden auch die Begriffe Benutzerfreundlichkeit ("user-friendliness") oder Gebrauchstauglichkeit verwendet. Benutzbarkeit ist das Maß, mit dem Nutzer innerhalb einer spezifischen Nutzungsumgebung bestimmte Ziele mit Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit erledigen (DIN EN ISO 9241-11 – "Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit"). Effektivität bedeutet, dass es dem Nutzer generell möglich ist, eine Aufgabe vollständig in einer Mindestqualität zu erledigen. Effizienz bezieht sich auf einen angemessenen und möglichst geringen Zeitaufwand. Zufriedenheit, als die subjektive Komponente, steht für die Zufriedenheit des Nutzers im Umgang mit der Anwendung. Übertragen wir diese Definitionen auf iTV Anwendungen, so ergeben sich Fragen. Ist beispielsweise Effizienz bei iTV Anwendungen ein ebenso starkes Kriteri-

---

<sup>9</sup>auch für WebTV optimiertes Ausgabeformat

<sup>10</sup>eine zufällige Empfehlung wird ohne Logik erzeugt

um wie bei PC Anwendungen? PC Anwendungen dienen häufig der Erledigung bestimmter Aufgaben wie Dokumenterstellung oder Bildbearbeitung. Zur Steigerung der Effizienz solcher Anwendungen existieren Tastenkurzbefehle, Hilfsassistenten, etc. ITV Anwendungen hingegen sollen zumeist eher den Unterhaltungs- und Informationswert steigern, als dass mit ihnen konzentriert gearbeitet wird. Hier ergeben sich also Unterschiede, die bei der Konzeption einer Anwendung zu berücksichtigen sind.

#### **6.4.2 Effektivität und Effizienz**

Die Messung von Effektivität und Effizienz steht in [71] im Mittelpunkt eines Nutzer zentrierten Entwicklungsprozesses ("user-centered design" - UCD). Bei diesem Ansatz werden Nutzer schon frühzeitig in den Entwicklungsprozess von Software-Systemen einbezogen. Bei der Entwicklung eines EPG für die Microsoft TV Plattform wurden die Erkenntnisse aus den Tests mit Nutzern in drei iterativen Designphasen berücksichtigt. Zur Messung der Benutzbarkeit definierte man zu Beginn 13 Aufgaben verschiedener Kategorien wie z.B. Kanalwechsel, Namensfindung der aktuellen Sendung oder Suche nach einer bestimmten Sendung. Im Test führten Nutzer die definierten Aufgaben durch und die Zeit für die Erledigung der Aufgaben wurde gemessen. Konnten Nutzer eine Aufgabe nicht oder nur sehr umständlich ausführen, so wurden entsprechende Empfehlungen an das Design-Team weitergereicht. Der finale EPG wurde im Gegensatz zu dem ersten Prototyp in einem abschließenden Nutzertest von 90% der Testpersonen als benutzerfreundlicher bewertet.

#### **6.4.3 Zufriedenheit**

Eine Untersuchung [37] zeigt, dass Spaß- und Erholungsfaktoren der Nutzer (Zufriedenheit) wichtiger sein können, als die quantitative Performance (Effizienz) für die Erledigung bestimmter Aufgaben. Im Test wurden drei verschiedene Nutzeroberflächen zum schrittweisen Vorspulen von Videos ("Video skipping") entwickelt und einem Nutzertest unterzogen. Zwei Interfaces waren ähnlich zu denen, die in aktuellen PVR Systemen zum Einsatz kommen (ReplayTV und TiVo). Ein drittes Interface wurde neu entwickelt. Durch einen Nutzertest kam man zu dem Ergebnis, dass das Interface am einfachsten zu bedienen war und die meiste Freude bereitete, welches die meiste Zeit und die meisten Clicks bei Erledigung bestimmter Aufgaben erforderte.

In einem weiteren Forschungsbericht von Eronen und Vuorimaa [43] lassen sich ähnliche Erkenntnisse gewinnen. In der Untersuchung wurden zwei alternative Navigations-Systeme für DTV-Systeme entwickelt<sup>11</sup> und anschließend einem Nutzertest unterzogen. Im Ergebnis wurde deutlich, dass die Testpersonen häufig nicht daran interessiert waren, spezielle Informationen zu finden. Stattdessen stand die explorative Auswahl verschiedener Alternativen im Mittelpunkt des Interesses. Auch fanden Testpersonen Gefallen daran, dass das Live TV

---

<sup>11</sup>Die Implementierung erfolgte mit dem Programm Macromedia Director und einem PC-System als Simulator einer STB.

Bild im Prototyp A während der Nutzung in der oberen linken Ecke eingeblendet blieb (im Gegensatz zu Prototyp B). So die Meinung einiger Nutzer: "Prototype A was more like TV and Prototype B was more like PC".

In [76] erfolgt eine Untersuchung anhand des "uses and gradifications" Ansatzes. Im Mittelpunkt dieser Theorie stehen der Nutzer und die Frage, zur Befriedigung welcher Bedürfnisse er welche Medien (hier TV) nutzt. Medienbedürfnisse werden in dieser Untersuchung in zwei Kategorien gegliedert. Eine Kategorie "Ritualisiert", welche der Befriedigung der Bedürfnisse Unterhaltung, Gesellschaft und Flucht dient und eine zweite Kategorie "Instrumental", in der Informations- und Neuigkeitsbedürfnisse befriedigt werden. Bedürfnisse der zweiten Kategorie sind eher Ziel orientiert und eine Vielzahl der heute verfügbaren iTV Anwendungen zielen eher auf diese Bedürfnisse ab. Als Ergebnis einer Befragung von 58 Testpersonen stellte sich heraus, dass Nutzer Anwendungen für DTV primär zur Befriedigung von ritualisierten Bedürfnisse nutzen: "I use DTV because . . . it entertains me" (1), "it amuse me" (2), "I pass my time very well" (3), "I feel less lonely" (4), "it helps me forget my personal problems" (5). Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass iTV Anwendungen stärker auf die Befriedigung ritualisierte Bedürfnisse wie Unterhaltung und Teilnahme an Kommunikation angepasst sein sollten. Elemente, welche der Information und Transaktion dienen, sollten eher als Ergänzung bzw. als zusätzliche Attribute entwickelt werden.

#### **6.4.4 Zusammenfassung**

Die Faktoren Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit sind geeignet, Benutzbarkeit auch von iTV Anwendungen zu charakterisieren. Effektive und effiziente Anwendungen werden von Nutzern besser angenommen und bewertet (6.4.2). Dem Faktor der Zufriedenheit kommt besondere Bedeutung zu. Zufriedenheit scheint bei iTV Anwendungen ein wichtigerer Faktor als Effizienz (6.4.3). In jedem Fall sollte ein nutzerfreundliches Interface für iTV einfach zu bedienen, einfach zu erlernen und einfach zu verstehen sein [28].

Worin liegt der Unterschied bei der Entwicklung von Anwendungen für die TV-Umgebung im Gegensatz zu Anwendungen für die PC-Umgebung? Nielsen bringt es gut auf den Punkt: "the Web on computers is about interaction and maximizing user initiative and empowerment - the Web on TV is about integration with broadcasting without too much user initiative" [92]. Nutzer möchten in erster Linie bei der TV-Rezeption unterhalten werden, sich entspannen und nicht konzentriert arbeiten. TV-Anwendungen sollten in diesem Kontext entwickelt werden und Nutzer nicht überfordern. Im Mittelpunkt sollte nicht die Anwendung, sondern das TV-Erlebnis stehen. Sinnvoll entwickelte Anwendungen können jedoch die TV-Rezeption bereichern.

## 6.5 Entwurf

### 6.5.1 Design-Faktoren

Für den Entwurf von iTV-Anwendungen ist es notwendig, den Kontext der Nutzungsumgebung näher zu untersuchen. Chorianopoulos hat in [26] aus verschiedenen Untersuchungen mögliche Faktoren zusammengetragen, die das Design einer Anwendung beeinflussen können und bei der Planung zu berücksichtigen sind. Diese Liste ist erweiterbar. In [58] beispielsweise ist ein weiterer Faktor bzgl. dem Zeitpunkt der TV-Rezeption aufgeführt. Die wichtigsten Design-Faktoren sind in der Tabelle 6.2 aufgeführt.

Ein Beispiel, wie ein Design-Faktor das Design einer Anwendung beeinflussen kann ist in [15] ersichtlich. Das dort entwickelte Konzept für einen EPG berücksichtigt den Zeitpunkt der TV-Rezeption. In [58] sind drei Gruppen definiert: "Coming home viewing", "mid-evening viewing" und "later evening viewing" mit jeweils unterschiedlichen Charakteristiken. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse, sollte der EPG an entsprechend kategorisierte Gruppen anpassbar sein. So erhalten beispielsweise Personen zum Zeitpunkt "later evening viewing" tiefgreifende Informationen über Programminhalte und Schauspieler, während zum Zeitpunkt "coming home viewing" eher die Kurzdarstellung aller aktuellen und zukünftigen Sendungen im Mittelpunkt steht.

### 6.5.2 Design Richtlinien

Zwischen TV- und PC- Umgebung existieren wesentliche Unterschiede. Die wichtigsten Unterschiede sind in Tabelle 6.3 aufgelistet [92]. Im Gegensatz zu den Design-Faktoren in Tabelle 6.2 führen diese Umgebungsfaktoren eher zu statischen Design-Richtlinien z.B. für die zu wählenden Abmessungen einer Anwendung. Design-Richtlinien sind allgemein gültige Regeln, die bei dem Entwurf berücksichtigt werden müssen.

Design-Richtlinien für iTV Anwendungen im PAL Format sind in [15] aufgelistet. Die Dimension der Anwendung sollte beispielsweise 592x480 Pixel nicht überschreiten und Text sollte mindestens 45 Zeilen vom Rand entfernt positioniert werden. Die Schriftgröße sollte mindestens 18 Punkt betragen und als Farben sollte man RGB Werte im Bereich zwischen 15 und 235 verwenden.

Weitere Richtlinien findet man in [63]. Unter anderem sollten interaktive Elemente sich von nicht interaktiven Elementen klar unterscheiden. Interaktive Elemente sind möglichst auf waagerechter oder senkrechter Linie anzuordnen, damit Nutzer die Navigationsmöglichkeiten der Fernbedienung (hoch, runter, rechts, links) den Navigationselementen klar zuordnen können. Eine Schriftgröße von 20 Pixel ist der minimale Wert und von der Verwendung kursiver Schrift ist Abstand zu nehmen. Der Kontrast zwischen Text und Hintergrund sollte entsprechend hoch sein.

<b>Design-Faktor</b>	<b>Beschreibung</b>
Aufmerksamkeit	Bei der TV-Rezeption existieren mehrere Levels von Aufmerksamkeit. Man kann konzentriert einen Film anschauen oder das TV-Gerät einfach im Hintergrund laufen haben.
Schauen in Gruppen	Im Gegensatz zu der PC-Nutzung, wo zumeist nur eine Person an einem PC arbeitet, werden Fernsehsendungen mitunter auch in der Gruppe geschaut.
Programmselektion	Die Rezeption von TV-Inhalten ist bei vielen Nutzern auf bestimmte Kanäle beschränkt (entsprechend den Programminhalten und Sehgewohnheiten).
Automatisierung	Automatisierung ist meist synonym für entspannte Nutzung (z.B. automatische Serienaufnahme). Jedoch existieren auch Vorgänge, die Nutzer nicht gerne aus der Kontrolle geben (beispielsweise was private Daten betrifft).
Interaktivität	Bisherige TV-Rezeption ist zumeist auf passive Aufnahme der Inhalte beschränkt. Interaktivität bringt neuen Nutzungskontext (aktive Beteiligung) ins Spiel.
Inhaltskontrolle	Bisherige TV-Rezeption ist zumeist linear und an einer Story ausgerichtet. Neuere Ansätze beeinflussen den Ablauf der Story.
Inhaltsregeln	Nutzer haben sich an Storys und Charaktere gewöhnt. Im Gegensatz dazu, haben es PC Nutzer meist mit Objekten und Aufgaben zu tun.
Datenherkunft	Sowohl per Rundfunk oder Internet übertragene Inhalte als auch lokal gespeicherte Inhalte können dem Nutzer zur Verfügung stehen und einander ergänzen.
Zeitpunkt der TV-Rezeption	Zu unterschiedlichen Tageszeitpunkten variieren die Gründe für den TV-Konsum.

Tabelle 6.2: Design Faktoren für Entwurf

<b>Nutzungskontext</b>	<b>TV</b>	<b>PC</b>
Bildschirmauflösung	Relativ gering	Sehr hohe Auflösungen möglich
Eingabegeräte	Fernbedienung und optional Tastatur	Maus und Tastatur
Entfernung zum TV-Gerät	Einige Meter	Einige Inches
Körperhaltung	Enspannt und zurück gelehnt	Aufrecht, gerade
Raum	Wohnzimmer, Schlafzimmer	Arbeitszimmer
Einsatz	Passive Rezeption	Aktive Beteiligung

Tabelle 6.3: Design Richtlinien für Entwurf

### 6.5.3 Eingabegeräte

Wie in Tabelle 6.3 aufgeführt, unterscheiden sich TV- und PC-Systeme hinsichtlich vorhandener Eingabegeräte. Während bei PC-Systemen gewöhnlich Tastatur und Maus zum Einsatz kommen, existieren bei TV-Systemen zumeist nur Fernbedienungen. PC erfahrene Personen vermissen die Möglichkeit der Direktauswahl mittels Maus und würden aus diesem Grund ein PC Interface einem iTV Interface vorziehen [121]. Mit Fernbedienungen muss die Auswahl zuvor mit den Richtungstasten angesteuert werden, was im Gegensatz zu der Eingabe mit einer Maus eine höhere Zeit erfordert. Bei Fernbedienungen für DTV stehen allgemein und Modell unabhängig folgende Tasten für die Navigation zur Auswahl:

- Richtungstasten (hoch, runter, links, rechts, ok),
- Farbtasten (Rot, Grün, Gelb, Blau),
- Zifferntasten (0,...,9).

In einem Nutzertest stellte man fest, dass die abwechselnde Nutzung von Richtungstasten und Farbtasten zum Zwecke der Navigation nicht gut angenommen wurde [43]. Richtungstasten wurden den Farbtasten vorgezogen. Weiterhin assoziierten Nutzer Farbtasten mit den Farben des Navigations-System. In vielen Fällen bestand jedoch dabei gar keine adäquate Navigationsmöglichkeit.

### 6.5.4 Zusammenfassung

Design-Faktoren für PC Anwendungen sind auf iTV Anwendungen nicht einfach übertragbar. Die TV-Rezeption erfolgt in einem zumeist gänzlich anderem Nutzungskontext. Bei der

Planung einer iTV Anwendung müssen Design-Faktoren für die TV-Umgebung (6.5.1) untersucht werden. Berücksichtigt die Anwendung beispielsweise die Tatsache, dass TV auch von mehreren Personen zur gleichen Zeit geschaut wird? Werden Nutzer in einer sonst eher passiven Nutzungsumgebung mit Interaktionsmöglichkeiten überfordert? Bleibt der Kontext zu der aktuellen TV-Wiedergabe erhalten oder plant man ein 24/7 Anwendung? Es gibt eine Vielzahl weiterer solcher Fragen, die für ein erfolgreiches Projekt auch beantwortet werden müssen.

Bei der Umsetzung der Anwendung sollten Design-Richtlinien (6.5.2) beachtet werden. Unpassende Schriftarten, Farben, Menüanordnungen etc. lassen auch gute Anwendungskonzepte scheitern. Aus diesem Grund müssen die Beachtung von Design-Faktoren und die Einhaltung von Design-Richtlinien immer Hand in Hand gehen.

Meist steht als Eingabegerät nur eine Fernbedienung zur Verfügung (6.5.3). Dies stellt eine große Einschränkung im Vergleich zu herkömmlichen PC Anwendungen dar. Nutzertests liefern wichtige Hinweise, wo Probleme im Interaktionsverhalten auftreten können.

## 6.6 T-Learning

### 6.6.1 Allgemein

Auch im Bereich T-Learning (Lernen am TV - television learning) existieren verschiedene Forschungsbemühungen. T-Learning ist eine besondere Form von E-Learning<sup>12</sup> und kann den Lernprozess unterstützen. Im Folgenden soll T-Learning wie in [77] als von interaktivem Fernsehen unterstütztes E-Learning definiert sein. Anstatt des Begriffes T-Learning wird vereinzelt auch der Begriff "interactive educational TV" (ie-TV) verwendet.

In Europa haben nur etwa 40-50% der Haushalte Zugang zum Internet, während 95-99% der Haushalte (mindestens) ein TV Gerät besitzen [11]. Ziel der Europäischen Kommission ist jedoch, dass möglichst alle Personen die gleichen Chancen auf Informationserhalt haben (neben der Förderung eines lebenslangen Lernprozesses an sich). Aus diesem Grund hat die EC in der Vergangenheit auch verschiedene Studien<sup>13</sup> im Kontext T-Learning unterstützt.

### 6.6.2 Personalisierungsmöglichkeiten

Um gute Lernergebnisse zu erzielen, sind Lerninhalte im Idealfall auf den Einzelnen zugeschnitten und individuell angepasst. Aus diesem Grund ist die Personalisierung von TV-Inhalten auch auf dem Gebiet T-Learning ein zentrales Thema [11, 77, 78]. "Personalised TV offers the biggest potential for increasing learning opportunities in the home." [11].

---

<sup>12</sup>von Informationstechnologie unterstütztes Lernen

<sup>13</sup>"Development of Satellite and Terrestrial Digital Broadcasting Systems and Services and Implications for Education and Training" - <http://www.pjb.co.uk/dbt/contents.htm> sowie "t-learning" - <http://www.pjb.co.uk/t-learning/contents.htm> von Peter J. Bates

Es existieren verschiedene Techniken zur Personalisierung im Kontext T-Learning [78]. So ist beispielsweise die Programmauswahl anpassbar, indem man Nutzern einen individuell angepassten EPG präsentiert, wobei dem Lernen dienliche Inhalte entsprechend hervorgehoben bzw. markiert sind (Personalisierung der Präsentation).

Die Anpassung des Programms selbst ist auf vielfältige Art möglich:

- **Automatische Vorselektion:** Die Wiedergabe von Video- und Audiokomponenten, Untertiteln oder beliebigen Zusatzkomponenten ist getrennt voneinander möglich. Anhand eines Nutzerprofils können Inhalte von der STB vorselektiert werden. Bei einem fremdsprachigen Programm könnte so beispielsweise der Untertitel in der Muttersprache automatisch aus- bzw. eingeblendet werden.
- **Medien-Einblendung:** Der Nutzer kann selbst entscheiden, wann er Medien-Inhalte einblendet. So erfolgt beispielsweise die Einblendung einer textlichen Beschreibung zu einer aktuellen TV-Szene ganz nach Bedarf. Entsprechend dem persönlichen Profil kann diese Einblendung auch von Nutzer zu Nutzer verschieden sein.
- **Umordnung von Inhalten:** Für den Nutzer interessante Inhalte können zuerst gezeigt werden (siehe Konzept eines virtuellen Kanals in Kapitel 6.2.4).
- **Hervorhebung von Inhalten:** Hervorhebungen können in Form von automatischer Texteinblendung, Änderung der Lautstärke, Zeit einer Zusatzeinblendung oder durch Videogröße realisiert werden.
- **Individuell generierte Einbindungen:** Anwendungen können beliebige Zusatzdaten, wie zusätzliche Audio-Dateien oder 3D Animationen, wiedergeben. Solche Einbindungen können ebenfalls den Lernprozess fördern. Beispielsweise ein 3-dimensionaler Tutor oder auditive Hinweise über den Lernfortschritt.

Masthoff beschreibt in [78], dass die Inhaltspräsentation im Idealfall kontinuierlich, d.h. ohne ständige Zwischenabfragen von Alternativmöglichkeiten, erfolgt. Entsprechend einem Nutzerprofil sollte die Anwendung automatisch Personalisierungen durchführen. Demzufolge sollten Nutzer auch nur dann den Wiedergabeprozess beeinflussen, wenn sie mit der aktuellen Präsentation unzufrieden sind. Anpassungen im Umfeld des Programms können ebenso vorgenommen werden. Ein Ansatz hier ist die Möglichkeit zur angepassten Kommunikation mit anderen Lernenden über beispielsweise Chat oder E-Mail.

### 6.6.3 Sprachlernen

Das interaktive Erlernen von Sprachen ist Thema mehrerer Arbeiten [98, 53, 123]. Die Gründe dafür sind vielfältig. In der Bevölkerung gibt es ein allgemeines Interesse zum Erlernen von Sprachen am TV<sup>14</sup>. Auch existieren eine Vielzahl von bereits existierenden Inhalten wie

---

<sup>14</sup>In einer von der EC geförderten Studie gaben 41% der Befragten an, dass sie mehr Sprachunterricht im TV wünschen.



Filme, Serien oder Dokumentationen in den verschiedenen Sprachen, die – je nach Interesse des Einzelnen – für das Erlernen einer Sprache eingesetzt werden können. Inhalte müssen also demnach nicht neu erstellt werden. Außerdem wird in einer TV-Sendung der Kontext bei der Verwendung bestimmter Wörter oder Ausdrücke sehr gut deutlich und Inhalte sind authentisch, da diese ursprünglich für Muttersprachler erstellt wurden.

Fallahkhair beschreibt ein Konzept [52], welches das interaktive Erlernen von Sprachen unterstützt. So ist es den Nutzern möglich, dass sie sich zu der aktuellen Sendung nach Themen geordnete Vokabeln anzeigen lassen. Interessant bei dem Ansatz, ist die Nutzung der Schnittstelle zwischen STB und Handy. Sowohl auf dem Handy als auch innerhalb der STB können Java-Anwendungen ausgeführt werden, die über Schnittstellen (z.B. Bluetooth oder Infrarot) miteinander kommunizieren können. So ist eine Anwendung anstatt über die Fernbedienung auch über Handy steuerbar und Vokabeln lassen sich von der STB auf das Handy übertragen und dort abspeichern.

In einem anderen Ansatz [106] geht es darum, dass Nutzer weiterführende Informationen zu bestimmten, von ihnen selbst ausgewählten Programmpunkten erhalten. Für Nutzer interessante Themen werden durch einfache Auswahl in eine Liste übernommen. Am Ende der Sendung wird die Liste über einen Rückkanal an einen Dienstanbieter übermittelt und ausgewertet. Die zu den Punkten generierten weiterführenden Informationen ("educational websites") können dann nicht nur am TV, sondern auch am PC, PDA oder Handy ausgegeben werden (Mail, SMS). Dieser Ansatz ist nicht auf das Erlernen von Sprachen beschränkt. Prinzipiell können zu jedem Thema entsprechend aufbereitete Internetseiten generiert werden.

## 6.7 Kommunikation

### 6.7.1 Allgemein

Kommerzielle iTV Kommunikationsdienste sind erfolgreich und ermöglichen die Bildung virtueller Gemeinschaften ("virtual communities") zwischen Nutzern [107]. Virtuelle Gemeinschaften sind virtuelle Treffpunkte für Personen mit ähnlichen Interessen und ermöglichen die zumeist textbasierte Kommunikation untereinander<sup>15</sup>. Die an virtuellen Gemeinschaften Beteiligten sind zudem oftmals über weite Strecken voneinander entfernt, weswegen die Treffen ausschließlich virtuell stattfinden. Chat, Foren oder Newsgruppen sind Beispiele für Kommunikationsdienste, in denen sich solche Gemeinschaften bilden können.

Voraussetzung solcher Dienste ist die Nutzung des Rückkanals zur Übertragung von Nachrichten und Statusinformationen. Der Nachrichtenaustausch zwischen den Nutzern kann entweder synchron (z.B. Chat) oder asynchron (z.B. Foren) realisiert werden. Nachrichtendienste wie der MSN- oder AOL-Messenger erfreuen sich wachsender Beliebtheit. In [1] wird dieses Konzept auf die TV-Welt übertragen. Im Mittelpunkt der Arbeit steht die Ent-

---

<sup>15</sup>Beitrag von Howard Rheingold unter <http://www.thefeature.com>, Mobile Virtual Communities, 2003

wicklung eines Prototyps zur Unterstützung der interpersonellen Kommunikation mittels Text-, Sprach- oder Videonachricht. Das System registriert u.a., welche Nutzer aktuell welche Sendungen sehen und Nachrichten sind einfach durch Anwahl des Nutzernamens absetzbar. Außerdem können Nutzer den persönlichen Anwesenheitsstatus (anwesend, Pause, abwesend) verändern. So ist beispielsweise ersichtlich, ob ein Freund anwesend ist und welche Sendung derjenige schaut.

Besondere Beachtung im Kontext von Kommunikationsdiensten muss der steigenden Anzahl von DSL Anschlüssen und der Einführung von "Broadband TV" (TV über Internet) gewidmet werden. Was bei einem ständig aktivem Rückkanal möglich ist, zeigt ein Konzeptpapier der Firma Alcatel<sup>16</sup>. Hier wird prinzipiell das Konzept von [1] auf einer IPTV Plattform (Alcatel Open Media Suite) implementiert. In dieser Arbeit und an anderer Stelle<sup>17</sup> wird der Begriff "Social TV" bzw. "Community TV" geprägt.

### 6.7.2 Fallstudie TV-Cabo

In [107] werden drei Kommunikationsdienste des portugiesischen TV-Kabelanbieters TV-Cabo<sup>18</sup> vorgestellt. Die untersuchten Anwendungen sind "Multi-User Games", interaktive Fußballübertragung und interaktive Talkshow. Während der Anrufe im Supportcenter von TV-Cabo wurden die Nutzer hinsichtlich ihrer Nutzung und ihren Erfahrungen in Bezug mit den interaktiven Anwendungen befragt. Die Beschreibung der Dienste und die Gründe für die Nutzung werden im folgenden kurz vorgestellt:

- **Multi-User Games:** Bei 5 der 22 angebotenen Spielen handelte es sich um Multi-User Spiele. Zu Beginn der Spiele wählen Nutzer Bilder (Avatare) aus, welche den Spieler repräsentieren. Als Gegner können andere Nutzer oder automatisch generierte Gegenspieler (Roboter) ausgewählt werden. Die Spieler können zusätzlich zum Spiel per Chat Nachrichten austauschen. Auch unbeteiligte Spieler können das Spiel beobachten und per Chat an dem Nachrichtenaustausch teilnehmen. Die Nutzung der Multi-User Spiele betrug in etwa das 10-fache gegenüber den am zweithäufigsten genutzten Spiel (Wissensspiel). Gründe für die Nutzung waren: Freundschaften schließen bzw. mit Freunden kommunizieren, flirten, Meinungsaustausch, Kommentare zum TV-Programm oder Streit mit anderen Nutzern.
- **Interaktive Fußballanwendung:** Die interaktive Fußballanwendung von TV Cabo ermöglicht eine Menge von Zusatzfunktionalitäten, wobei die am häufigsten benutzten Features die Auswahl der Kameraeinstellung, Video on Demand und Forum sind. Gründe für die Nutzung des Forums sind u.a.: Jubel über das eigene Fußballteam, Kritik am gegnerischen Team oder Kommentare zu Ereignissen wie Tore und Fouls.

---

<sup>16</sup>AmigoTV - <http://www.alcatel.com>

<sup>17</sup>Beitrag unter <http://www.businessweek.com>, PARC to Make TV Watching More Social, Olga Kharif, 2005

<sup>18</sup>größter Kabel TV Anbieter in Portugal

- **Interaktive Talkshow:** Bei dieser Anwendung konnten Nutzer während der Sendung ständig zwischen zwei verschiedenen Sendestudios auswählen. In dem ersten Hauptstudio diskutierte die Moderatorin mit Gästen über verschiedene Themen. In dem zweiten Studio diskutierte ein anderer Moderator mit Gästen über das gleiche Thema, jedoch konnten hier die Nutzer ihre eigenen Meinungen in Form eines integrierten Forums einbringen. Die interessantesten Forenbeiträge wurden dann auch im Hauptstudio vorgelesen und zur Diskussion gestellt. Das Forum stellte eines der am häufigsten genutzten Features dar.

Die vorgestellten Anwendungen wurden sehr gut von Nutzern angenommen. Dies lässt darauf schließen, dass iTV Kommunikationsdienste ein großes zukünftiges Potential enthalten. Die beschriebenen Dienste unterstützen die Bildung von virtuellen Gemeinschaften. So konnte man in [107] beobachten, dass der Freundeskreis von Nutzern sich erhöhte. In einigen Fällen fanden persönliche Treffen statt und in einem Fall wurde sogar erfolgreich zur Blutspende für einen Bekannten aufgerufen.

## 6.8 Video Retrieval

### 6.8.1 Allgemein

Aktuelle PVR Geräte sind mit Massenspeicher bis zu einer Kapazität von 140 GB ausgerüstet. Für die Aufzeichnung einer Stunde in SDTV Qualität (3 Mbit/s) sind etwa 1,3 GB notwendig. Somit beträgt die mögliche Aufnahmekapazität über 100 Stunden. Da die Speicher-Kapazitäten beständig wachsen<sup>19</sup>, werden zukünftige PVRs mehrere 100 Stunden Videomaterial aufzeichnen können. Neuere Komprimierungstechniken wie MPEG-4 Part 10 verringern zudem die benötigten Speicherkapazität um den Faktor 1,5-2. Die Bedeutung von geeigneten Zugriffs- und Suchmöglichkeiten auf den Videodaten wird demnach auch weiter wachsen. Bei wachsender Menge der Daten ist es nicht mehr ausreichend, den Nutzern allein über Verzeichnis- oder Dateinamen eine Auswahl zu präsentieren. Freie Suchmöglichkeiten in den Videobeständen und die Präsentation von Indexbildern zur Identifizierung von interessantem Material werden an Bedeutung gewinnen. Konzepte hinter diesen Methoden existieren bereits seit geraumer Zeit und wurden primär für VOD über Internet entwickelt. Auch bekannte Internetsuchmaschinen wie Yahoo oder Google bieten mittlerweile eine Suche über Videodaten an (video.search.yahoo.com bzw. video.google.com oder weitere wie blinkx.tv).

### 6.8.2 Konzept

Die allgemeinen Schritte in Video-Retrieval Systemen sind in Abbildung 6.4 skizziert. Im Mittelpunkt von Retrieval Systemen stehen Metadaten. Metadaten sind ganz allgemein de-

---

<sup>19</sup>Verdopplung der Speicherkapazität alle 12-14 Monate - dem Gesetz von Moore folgend [35]

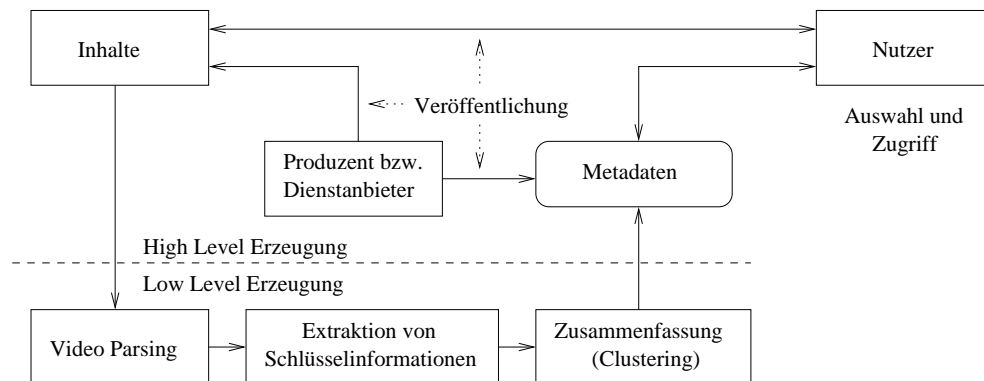


Abbildung 6.4: Veröffentlichung und Erzeugung von Metadaten für Video Retrieval

skriptive Informationen über Daten und dienen der Suche nach relevanten Inhalten. Man kann zwischen der Veröffentlichung von Metadaten durch den Produzenten oder allgemein einem Dienstanbieter (High Level Erzeugung) und zwischen der Metadaten-Extraktion aus verfügbarem Material (Low Level Erzeugung) unterscheiden (siehe Abbildung 6.4).

Charakteristische Metadaten der höheren Ebene (High Level), die durch einen Dienstanbieter bereitgestellt werden, sind Produzent, Regisseur, Schauspieler, Beschreibung und Kritik. Während Metadaten der höheren Ebene zumeist redaktionell erstellt werden, erfolgt auf der niederen Ebene (Low Level) die Extraktion von Schlüsselinformationen zumeist algorithmisch. Der wichtigste Prozess dabei ist die Aufbereitung des Videomaterials. Beim Video-Parsing geht es darum, den kontinuierlichen Videostrom in einzelne Bestandteile zu zerlegen – beispielsweise in die einzelnen Einstellungen einer Szene. Anschließend werden für jeden der gewonnenen Bestandteile Schlüsselinformationen extrahiert. Eine solche Schlüsselinformation ist beispielsweise ein Indexbild einer Einstellung. Die Vielzahl der gewonnenen Bestandteile kann jedoch allein schon aus Gründen der Übersichtlichkeit (ein Spielfilm kann mehrere 1000 Einstellungen enthalten) nicht den Nutzern präsentiert werden. Deswegen sind nur die wichtigsten Bestandteile für den Retrieval-Prozess relevant (Zusammenfassung).

### 6.8.3 High Level (TV Anytime)

Durch fehlende offene Standards erzeugen Hersteller von PVR proprietäre Lösungen. D.h. die Lieferung von Metadaten (High Level) erfolgt nicht standardisiert und in herstellerspezifischer XML-Notation. Im Ergebnis entsteht ein vertikaler Markt, indem das Angebot auf wenige bzw. auf einen Dienstanbieter beschränkt ist. Ziel von TV-Anytime<sup>20</sup> ist jedoch ein horizontaler Markt, in dem verschiedene Service Provider Dienste entwickeln und Nutzer selbst aus den Diensten auswählen können. "Anytime, anywhere, any content, in a persona-

<sup>20</sup>MPEG-7 ist eine weitere Metadatenpezifikation für Multimediadaten. TV-Anytime nutzt für die Spezifikation der Metadaten eine Teilmenge von MPEG-7.

lized way - on local and/or remote personal storage systems from both broadcast and online services”

Ein von der EC geförderte Projekt namens STORit wurde im März 1998 ins Leben gerufen. Der Fokus des zweijährigen Projektes lag auf der Untersuchung von Möglichkeiten und Technologien zur Speicherung von Internet- und Broadcastinhalten auf Massenspeicher seitens des Empfängers. Während des Projektes wurde ein Meta-Daten Spezifikation für TV-Inhalte entwickelt. Die Spezifikation namens TV-Anytime wurde nach Projektende durch das TV-Anytime Forum fortgeführt. Der im Rahmen des STORit Projektes entwickelte Prototyp (STORit Box) wurde 1999 auf der ”International Broadcasting Convergence” (IBC) vorgestellt. Neben dem digitalen TV-Programm erfolgte die Übertragung von Metadaten zu dem Programm über Internet<sup>21</sup>. Anhand der Metadaten konnten dem Nutzer über das Nutzerinterface vielfältige Features angeboten werden wie z.B. EPG, Serienaufnahme, Verwaltung lokal gespeicherter Inhalte oder personalisierte Aufnahmen entsprechend dem Nutzerprofil.

TV-Anytime Phase 1 spezifiziert die Bereiche Metadaten, Inhalte-Referenzierung (Referenz auf TV- und Videoinhalte) und Rechte-Management [51]. Die Spezifikationen sind im ETSI TS 102 822 Standard festgelegt. TV-Anytime Phase 2 befindet sich momentan (Anfang 2005) noch in Planung. Mit Spezifikationen der Phase 2 soll es u.a. möglich sein, auf Inhalte wie Spiele, Internet-Seiten, Musik-Dateien oder Grafiken zu verweisen und diese einzubinden. Weiterhin stehen personalisierte Inhalte (”Targeting”) sowie Verbreitung (”Home networking”) bzw. Austausch (”Content sharing”) von Inhalten im Mittelpunkt der Arbeiten<sup>22</sup>.

In MPEG-PSI und DVB-SI sind bereits Metadaten wie Bezeichnung, Startzeitpunkt oder Dauer einer Sendung spezifiziert. Für komplexe Anwendungen sind diese Metadaten jedoch oft nicht ausreichend. Mit diesen Daten lässt sich beispielsweise ein EPG nur mit wenigen und den notwendigsten Informationen erstellen. Neben einer detaillierten Programmbeschreibung und Informationen über die Bezugsquelle von Inhalten, sind auch Daten über den Nutzer selbst (Nutzerprofil) von Interesse. TV-Anytime definiert entsprechende Metadaten im Standard über eine UML-Notation.

Das grundlegende Konzept von TV-Anytime ist die Referenzierung von Inhalten in einer standardisierten Form. Ziel ist die Identifikation, die Lokalisierung und der Erhalt von Inhalten durch den Nutzer. Für den Verweis auf Inhalte existiert eine sogenannte Inthaltesreferenz (”Content Reference Identifier” - CRID). Ein CRID ist entweder eine Referenz auf spezifische Inhalte oder eine Referenz zu anderen CRIDs<sup>23</sup>. CRIDs geben nicht den Ort an, wo sich Inhalte physisch befinden. Der Ort der Inhalte wird durch Lokatoren beschrieben. Lokatoren enthalten transportspezifische Informationen wie beispielsweise ServiceID oder EventID im Falle von Broadcast-Inhalten. Der Prozess der Abbildung von CRIDs auf Lokatoren wird als ”Location Resolution” bezeichnet.

<sup>21</sup>In dem Nachfolgeprojekt myTV (2000-2001) wurden die Grundlagen für die Übertragung von TV-Anytime Daten im TS entwickelt.

<sup>22</sup><http://www.tv-anytime.org>

<sup>23</sup>die Syntax eines CRIDs ist CRID://<authority>/<data> – z.B. CRID://www.commerce.com/electronics

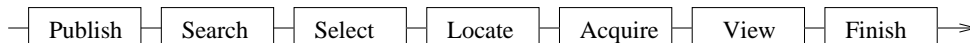


Abbildung 6.5: Prozessschritte einer Veröffentlichung mittels TV-Anytime

Der Verweis auf Inhalte und die Auflösung von CRIDs zu Lokatoren sind jedoch nur zwei wichtige Schritte. In Abbildung 6.5 sind alle Phasen eines TV-Anytime Systems dargestellt mit folgender Bedeutung:

1. **Publish:** Ein Programmanbieter veröffentlicht a.) ein CRID zu einer Sendung b.) Metadaten zu der Sendung und c.) Lokatoren zu dem CRID die beschreiben, wann und wo Inhalte tatsächlich zu beziehen sind.
2. **Search:** Nutzer suchen nach bestimmten Inhalten. Die von einem Programmanbieter bereitgestellten Metadaten werden entsprechend der Eingabe durchsucht. Im Ergebnis entsteht eine Liste mit relevanten Suchergebnissen und den damit verbundenen CRIDs.
3. **Select:** Entsprechend der bei Search gefundenen Einträge, wählt der Nutzer aus, welche Sendung aufgezeichnet werden soll. PVR können auch die Möglichkeit zur Serienaufnahme anbieten. In diesem Fall wird in den Metadaten der ausgewählten Sendung das "MemberOf" Attribut ausgewertet. Zu diesem Attribut existiert ein eigenes CRID, welches für alle Sendungen einer Serie steht.
4. **Locate:** In dieser Phase erfolgt die Abbildung (Auflösung) von CRIDs auf Lokatoren (Kanal, Zeit, Dauer).
5. **Acquire:** Aufnahmekonflikte werden behoben, indem alternative Lokatoren (beispielsweise bei Programmwiederholungen) für die Aufnahme einbezogen werden.
6. **View:** Wenn Sendungen aufgezeichnet wurden, werden diese dem Nutzer zusammen mit ergänzenden Metadaten als verfügbar angezeigt.
7. **Finishing:** Das System kann im Nachhinein Informationen im Profil des Nutzers abspeichern, ob und welche Sendung wann auch tatsächlich geschaut wurde.

Das Konzept von TV-Anytime beruht darauf, dass alle beteiligten Parteien (Programmanbieter, Dienstanbieter, Gerätehersteller) die definierten Standards gemeinsam durchsetzen. Was nützt es beispielsweise, wenn zwar die Programmanbieter entsprechende Metadaten anbieten aber Empfänger diese Daten nicht interpretieren können. Aus diesem Grund ist die Standardisierung durch DVB ein Erfolg. In ETSI TS 102323 "Carriage and signalling of TV-Anytime information in DVB transport streams" ist geregelt, wie die Metadaten zum Empfänger übermittelt werden und wie diese zu interpretieren sind. So existiert im EIT ein zusätzlicher Eintrag, der es ermöglicht jeder Sendung eine CRID zuzuordnen. Die EIT enthält Programminformationen für die kommenden Tage und teilweise Wochen (abhängig vom

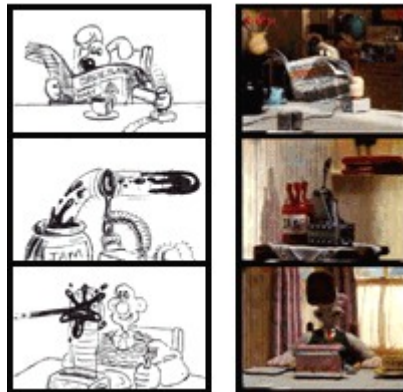


Abbildung 6.6: Gegenüberstellung von Storyboard und automatisch generierten Keyframes

Programmanbieter). Durch Auswertung der EIT ist es möglich die CRIDs zu extrahieren. Metadaten selbst werden im Objekt-Karussell übertragen.

#### 6.8.4 Low-Level (Analyse)

Bei dem Video-Parsing kommt die Schnitterkennung zur Anwendung. Dabei werden die Farbhistogramme aufeinanderfolgender Frames verglichen. Ab einen gewissen Differenzwert kann man davon ausgehen, dass im Video ein Schnitt erfolgte. Für jede durch die Schnitterkennung gewonnene Einstellung kann dann ein Video-Abstract generiert werden. Ein Video-Abstract ist dabei wie folgt definiert: "... a sequence of still or moving images presenting the content of a video in such a way that a respective target group is rapidly provided with concise information about the content while the essential message of the original is preserved" [101]. Abstracts können also entweder Einzelbilder (auch als Indexbilder oder "Key-Frames" bezeichnet) oder kleine Videosequenzen sein. Es existieren unterschiedliche Verfahren zur Erzeugung von Video Abstracts [75]. Abbildung 6.6 zeigt in der rechten Spalte Indexbilder, die mittels eines entsprechenden Systems (ROSETTA) aus Videodaten generiert wurden [122]. Die Menge der generierten Indexbilder entspricht dabei im wesentlichen den Grafiken in einem Storyboard, das gewöhnlich bei Filmproduktionen vor der eigentlichen Aufnahme entwickelt wird. Jede Grafik eines Storyboards skizziert die Schlüsselinhalt einer Einstellung. Im Optimalfall ähneln sich bei Spielfilmen Grafiken des Storyboards und generierte Indexbilder in hohem Maße (wie in Abbildung 6.6).

Video-Abstracts sind jedoch nicht die einzigen Schlüsselinformationen, die aus den Videodaten gewonnen werden können. Informationen zu einer Sendung sind häufig als Text-Überblendung in das Videobild integriert. Mit Bilderkennungsmechanismen lassen sich diese Informationen extrahieren [88]. Neben der Texterkennung liefern auch die Analyse von ASCII-Daten oder der Sprache wichtige Schlüsselinformationen [59]. ASCII-Daten liegen beispielsweise dann vor, wenn zu einer Sendung ein Untertitel für Gehörlose angeboten wird.

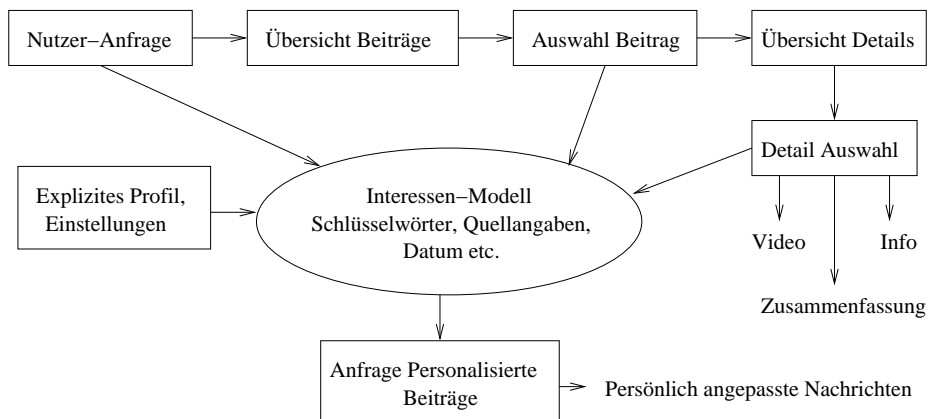


Abbildung 6.7: Personalisierbares Video-Retrieval System

Ähnliche Video-Abstracts lassen sich zusammenfassen. Man denke beispielsweise an eine Nachrichtensendung, wo die Einstellung des Nachrichtensprechers durch verschiedene Beiträge unterbrochen wird. Bei der Suche nach einer Nachrichtensendung wäre es somit ausreichend, dem Nutzer nur die erste Einstellung des Sprechers für die Auswahl anzubieten. Für Spielfilme gelten entsprechend andere Regeln. In [101] findet man dazu interessante Ansätze. So sollten beispielsweise Indexbilder extrahiert werden, die ein hohes Maß an "Action" enthalten. "Action" ist dadurch charakterisiert, dass in der Einstellung viel Bewegung (beispielsweise eine schnelle Kamerafahrt oder Explosion o.ä.) vorkommt. Auch hier liefert der Vergleich der einzelnen Frames die notwendigen Informationen.

### 6.8.5 Personalisiertes Video-Retrieval

Ein personalisierbares Video-Retrieval-System ist in [79] vorgestellt (siehe Abbildung 6.7). Aufgrund einer Nutzeranfrage präsentiert das System Indexbilder von serverseitig gespeicherten Nachrichtensendungen. Durch Auswahl eines Indexbildes können Nutzer sich weitere Schlüsselinformationen anzeigen lassen. Der Abruf der eigentlichen Videodaten erfolgt mittels Streaming-Technologie. Interessant bei diesem Ansatz ist die Möglichkeit der Personalisierung. Das Nutzerprofil kann entweder explizit durch den Nutzer selbst oder implizit durch die ausgewählten Beiträge aktualisiert werden. Mittels des Profils erfolgt durch das System eine Vorauswahl der Ergebnisse auf eine Anfrage ("tailored news" – persönlich zugeschnittene Nachrichten). Das System ist auch um eine kollaborative Filterung erweiterbar, indem Statistiken über ausgewählte Beiträge aller Nutzer in den Empfehlungsprozess mit einfließen.



## 6.9 Sonstige Anwendungen

### 6.9.1 Spiele

Obwohl Programmanbieter in den letzten Jahren eine Vielzahl von interaktiven Spielen für digitales Fernsehen entwickelten, existieren speziell in diesem Gebiet kaum Forschungsarbeiten [57, 56]. In einer Arbeit [56] wird der Begriff "Broadcast Games" geprägt. Bei dieser Form des Spiels werden Live-TV und Echtzeitdaten zu der Sendung parallel übertragen. Anhand eines Autorennens werden innovative Anwendungsmöglichkeiten aufgezeigt. Neben den A/V Daten werden im Prototyp Statusinformationen wie beste Rundenzeit, Geschwindigkeit der Rennwagen und eingelegter Gang, Position und Kamerapositionen parallel übertragen. Mit diesen Informationen sind verschiedene Spielkonzepte realisierbar. So könnte der Nutzer zu Beginn eines Rennens aus der Menge der Teilnehmer ein eigenes Team zusammenstellen. Für verschiedene Ereignisse wie beste Rundenzeit etc. gewinnt man Punkte. Steht ein Rückkanal zur Verfügung, werden auch die Punkte der Gegenspieler angezeigt. Mittels Daten über Kamera und Rennwagen, lassen sich auch die Wagen des eigenen Teams grafisch hervorheben (Überblendung des Echtzeitvideos). Zusätzlich besteht im Spiel die Möglichkeit der Beantwortung spezieller Fragen wie beispielsweise die geschätzte Zeit für einen Boxenstopp. Auch hierbei können die Spieler Punkte sammeln.

Ein interessantes Konzept ist auch das Live-Spiel. Nutzer können dadurch quasi live am Spielgeschehen teilnehmen. Mittels einer in den Empfänger integrierten Spiel- und Grafikengine lässt sich das Ereignis als 3D Spiel abbilden. Die Steuerung der Umgebungsparameter erfolgt über die empfangenen Echtzeit-Daten. Die gegnerischen Fahrer verhalten sich also genauso wie die Fahrer bei der aktuellen Live-Übertragung.

### 6.9.2 3D Interface

PVRs bzw. HTPCs sind in der Lage, eine Vielzahl von Sendungen und Multimediadaten lokal zu speichern. Für die Repräsentation der gespeicherten Inhalte existieren verschiedene Darstellungsmöglichkeiten. Im einfachsten Fall sind die Inhalte über die Auswahl einer textuellen Beschreibung zugänglich. Komplexere Systeme sind in der Lage, Indexbilder der Videodaten zu erzeugen. Indexbilder können dann linear oder aber auch in Form einer Tabelle angeordnet werden und dem Nutzer die Auswahl erleichtern. Einen Schritt weiter geht der Ansatz in [103]. Hier werden Indexbilder von gespeicherten Videodaten in eine 3D Umgebung integriert. Die Indexbilder werden auf eine Art Litfasssäule (pillar) angeordnet. Nutzer können sich in der 3D Umgebung frei bewegen. Neben den Pillars mit den gespeicherten TV-Inhalten, können auch Pillars mit persönlichen Videodaten (z.B. die gespeicherten Urlaubsvideos) in der Umgebung existieren. In einer Erweiterung des Konzeptes um eine Netzwerkverbindung, ist die Einbindung von Pillars anderer Nutzer möglich.

### 6.9.3 Haptik

In [95] ist ein interessantes Konzept vorgestellt, welches haptische Reize während der TV-Wiedergabe ermöglicht. Für Spielboxen wie PlayStation2 von Sony existieren bereits seit längerem Eingabecontroller, die als Reaktion auf das Spielgeschehen mechanische Reaktionen auslösen. So vibrieren beispielsweise Controller bei Autorennen, wenn der Spieler auf abschüssigen Gelände unterwegs ist. Solche Reize können auch die TV-Rezeption bereichern. Im Projekt wurden Haptik auslösenden Teile eines Spielcontroller in einen Prototyp von Fernbedienung integriert. Als zweites Gerät kam ein sogenannter "couch-shaker" zum Einsatz. "Couch shaker" werden in der Unterhaltungsindustrie bereits seit einiger Zeit vermarktet und erzeugen entsprechend einem Bass-Signal Schwingungen. Diese Geräte werden gewöhnlich unter Sitzmöglichkeiten gestellt und erzeugen so mechanische Reize, die sich auf den Körper des Nutzers übertragen. Programmanbieter können nun zusätzlich zum A/V Material Steuerinformationen übertragen, welche beim Nutzer mittels entsprechender Geräte mechanische Reize auslösen. An Beispiel von Zeichentricksendung und Sportübertragung werden Möglichkeiten des Konzeptes demonstriert. So könnten (ähnlich wie in dem Ansatz zu [56]) aktuelle Statusinformationen zu dem Autorennen im TS übertragen werden. Software wertet diese Signale aus und löst bei den angeschlossenen Geräte entsprechende Impulse aus. So könnte sich beispielsweise der Controller beim Bremsen eines Rennwagens leicht nach vorne neigen und bei Zusammenstößen löst der "Couch Shaker" entsprechende Schwingungen aus.

### 6.9.4 Responsive TV

Die Idee hinter dem Konzept von "Responsive Media" ist die automatische Anpassung von Medieninhalten bei der Rezeption aufgrund verschiedener Umgebungsfaktoren. "Responsive media sense and react usefully to factors such as presentation conditions, audience profile, direct interaction, and usage history" [3]. "Responsive Media" ist demnach auch ein Oberbegriff für personalisierbare Video-Inhalte. Im Mittelpunkt steht die Erzeugung derartiger Inhalte. Ein Autorensystem für "Responsive TV" ist VIPER. Mit einer entsprechend entwickelten Programmiersprache (Isis) lassen sich die aus dem Video gewonnenen Bestandteile kombinieren, variieren und zur Anzeige bringen.

Neue Möglichkeiten eröffnet die Anwendung des MPEG-4 Standards. Durch den Objektorientierten Ansatz und die Möglichkeit der Interaktion im Szenegraph ergeben sich neue Perspektiven, die man durchaus auch gut unter dem Oberbegriff "Responsive Media" einordnen kann. Im Mittelpunkt eines von der EC geförderten Projektes namens NexTV, stand die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und Anwendungsformen für interaktives digitales Fernsehen. Im Laufe des Projekts wurden mittels offener Standards (MPEG-2, MPEG-4, XML und MHP) zwei Prototypen "MyGuide" und "Toons" entwickelt. "Toons" ist ein interaktives TV-Programm für Kinder im Alter zwischen 8 und 12 Jahren. Mit "Toons" können Kinder selbst den Programmablauf einer Sendung entsprechend ihren Handlungen beeinflus-

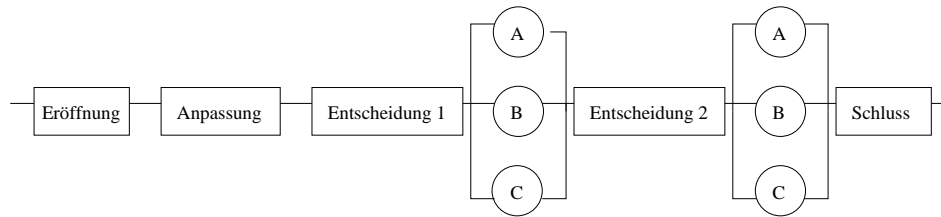


Abbildung 6.8: Auswahl verschiedener Handlungsverläufe

sen. Die Kinder werden dabei zum Programmgestalter [120].

Die im Projekt verwendeten Eingabegeräte sind modifiziertes Magnetbord, modifizierte Softmatte und spezielles Musikinstrument. Entsprechend der Eingaben durch die Kinder werden MPEG Streams angezeigt oder auch nicht (siehe Abbildung 6.8 - A,B und C stehen für drei verschiedene Streams). Dadurch kann die Handlung verschiedene Verläufe annehmen bzw. Objekte lassen sich aus- und einblenden.

## 6.10 Kategorisierung von iTV Anwendungen

### 6.10.1 Rückkanal-Nutzung

Eine einfache Levelunterteilung ist über zwei der drei Profile der MHP-Plattform möglich (siehe Kapitel 4.2.3). Anwendungen des Levels 1 nutzen Zusatzdaten, die allein über den Broadcast Kanal übertragen werden. Anwendungen des Levels 2 nutzen Zusatzdaten, die über einen Rückkanal zur Verfügung stehen. Die Anwendungen des Levels 1 werden gelegentlich auch als lokal interaktiv oder pseudo interaktiv und Anwendungen des Levels 2 als echt interaktiv bezeichnet. Eine Aussage zu dem Maß der Interaktivität ist anhand dieser Unterteilung jedoch nicht möglich.

### 6.10.2 Eindimensionale Levelteilung

Eine detaillierter Unterteilung in Interaktionslevel nimmt Schrape vor (aus [61, 55]). Die Möglichkeit der Interaktion erhöht sich mit steigendem Level.

- **Level 0:** Ein- und Ausschalten des Fernsehgerätes und einfache Programmauswahl (Zapping).
- **Level 1:** (Paralleles TV): Auswahl bei Parallelübertragung mehrerer Handlungsverläufe (z.B. Multikameraperspektive)
- **Level 2:** (Additives TV): Auswahl an Zusatzinformationen mit oder ohne Programmbezug (z.B. Teletext)

- **Level 3:** (Media on Demand): Abruf von Inhalten auf Anforderung (z.B. Video on Demand). Ein Rückkanal ist hierbei jedoch nicht zwingend erforderlich (z.B. Near Video on Demand)
- **Level 4:** (Kommunikatives TV): Aktive Nutzerorientierung durch Möglichkeit der Zwei-Wege-Kommunikation mittels Rückkanal

### 6.10.3 Dreidimensionales Modell

Die Unterteilung von Schrape ermöglicht die Einordnung von iTV Anwendungen entsprechend ihrem Maß an Selektivität. Jensen beschreibt, dass Selektivität nicht die einzige Eigenschaft bei der Bewertung der Interaktivität ist und entwickelte ein 3-dimensionales Modell [61]. Auf Grundlage der Erkenntnisse von Bordewijk and Kaam's<sup>24</sup> definiert Jensen vier Größen, anhand derer Interaktivität messbar ist. Die Größen sind Übertragung ("Transmissional interactivity"), Konsultation ("Consultational interactivity"), Konversation ("Conversational interactivity") und Registration ("Registrational interactivity").

Übertragung steht für Selektionsmöglichkeiten aus einem kontinuierlichen Strom von Informationen, wobei der Informationsfluss unidirektional nur in eine Richtung zum Empfänger erfolgt. Konsultation ist eine Größe, welche die Möglichkeit auf Informationsanforderung über bidirektionale Übertragungskanäle widerspiegelt. Die Größe der Konversation beschreibt die Möglichkeiten des Nutzers, Inhalte selbst zu erstellen und auf bidirektionalem Wege abzuspeichern. Registration steht für Anpassbarkeit an individuelle Nutzerbedürfnisse. Da sowohl Übertragung als auch Konsultation auf Selektionsmöglichkeiten abzielen, können die vier Größen in einem 3-dimensionalen Modell, dem "Würfel der Interaktivität" ("Cube of Interactivity"), dargestellt werden.

Das Würfelmodell von Jensen besteht aus 12 voneinander abgegrenzten Bereichen, in die verschiedene interaktive Medien eingeordnet werden können. Eine Schwachstelle in dem Modell ist die Anordnung der Konversation. Laut Definition ist Konversation nur über bidirektionale Kanäle möglich. Aus diesem Grund kann die dritte Dimension der Konversation nur der Konsultation, nicht aber der Transmission, zugeordnet werden. Deswegen soll nicht das Würfelmodell sondern ein abgeändertes Koordinatenmodell, dass dem Würfelmodell von Jensen zugrunde liegt, für die folgenden Betrachtungen herangezogen werden (siehe Abbildung 6.9). Anwendungen können dann prinzipiell anhand des Koordinatenmodells näher kategorisiert werden. Aus der Position einer Anwendung im Modell ist das vermutete Maß an Interaktivität ersichtlich.

---

<sup>24</sup>Jan L. Bordewijk, Ben van Kaam, "Towards a New Classification of TeleInformation Services", *Inter Media*, vol. 14, 1986

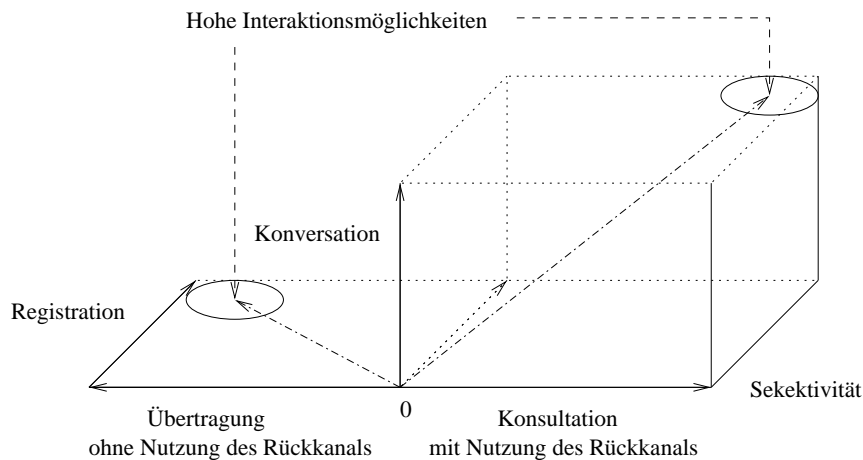


Abbildung 6.9: Modell zur Kategorisierung von iTV Anwendungen

#### 6.10.4 Diskussion zukünftiger Formate

PVRs ermöglichen eine Vielzahl neuer Anwendungsformate. Durch die lokale Speicherung von Inhalten sind ähnliche Selektivitätsformen wie bei der Konsultation möglich. Das Maß an Selektivität ist hierbei hauptsächlich durch die Größe des integrierten Massenspeichers beschränkt. Stellen wir uns vor, dass durch das Internet nur ein Videoserver mit einer Kapazität von  $x$  GB erreichbar wäre. Man stelle sich weiter vor, dass ein PVR im Wohnzimmer über die selben Kapazitäten und gespeicherten Inhalte verfügt. Wo wäre also für den Nutzer der Unterschied abgesehen vom Speicherort? Tatsächlich stehen durch das Internet eine Vielzahl vernetzter Dienste zur Verfügung, weswegen Konsultation natürlich auch eine größere Interaktivität ermöglicht. Jedoch sollte klar werden, wie Anwendungen für PVR die Selektivitätsmöglichkeiten erhöhen und aus diesem Grund auch am oberen Ende der transmissionalen Interaktivität eingeordnet werden können.

Für die Durchführung von Transaktionen wie online-Banking, gezielte Informationssuche etc. ist die TV-Umgebung weniger geeignet als die PC-Umgebung (siehe Kapitel 6.5). Außerdem steht die Entspannung und Unterhaltung bei der TV-Rezeption im Vordergrund. Daher ist anzunehmen, dass maximale Selektivität nicht im Mittelpunkt zukünftiger Anwendungen für die (traditionelle) TV-Umgebung (Wohnzimmer) steht. Anwendungen die ein hohes Maß an Selektivität bereitstellen, werden daher auch zukünftig der PC-Umgebung vorbehalten bleiben.

Neuere Anwendungskonzepte nutzen das gesamte Spektrum kommunikativer Möglichkeiten. Synchroner Text-, Sprach- und Videonachrichten ermöglichen eine maximale Vernetzung zwischen Personen (siehe Abbildung 6.10). Es stellt sich die Frage, ob Nutzer im Kontext der TV-Umgebung wirklich solche Dienste wünschen und nutzen. Diesbezüglich fehlt es noch an detaillierten Erkenntnissen. Jedoch kann man auch hier annehmen, dass solch



Abbildung 6.10: AmigoTV – Anwendungskonzept von Alcatel

aktive Beteiligung wohl eher in einer PC-Umgebung für beispielsweise "Broadband TV" (z.B. TV über DSL am PC) zum Einsatz kommt.

Bei der Größe der Registration gibt es zwischen TV- und PC- Umgebungen insofern Unterschiede, dass PC Nutzer bereits an Eingabedialogen für Nutzerdaten und an Personalisierungsprozesse (z.B. Buchempfehlung bei Amazon) gewohnt sind. In der TV-Umgebung sind solche Anwendungen eher unbekannt. Es bleibt abzuwarten, ob und wie diesbezügliche neue Dienste von Nutzern angenommen werden. Der Erfolg von PVR wie TiVo lässt vermuten, dass Personalisierungsfunktionen für iTV an Bedeutung gewinnen.

Die beschriebenen Umstände führen zu der Annahme, dass zukünftige iTV Anwendungen entsprechend ihrem Maß an Interaktivität entweder primär für TV-Umgebungen (STB, IDR) oder primär für PC-Umgebungen (HTPC) entwickelt werden. In Abbildung 6.11 ist ein Modell skizziert, dass für die Kategorisierung von bestehenden und zukünftigen iTV Anwendungen geeignet ist.

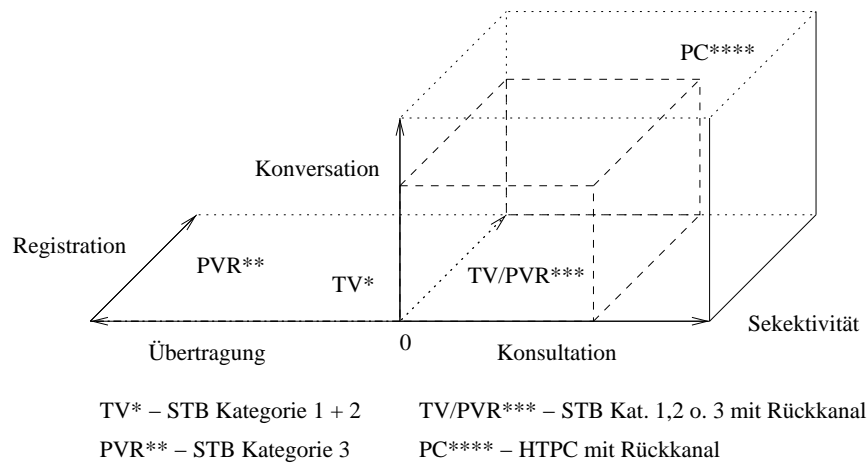


Abbildung 6.11: Abhängigkeit zwischen Empfänger und Interaktionsmöglichkeiten

# 7 Prototyp

## 7.1 Einführung

### 7.1.1 Übersicht

Im dritten Teil der Diplomarbeit wurde ein einfacher Prototyp realisiert, der das Potential zukünftiger interaktiver TV-Anwendungen demonstriert. Wesentliches Merkmal der Anwendung ist die Nutzung des Rückkanals. Über den Rückkanal sind individuelle Inhalte übertragbar, welche in Kombination mit Broadcast-Inhalten wiedergegeben werden. Das Verständnis über die Funktionsweise interaktiver TV Anwendungen und das Sammeln von Erfahrungen bei der Entwicklung, stand ebenfalls im Mittelpunkt der Untersuchung.

### 7.1.2 Idee

Es existieren bisher nur wenige wissenschaftliche Arbeiten, die sich mit Kommunikationsdiensten in iTV Umgebungen auseinandersetzen. "Despite all the hype of surrounding Interactive Television (ITV), there is a considerable research gap in this specific area." [1]. Im Fokus der in Kapitel 6.7 vorgestellten Arbeiten steht der synchrone Nachrichtenaustausch. Jedoch kann man nicht davon ausgehen, dass Nutzer per Rückkanal ständig online sind<sup>1</sup>. Aus diesem Grund wurde eine Lösung gesucht, die a.) Verbindung zu einem Dienstanbieter nur auf Anforderung herstellt, um Kontaktnachrichten bei Bedarf zu übertragen (asynchron) und b.) eine Zuordnung von Personen mit gleichen Interessen ohne komplexe Nutzerprofile ermöglicht. Im Mittelpunkt der entwickelten Anwendung steht nicht die Kommunikation an sich (Chat), sondern die Unterstützung der interpersonellen Kontaktaufnahme. Ferner wurde im Gegensatz zu [1] (die Entwicklung des Prototyps erfolgte mit Macromedia Director) die Anwendung mit einer real in STB eingesetzten Middleware (MHP) entwickelt.

In Kapitel 6.7.1 sind virtuelle Gemeinschaften charakterisiert. Eine Eigenschaft solcher Gemeinschaften liegt darin begründet, dass die Treffen der Beteiligten meist nur virtuell stattfinden. Eben dies ist jedoch weniger Sinn und Zweck der hier entwickelten Anwendung. Vielmehr soll im Idealfall, nach dem Austausch mehrerer Kurznachrichten (SMS), ein persönliches Treffen aufgrund der Übermittlung von Telefonnummer oder Adressdaten erfolgen. Diese persönlichen Treffen, die sich bei TV-Cabo Nutzern eher nebenbei ergaben (siehe Kapitel 6.7.2), werden durch die eigene Anwendung gezielt fokussiert.

Bei der Vermittlung von Nutzern spielen zwei Faktoren eine wichtige Rolle: räumliche Nähe und gleiche Interessen. Konkret wurden die Parameter Postleitzahl (räumliche Nähe)

---

<sup>1</sup>es handelt sich hierbei auch um eine Kostenfrage



und das Schauen der gleichen TV-Sendung (gleiche Interessen<sup>2</sup>) in die Überlegung für den Systementwurf einbezogen und letztlich auch so in die Anwendung integriert. Während Informationen über die aktuelle Sendung (ServiceID und EventID) automatisch aus dem TS extrahierbar sind, muss die PLZ explizit durch den Nutzer eingegeben werden.

### 7.1.3 Use Case

Nach ihrer Ausbildung zur Fremdsprachenkorrespondentin bewirbt sich Linda deutschlandweit um einen Arbeitsplatz und findet eine Stelle in einer weit entfernten Stadt. Nach einiger Zeit in der neuen Umgebung bemerkt Linda, wie schwierig es ist, neue Freunde zu finden. Als Linda Abends allein die Programmzeitschrift studiert um zu prüfen, welche Sendung die interessanteste sei, erfährt Sie in einer Anzeige von einem neuen Dienst bei Sender INNOVA<sup>3</sup>. Nach dem drücken der roten Taste auf ihrer Fernbedienung startet ein Dienst zum Finden von Freunden aus der näheren Umgebung. Nachdem Linda die PLZ ihres Wohnortes eingegeben hat, erscheinen in einem Live-Ticker Kurznachrichten von Personen, die ebenfalls auf der Suche nach neuen Kontakten sind. Bei dem lesen der Nachrichten stellt Linda fest, dass die Verfasser der Nachrichten Kontakt nur über sportrelevante Themen suchen. So wird beispielsweise gerade eine Nachricht von Peter angezeigt, der Personen für ein Fußballspiel am Wochenende sucht. Bevor Linda den Dienst enttäuscht verlassen möchte, weil Fußball und Basketball für sie nicht von Interesse sind, liest sie die Hilfe. Sie erfährt nun, dass man auch selbst Nachrichten aufgeben kann. Weiterhin erhält Sie den Tipp, die Nachricht während einer Sendung aufzugeben, die für Sie von Interesse ist. Linda gibt daraufhin während der Übertragung eines Lifestyle Magazin über die Fernbedienung folgende Nachricht ein: "Linda: Bin neu hier. Suche seriöse nette Freunde zw. 25 und 30 für Freizeitaktivitäten wie joggen". Kurz nachdem die Meldung versandt wurde, erhält Linda zwei Antworten. Die erste Antwort ignoriert Linda, da ihr der Ausdruck des Verfassers nicht gefällt. Die zweite Nachricht kommt von Lilly, die auch erst seit kurzem in der Stadt wohnt. Durch weitere Nachrichten stellt sich heraus, dass Lilly ursprünglich Engländerin ist und gerne ihre deutschen Sprachkenntnisse verbessern möchte. Linda ist begeistert und sendet Lilly ihre Telefonnummer. Beide verabreden daraufhin einen Termin, treffen sich, finden sich sympathisch und werden gute Freunde.

## 7.2 Entwurf

### 7.2.1 Zustände

In Abbildung 7.1 ist das allgemeine Zustandsdiagramm der geplanten Anwendung skizziert. Nach Eingabe der PLZ werden alle dem PLZ-Bereich zugehörigen Nachrichten aus der Datenbank ausgewählt. Nach dem Start des Dienstes befinden sich noch keine Antworten in

---

<sup>2</sup>Es wird vermutet, dass Personen welche die gleiche Sendung schauen auch ähnliche Interessen haben.

<sup>3</sup>Der hypothetische Sender INNOVA steht für Innovation.

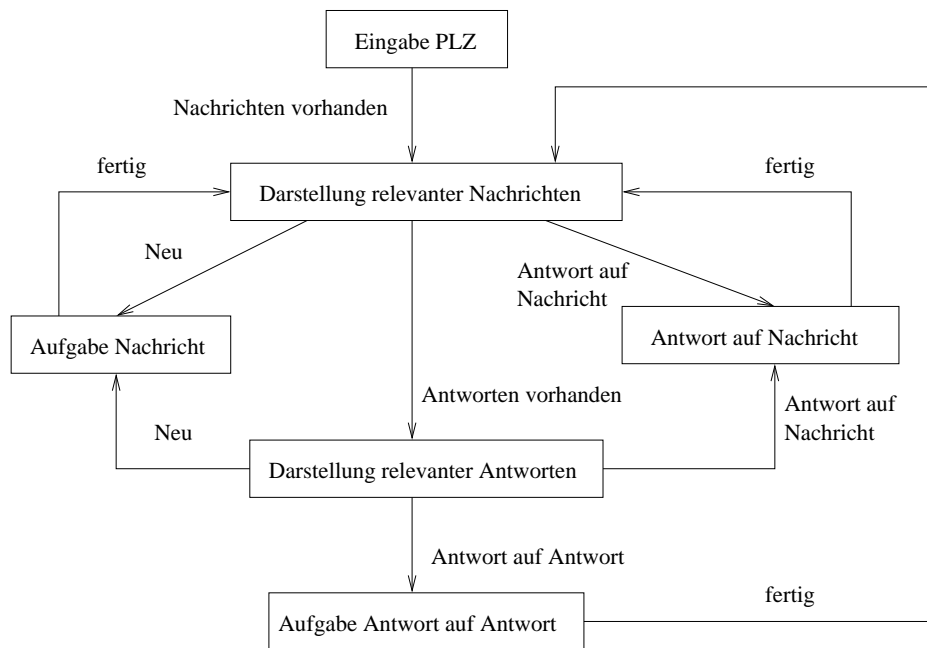


Abbildung 7.1: Zustandsdiagramm der Anwendung

der Datenbank, weswegen diese auch nicht angezeigt werden. Zu Beginn hat der Nutzer die Möglichkeiten, entweder auf eine vorhandene Nachricht zu antworten (Antwort auf Nachricht) oder eine eigene Nachricht zu erstellen (Neu). Neu erstellte Nachrichten sind für alle Nutzer im PLZ Bereich abrufbar. Antworten erhalten nur die Nutzer, an welche die Nachricht gerichtet ist. Sind Antworten in der Datenbank verfügbar, so werden diese angezeigt (Antwort vorhanden) und der Nutzer kann ebenso auf diese Antwort antworten (Antwort auf Antwort).

### 7.2.2 Informationsfluss

Eine mit "Neu" aufgebene Nachricht kann von allen Nutzern des Dienstes eingesehen werden, die a.) mit selbiger PLZ angemeldet sind und b.) die gleiche Sendung wie der Absender schauen. Der Informationsfluss dabei ist "One to many". Nutzer haben weiterhin die Möglichkeit, auf eine vorhandene Nachricht zu antworten. Diese Nachricht erhält dann nur der jeweilige Adressat. Der Informationsfluss hierbei ist "One to One" (siehe Abbildung 7.2).

### 7.2.3 Mock-Up

In Abbildung 7.3 ist das Design-Modell entsprechend den Zuständen aus Abbildung 7.1 skizziert. Das Auswahlménü ist am unteren Bildschirmrand angeordnet. Die Anzeige der

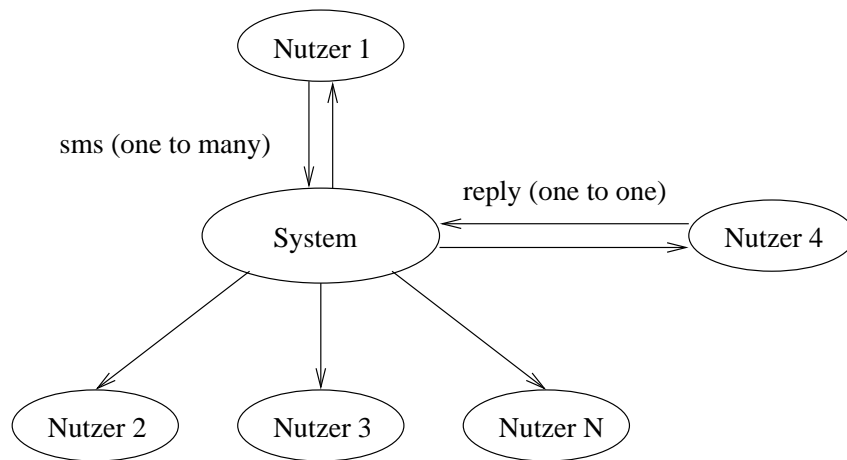


Abbildung 7.2: Informationsfluss der Anwendung

abgerufenen Nachrichten erfolgt oberhalb des Menüs. Generell soll der Anzeigebereich für die Nachrichten nicht zu viel Raum einnehmen, damit die TV-Rezeption auch während der Anwendung fortgeführt werden kann. Aus diesem Grund sollen auch die Darstellungsbereiche transparent erscheinen (nicht in der Skizze ersichtlich). Zwischen Transparenz des Hintergrunds und guter Lesbarkeit der Nachricht sollte ein möglichst guter Kompromiss gefunden werden. Prinzipiell könnte man die Buchstaben der Nachrichten auch allein stehend einfach über dem TV-Bild ausgeben, was jedoch häufig zu einer schlechten Lesbarkeit führt. Deswegen sind transparente Hintergrundbereiche zu verwenden.

Nach dem Abruf neuer Nachrichten werden diese entweder im LiveTicker (allgemeine durch "Neu" aufgegebene Nachrichten – "one to many") oder im ReplyTicker (erhaltene Antworten – "one to one") dargestellt. Sind nur allgemeine Nachrichten und keine Antworten verfügbar, so wird nur der LiveTicker angezeigt.

Während die Option "Neu" die Aufgabe einer neuen Nachricht veranlasst (Wechsel zum Eingabedialog), bezieht sich die Option "Antworten" auf den ausgewählten Ticker. Durch die Richtungstasten "auf" und "ab" kann entweder der LiveTicker oder der ReplyTicker ausgewählt werden. Eine Antwort erfolgt dann an den Nutzer der ausgewählten Nachricht. Der Antwort-Dialog gleicht dem Dialog zur Eingabe einer neuen Nachricht bis auf den Unterschied, dass bei einer Antwort der Nick des Adressaten bereits im Darstellungsbereich der Eingabe eingetragen ist.

#### 7.2.4 Design-Faktoren

In Tabelle 6.2 (Kapitel 6.5.1) sind Faktoren beschrieben, die das Design einer iTV Anwendung beeinflussen können. Die beschriebenen Faktoren wurden hinsichtlich der geplanten Anwendung näher untersucht. Die für die Anwendung relevanten Faktoren und ihre Bedeu-

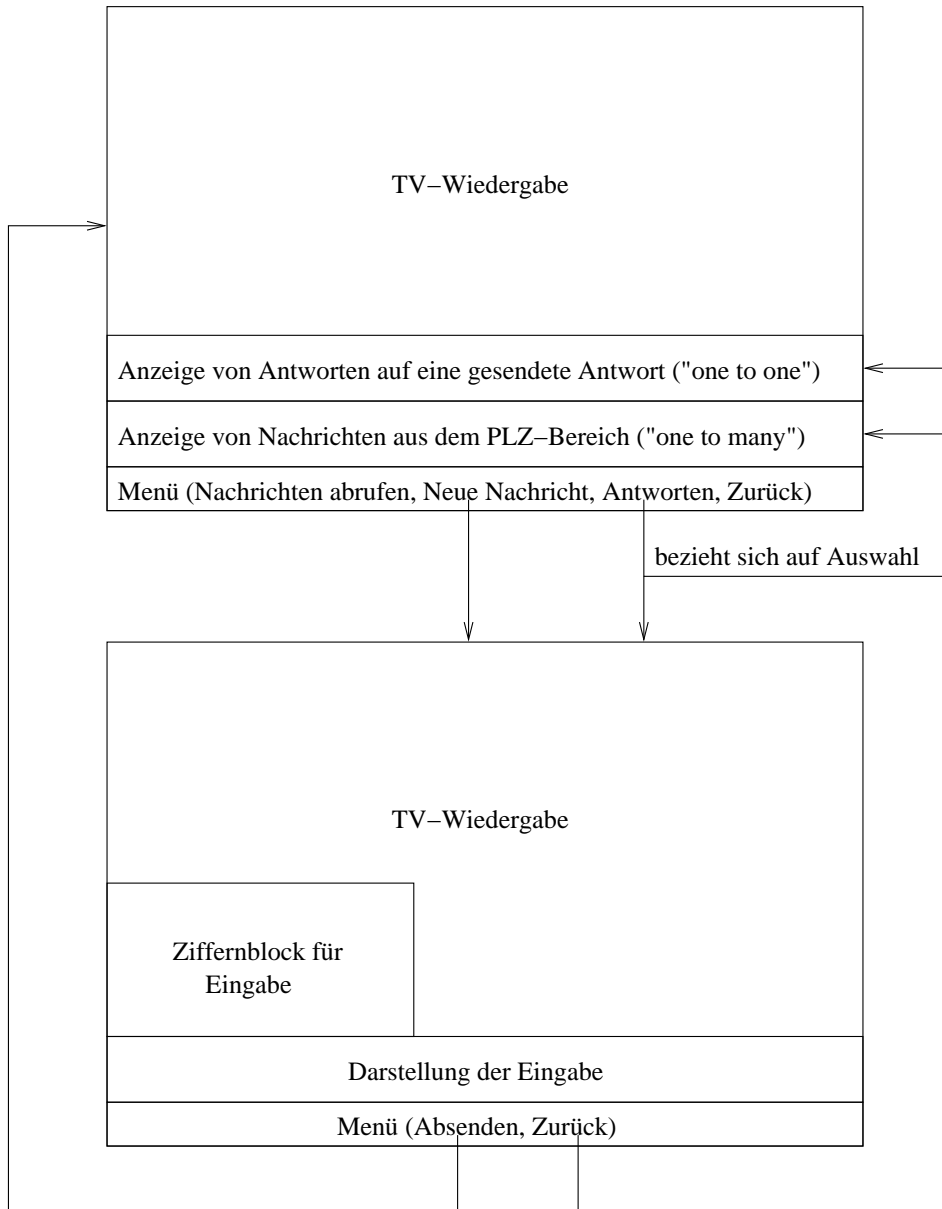


Abbildung 7.3: Modell der geplanten Anwendung

tung sind im folgenden erläutert.

- **Aufmerksamkeit:** Die Nutzung des Prototyps erfordert die volle Aufmerksamkeit bei den Eingaben. Während der Eingabe wird der Nutzer von der TV-Rezeption abgelenkt. Jedoch können Nutzer die Eingabe nach Belieben unterbrechen und dann fortsetzen, wenn das TV-Programm uninteressant ist (z.B. in der Werbung). Das Lesen der abgerufenen Nachrichten, die im Ticker angezeigt werden, erfordert ebenso die volle Aufmerksamkeit. Damit der Nutzer keine Nachricht verpasst, auch wenn er beispielsweise gerade durch eine interessante Szene abgelenkt wird, ist im Prototyp folgendes umzusetzen: Wenn kein erneuter Abruf erfolgt, werden die Nachrichten ("one to many") einfach wiederholt im LiveTicker angezeigt. D.h. nach der Anzeige der letzten Nachricht beginnt wieder die Anzeige der ersten Nachricht, die im Buffer vorhanden ist. Bezüglich der Antworten ("one to one") sollen die Nutzer selbst durch die einzelnen Beiträge mit "vor" und "zurück" navigieren können. Dadurch ist gewährleistet, dass Nutzer die Kontrolle behalten und Aufmerksamkeit nicht durch die Anwendung "erzwungen" wird.
- **Schauen in Gruppen:** Was geschieht, wenn mehrere Nutzer aus einer Gruppe (z.B. vier Freunde, die Abends zusammen einen Spielfilm sehen) Nachrichten absetzen möchten? Bei der Eingabe der ersten Nachricht gibt der Nutzer einen Nick (Kurznamen) ein, der ihn bei anderen Nutzern, welche die Nachricht erhalten, identifiziert. Unter diesem Nick ist er auch im System registriert und erhält Antworten. Es ist im Prototyp nicht explizit vorgesehen, dass mehrere Nutzer vor dem gleichen Fernsehgerät Nachrichten absetzen. In diesem Fall kann jedoch die Anwendung neu gestartet werden und der Nutzer kann anschließend einen neuen Nick vergeben oder der neue Nutzer kommuniziert seinem Gegenüber ("one to one") in der Textnachricht die andere Identität.
- **Automatisierung:** Die Darstellung der einzelnen Nachrichten ("one to many") soll automatisiert stattfinden. Nach einer gewissen Zeit soll die nächste verfügbare Nachricht automatisch wiedergegeben werden.
- **Datenherkunft:** Die gesendeten und empfangenen Nachrichten werden über Rückkanal übertragen. Eine entsprechende Mitteilung (Hilfe) sollte den Nutzern erklären wo, wann, wie und warum die Nachrichten abgespeichert werden.

### 7.2.5 Design-Richtlinien

Wie in Kapitel 6.5.2 beschrieben, existieren einige Regeln, die bei dem Entwurf einer Anwendung berücksichtigt werden sollten. Die wichtigsten dieser Faktoren, namentlich eine ausreichend große Schriftgröße, eine gut lesbare Schriftart und hoher Kontrast zwischen Text und Hintergrund werden bei der Umsetzung beachtet. Erkenntnis über die optimale

Einstellung erhält man jedoch nicht, wie sich später heraus stellte, über derartige Regeln, sondern über den Test mit verschiedenen Konfigurationen. In gewisser Weise entsprach das Vorgehen hier "Trial & Error", wobei ein grundlegendes Verständnis über die Lesbarkeit von verschiedenen Schriftarten und die Wirkung verschiedener Farben sehr hilfreich sind.

### **7.2.6 Eingabe**

Während die Menüpunkte "Neu", "Antworten", "Abrufen", "Absenden" und "Zurück" recht einfach über entsprechende Buttons realisierbar sind, stellt der Entwurf für geeignete Eingabemöglichkeiten der 26 deutschen Buchstaben eine Herausforderung dar. Eine Recherche unter kommerziellen Anwendungen zeigte, dass hierfür bereits sinnvolle Konzepte existieren<sup>4</sup>. Die zwei bevorzugten Eingabedialoge sind virtuelle Tastatur und Ziffernblock. Bei der virtuellen Tastatur wird eine angepasste Abbildung der Tastatur über das TV-Bild gelegt. Die einzelnen Tasten müssen anschließend mit den Richtungstasten der Fernbedienung angesteuert werden, bevor die Auswahl erfolgen kann. Nachteil dieser Lösung ist ein verdecktes TV-Bild während der Eingabe. Aus diesem Grund sollte für den Prototyp der Ziffernblock zum Einsatz kommen, wobei die Auswahl der einzelnen Buchstaben über Mehrfachauswahl einzelner Zifferntasten erfolgt. Ähnlich zu der Eingabe von SMS über Handy kann "1" über Druck auf "1", "A" über zweifachen Druck auf "1", "B" über dreifachen Druck auf "1" usw. ausgewählt werden.

Aus Gründen der Einfachheit sollen für die Eingaben im Prototyp nur Großbuchstaben verwendet werden. Die Eingabe von Kleinbuchstaben, Interpunktion oder Sonderzeichen bleibt unberücksichtigt.

## **7.3 Umsetzung**

### **7.3.1 Testumgebung**

Der Entwurf des Prototyps erfolgte mit der MHP Referenzimplementierung (RI) des IRT. Diese Implementierung des MHP Standards ermöglicht die Ausführung von Xlets innerhalb einer PC-Umgebung (Simulation). Die Verwendung einer STB als Entwicklungsumgebung ist prinzipiell auch möglich. Eine solche Umgebung hätte den Vorteil, dass Threads (z.B. Animationen) mit der Systemleistung der STB sehr realistisch ausgeführt werden. Jedoch ist eine solche Umgebung auch teurer und komplizierter in der Anwendung. Außerdem kommen in den STB verschiedener Hersteller teilweise auch verschiedene Implementierungen des Standards zur Anwendung. Dies kann zu leicht unterschiedlichen Ergebnissen bei der Wiedergabe führen. Da dies natürlich nicht im Sinne des Standards ist, existieren für STB Hersteller sogenannte "MHP Conformance Tests". Mittels einer Testumgebung können Soll- und Ist-Zustände der Ausgaben verglichen werden. Wurde der Test bestanden, so erhalten

---

<sup>4</sup><http://www.broadbandbananas.com>



Abbildung 7.4: Entwicklungsumgebung

Hersteller eine Zertifizierung und können das offizielle MHP-Logo verwenden. Es ist jedoch fraglich, ob sich alle Hersteller (z.B. aus Fernost) an dieser Zertifizierung (Gebühren) beteiligen.

Die MHP RI wurde auf einen Rechner mit X86 Pentium 3 Prozessor, 500 MB Arbeitsspeicher, Nvidia GeForce 2 Grafikkarte, Hauppauge WinTV Nova-T TV-Karte und Windows 2000 Betriebssystem installiert. Als IDE-Umgebung wurde auf JBuilder von Borland zurück gegriffen (siehe Abbildung 7.4). Für die Übersetzung des Quellcodes in ausführbaren Java Bytecode, wurden die Java-Bibliotheken der MHP RI eingebunden. Nach dem Start der RI können dann alle lokal verfügbaren Anwendungen angezeigt und durch Auswahl ausgeführt werden.

Als Eingabegerät kam eine Funk-Fernbedienung der Marke "Medion" zum Einsatz. Ein Zusatzprogramm namens "Girder" und ein entsprechendes Plug-In bildete die Funkbefehle in Tastencodes ab. Eine "Listener-Klasse" nimmt die Befehle entgegen und löst entsprechende Ereignisse aus, die in dem eigenen Code abgefragt werden.

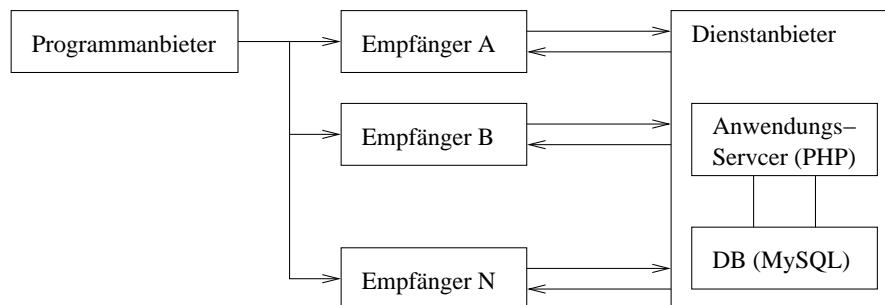


Abbildung 7.5: Systemkonzept der Anwendung

### 7.3.2 Systemkonzept

In Abbildung 7.5 ist das Systemkonzept des Prototyps dargestellt. TV-Daten erhalten alle Empfänger einheitlich per Broadcast. Nach dem Start der entwickelten Anwendung wird über TCP/IP eine Verbindung zu einem Server des Dienstanbieters aufgebaut<sup>5</sup>. Auf Serverseite bearbeitet ein PHP Script Anfragen und stellt eine Verbindung zu einer MySQL-Datenbank her, wo entsprechende Beiträge gespeichert werden. Die von dem Dienstanbieter zurück an den Empfänger gesandten Daten, werden durch die Anwendung verarbeitet und anschließend zusammen mit den TV-Inhalten ausgegeben.

### 7.3.3 Datenrepräsentation

Die Daten werden auf Server-Seite in einer MySQL Datenbank abgespeichert. Für die Anwendung existieren drei relevante Tabellen (siehe Abbildung 7.6). Die Tabelle *user* enthält Angaben über die aktuell registrierten Nutzer des Dienstes. Bei der ersten Nachricht eines Nutzers wird der Nick (Nutzername) zusammen mit der in der SMS übermittelten PLZ und einer vom System eindeutig vergebenen ID abgespeichert. Die Tabelle *sms* enthält neben einer eindeutigen ID der SMS und einem Fremdschlüssel (*userid*) noch die Felder *smstxt* (die eigentliche Nachricht), *smsdate* (Zeitstempel der Eintragung), *serviceid* (ID repräsentiert den Kanal, den der Nutzer beim Versand der Nachricht eingestellt hatte) und *eventid* (ID repräsentiert die aktuelle Sendung in dem durch *serviceid* spezifizierten Kanal). Eine weitere Tabelle *reply* enthält Nachrichten, die als Antwort eingetragen werden. Neben eindeutiger ID, einem Text und einer Zeitmarke existieren zusätzlich die Felder *useridfrom* und *useridto*. *useridfrom* spezifiziert den Nutzer, der die Antwort eingetragen hat und *useridto* repräsentiert den Nutzer, an den die Nachricht gerichtet ist.

Die Anwendung speichert auf Client-Seite sowohl Nachrichten als auch Antworten in einem eigenen Buffer ab. Die Größe jedes Buffers ist durch die maximale Anzahl von Einträgen begrenzt. Im Prototyp wurde die Buffergröße auf 10 festgelegt. Zu jedem Buffer existiert

<sup>5</sup>In diesem Fall werden Dienste des Universitätsrechenzentrums der TU-Chemnitz in Anspruch genommen.



user		sms	
userID *	int	smsID *	int
nick	varchar(15)	userID	int
plz	int	smstxt	varchar(100)
		smsdate	timestamp
reply		serviceID	int
replyID *	int	eventID	int
userIDfrom	int		
userIDto	int		
smstxt	varchar(100)		
smsdate	timestamp		

\* – Primärschlüssel

Abbildung 7.6: Datenrepräsentation

ein Zähler, der die tatsächlich im Buffer befindlichen Einträge repräsentiert.

### 7.3.4 Klassenübersicht und Schnittstellen

Abbildung 7.7 zeigt eine vereinfachte Darstellung der entwickelten Klassen und verwendeten Schnittstellen. SMSXlet implementiert die Klasse Xlet und ist zentraler Einstiegspunkt. Hier werden Instanzen der Klassen ShowShortMessage, WriteShortMessage und ReadServiceInformation erzeugt und entsprechend der Nutzereingaben (KeyListener) angesteuert. Sowohl die Klasse ConnectorWrite (neue Nachricht erstellen) als auch die Klasse ConnectorShow (Nachrichten abrufen) stellen eine Verbindung zu einem Dienstanbieter über die Schnittstelle HttpURLConnection her. LiveTicker und ReplyTicker sind für die Wiedergabe der abgerufenen Daten verantwortlich. Die Klasse ReadServiceInformation extrahiert die ServiceID (aktueller Sender) und EventID (aktuelle Sendung) aus dem digitalen TS (SI).

### 7.3.5 Einschränkung

Eine zentrale Idee der Anwendung ist die automatische Übermittlung von Statusinformationen, welche den Kontext zu der aktuellen Sendung herstellen. So erhalten Nutzer nur Nachrichten von den Personen, die aktuell die gleiche Sendung sehen. Die dazu notwendigen Informationen (ServiceID und EventID) werden in DVB SI Tabellen (siehe Kapitel 3.3.7) übermittelt. Die SI Informationen können über die MHP Klasse SIDatabase abgerufen werden. Um an die SI zu gelangen, ist es jedoch erforderlich, erst einen Service auszuwählen (Tuning auf die entsprechende Frequenz). In dem entwickelten Prototyp wird deshalb auto-

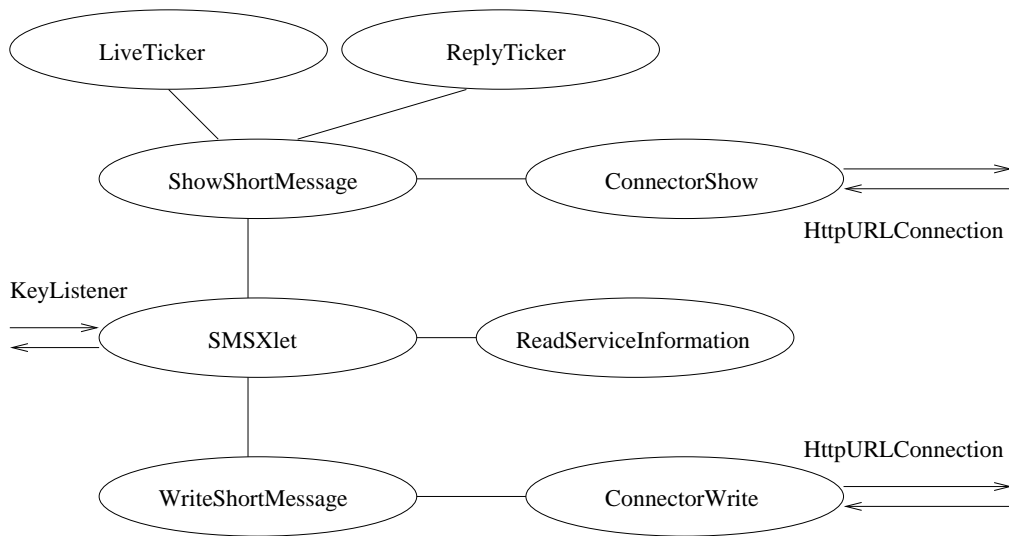


Abbildung 7.7: Klassenübersicht und Systemschnittstellen

matisch ein festgelegter Sender ausgewählt, weswegen auch nur innerhalb dieser Auswahl eine Kommunikation mit anderen Nutzern stattfinden kann. In einem weiterführenden Entwicklungsschritt könnte man die Anwendung derart erweitern, dass zuerst ein einfacher EPG mit der Anzeige aller verfügbarer Sender dargestellt wird.

In einem realen Anwendungsfall würde die Anwendung vom Programmanbieter live im TS übertragen<sup>6</sup>. In diesem Fall ist ein Tuning auf eine entsprechende Frequenz nicht unbedingt notwendig, da der Nutzer bei Start der Anwendung bereits das Programm ausgewählt hat.

### 7.3.6 Grafische Oberfläche

Das Design der grafischen Oberfläche erforderte mehr Zeit, als zu Beginn der Entwicklung erwartet. Aufgrund der relativ wenigen Menü-Optionen war es jedoch möglich, die Steuerung größtenteils über die Zifferntasten und die farbigen Funktionstasten der Fernbedienung zu realisieren. Bei komplexeren Anwendungen, wie dem "Eins Extra Ticker" von ARD Digital (siehe Abbildung 5.1 in Kapitel 5.1.2), müssen die Menüs entsprechend kaskadiert werden (Positionierung der aktuellen Markierung über Richtungstasten). Da eine derartige Kaskadierung nicht notwendig war, vereinfachte sich auch entsprechend die Umsetzung. Die Wahl der Menübezeichnungen, Farben, Transparenzen, Positionierungen und letztlich auch die Implementierung erforderten dennoch, gegenüber der Entwicklung herkömmlicher PC Anwendungen, einen höheren Arbeitsaufwand.

<sup>6</sup>Im Prototyp wurde die Anwendung lokal vom Massenspeicher geladen (Testumgebung).



Abbildung 7.8: "Find a Friend" Begrüßungsdialog

Abbildung 7.8 zeigt den Begrüßungsdialog, der kurz nach dem Start der Anwendung erscheint. Hier wird der Nutzer zur Eingabe der PLZ aufgefordert. Die Eingabe erfolgt mit den Zifferntasten der Fernbedienung. Nach der Eingabe der PLZ gelangt der Nutzer durch Bestätigung (grüne Funktionstaste) zu dem Hauptauswahlmenü (siehe Abbildung 7.9). Entsprechend den Zuständen in Abbildung 7.1 kann der Nutzer nun Nachrichten abrufen (grün), eine neue Nachricht aufgeben (rot), auf eine gerade aktive Nachricht antworten (blau) oder zurück zu dem Eingabedialog für die PLZ gelangen (gelb).

Wählt der Nutzer die Option "Neu" oder "Antworten", so wird der Eingabedialog entsprechend Abbildung 7.10 angezeigt. Über die Zifferntasten erfolgt dann die Eingabe der Nachricht. Ähnlich dem Prinzip aktueller Handys, kann durch wiederholten Druck auf die gleiche Taste, ein anderer Buchstabe ausgewählt werden. Für Eingabe von "E" müssten Nutzer dementsprechend die Taste "2" dreimal hintereinander kurz drücken. Bei erstmaligen neuen Nachrichten müssen Nutzer einen selbst gewählten Nick am Anfang der Kurznachricht eingeben. Diesem Nick wird dann nach Absendung (grün), auf Server-Seite eine eindeutige ID zugeordnet.



Abbildung 7.9: "Find a Friend" Zentralmenü



Abbildung 7.10: "Find a Friend" Dialog zur Nachrichteneingabe

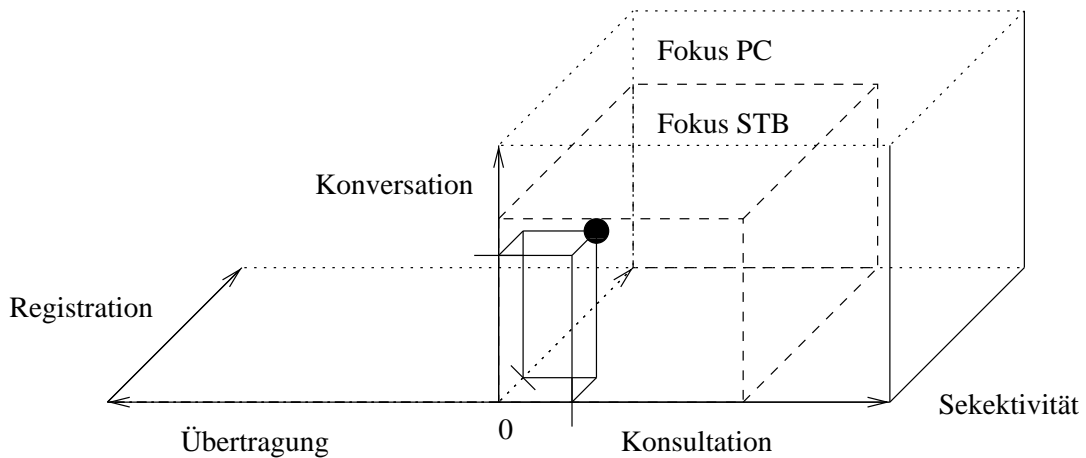


Abbildung 7.11: Einordnung des Prototyps in Interaktionsmodell

## 7.4 Diskussion und Aussicht

### 7.4.1 Interaktivität

In Abbildung 7.11 wurde der Prototyp hinsichtlich dem Maß der bereitgestellten Interaktivität in das unter Kapitel 6.10.4 entwickelte Modell eingeordnet (schwarzer Punkt). Die Einordnung geschah unter folgenden Annahmen:

- **Konsultation:** Die Möglichkeiten zur Selektivität innerhalb der Anwendung sind eher gering. Dem Nutzer werden wenige Optionen wie Nachrichtenabruf, Nachrichtenerstellung oder Antwortmöglichkeit angeboten.
- **Registration:** Die einzige Möglichkeit zur Registration erhält der Nutzer über die Eingabe der PLZ. Insofern wird ein Wert nahe dem Nullpunkt angenommen.
- **Konversation:** Nutzer können über die Anwendung individuelle Nachrichten eingeben. Dies entspricht einem hohen Wert für die Konversation. Könnten Nutzer nur vordefinierte Textbausteine auswählen (z.B. "Suche Partner" oder "Suche Hilfe"), dann wäre der Wert für die Konversation entsprechend geringer. Eine Steigerung ist möglich, indem neben Textnachrichten beispielsweise auch Sprach- oder Videonachrichten ausgetauscht werden können. Eine solche Anwendung würde sich aber dann wiederum eher an PC-Nutzer richten (siehe Abbildung 7.11: Fokus PC).

### 7.4.2 Evaluation

Der entwickelte Prototyp kann als Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen dienen. Eine logische Fortsetzung der Arbeit, besteht in einer Evaluation der Anwendung mit verschiede-

nen Zielsetzungen. Konkret ergeben sich drei Evaluationsfälle, die auch miteinander kombiniert werden können:

- **Untersuchung über die Erfüllung der Zielsetzung:** Ziel der Anwendung ist die Vermittlung von Personen mit ähnlichen Interessen. Eine Aussage, ob dieses Ziel durch die Anwendung erfüllt wird, kann nur durch eine Evaluation mit mehreren Personen aus einem bestimmten Zielgebiet erfolgen. Aussagen und Prozentwerte über die Vermittlungsquote sind geeignet, das Ziel der Anwendung als verfehlt bzw. als erfüllt zu betrachten. Eine solche Untersuchung kann auch zeigen, dass die Anwendung tatsächlich für andere Zwecke genutzt wird. So kann anstatt der Kontaktaufnahme der Nachrichtenaustausch in den Mittelpunkt rücken, was wiederum der Charakteristika von virtuellen Gemeinschaften entspricht.
- **Untersuchung der Benutzbarkeit:** In einem Test mit ausgewählten Nutzern werden verschiedene Anwendungsfälle ausgeführt. Dabei geht es in erster Linie darum festzustellen, ob die einzelnen Funktionen der Anwendung intuitiv und problemlos genutzt werden können. Probleme bei der Nutzung sind zu dokumentieren. Die Anwendung kann daraufhin entsprechend angepasst werden.
- **Belastungstest:** Die Anwendung wird von einem Programmanbieter in den TS integriert und eine Menge ausgewählter Nutzer testen die Anwendung. Dabei stehen vor allem Fragen zu Systemperformance (wie verhält sich das System, wenn eine Vielzahl von Nutzern auf die Daten zugreifen), zu Übersichtlichkeit (behalten Nutzer den Überblick, wenn diese beispielsweise mit mehr als drei Personen Nachrichten austauschen) und zu Nutzungsgewohnheiten (wieviel Nachrichten tauschen Nutzer im Durchschnitt aus) im Mittelpunkt.

### 7.4.3 Weiterentwicklung

Der Prototyp ist in seinem Funktionsumfang beliebig erweiterbar. Über die Anwendung erfolgt eine Zuordnung von Personen über die PLZ und das Schauen der gleichen Sendung. Prinzipiell kann der Nachrichtenabruf auch personalisiert über komplexe Nutzerprofile erfolgen. In diesem Fall könnte der Begrüßungsdialog (siehe Abbildung 7.8) weitere Eingabefelder für Hobbys (Auswahlliste), Alter, Geschlecht, Beruf etc. beinhalten. Diese Eingaben können dann in eine angepasste Datenbank (siehe Abbildung 7.6 Tabelle "user") eingetragen werden. Anhand dieser Daten könnte dann die Anwendung die Profile der Nutzer miteinander vergleichen und Nachrichten nur dann übermitteln, wenn sich die Profile der Nutzer sehr ähneln. In diesem Fall hätte man quasi ein Recommender-System (siehe Kapitel 6.3), welches nicht Sendungen sondern Nutzer selbst bzw. die Nachrichten der Nutzer empfiehlt.

Was die Erweiterung an Funktionalität betrifft, so könnte man eine PLZ-Funktion implementieren, welche bei wenigen verfügbaren Nachrichten aus dem unmittelbaren PLZ-Bereich, die Nachrichten aus angrenzenden PLZ-Bereichen in die Wiedergabe einbezieht.

Zusätzlich könnte man ein Web-Frontend entwickeln, über das neben Nachrichten auch Grafiken abgespeichert werden können. So könnten Nutzer zusätzlich mit Hilfe des PCs auch Bilder in der Datenbank abspeichern, die nach Modifikation der Anwendung, am TV zusammen mit den Nachrichten ausgegeben werden können. Eine solche Lösung würde sich jedoch primär an HTPC Nutzer (PC als Empfänger) richten.

## 8 Zusammenfassung

Die Überschrift dieser Arbeit lautet "Grundlagen und Perspektiven von interaktiven TV-Anwendungen". Eine der Hauptaufgaben bestand in der Aufarbeitung und komprimierten Wiedergabe von Grundlagen relevanten Teilaspekten. Die einzelnen Teilaspekte wurden in den Kapiteln "Grundlagen TV und iTV" (2), "Grundlagen DTV" (3), "Middleware" (4) und "Anwendungen" (5) aufgearbeitet. Das Kapitel "Grundlagen TV und iTV" (2) gibt einen ersten Einstieg in das Thema. Relevante Begriffe wie Fernsehen, digitales Fernsehen, interaktives Fernsehen und iTV Anwendung sind in Kapitel "Begriffsdefinitionen" (2.1) definiert. Während verschiedene Definitionen für Fernsehen bzw. digitales Fernsehen sich in ihrer Bedeutung kaum unterscheiden, gibt es bei den Begriffen interaktives Fernsehen bzw. iTV Anwendung große Unterschiede. In der vorliegenden Arbeit wird interaktives Fernsehen als eine Wechselbeziehung (Aktion und Reaktion) zwischen Nutzer und System verstanden. Eine interaktive TV-Anwendung ist demnach eine Anwendung, bei deren Ausführung dem Nutzer Interaktionsmöglichkeiten angeboten werden. Dabei ist es unerheblich, ob ein Rückkanal zu einem Dienstanbieter verfügbar ist. Im Grunde ist bereits die Programmauswahl über das Menü eine Möglichkeit der Interaktion. Von diesem Standpunkt aus ist iTV kein neues Thema. Relativ neu ist jedoch die Möglichkeit zur Übertragung und Interpretation beliebiger TV-Anwendungen. So steht nun beispielsweise dem gewöhnlichen Programmauswahlmenü ein grafisch ansprechender "intelligenter Programmführer" gegenüber, der im erweiterten Modus sogar personalisierbar, d.h. an die Bedürfnisse des Einzelnen, angepasst ist.

Neben technischen Grundlagen zu analogem und digitalem Fernsehen (2.2) wurden in der Arbeit einige Verfahren vorgestellt, die digitale Zusatzdaten zusammen mit dem analogem Rundfunksignal übertragen. Unter "Digitale Daten bei Analog TV" (2.3) stehen detaillierte Informationen zu "Teletext" (2.3.2), "ATVEF" (2.3.3), "TeleWeb" (2.3.4), "InterCast" (2.3.5) und "Broadcast Online TV" (2.3.6). Alle Verfahren haben gemeinsam, dass entsprechende Decoder für die Interpretation der empfangenen Zusatzdaten notwendig sind. Dieses Prinzip ist in der digitalen Welt (DTV) nicht anders, jedoch ist im Gegensatz zu analogem Fernsehen die Integration digitaler Zusatzdaten im Standard von Anfang an ein zentraler Bestandteil.

DTV ist ein komplexes Thema. Umso wichtiger ist das Wissen über die zugrunde liegenden Konzepte. Entwickler eines EPGs sollten sich beispielsweise darüber im klaren sein, in welchen Tabellen relevante Programminformationen übertragen werden. Außerdem ist Verständnis über den Aufbau des digitalen Transport Streams Voraussetzung für Tuning oder weiterführende Operationen. All diese Aspekte werden im Kapitel "Grundlagen DTV" (3) behandelt. Kapitel "Verbreitung" (3.1) gibt einen Überblick, in welchen Dimensionen DTV in Deutschland und Großbritannien verbreitet ist. Aktuelle Zahlen, die sowohl die Verbrei-



tung über Satellit, Kabel und Antenne betreffen, stammen von Ende 2003. Im Kapitel "Standards" (3.2) werden die dem digitalen Fernsehen zugrunde liegenden Standards näher erläutert. Die dann folgenden Ausführungen zu "Ausstrahlung" (3.3), "Übertragung" (3.4) und "Empfang" (3.5) vermitteln grundlegendes Hintergrundwissen. Der Abschnitt "Ausstrahlung" (3.3) ist in die Unterabschnitte "Programm- und Transport-Stream" (3.3.3), "Segmentierung und Paketierung" (3.3.4), "Timer-Steuerung" (3.3.5), "Komprimierung" (3.3.6), "Service Informationen" (3.3.7) und "Zusatzdaten" (3.3.8) untergliedert. Im Abschnitt "Übertragung" (3.4) werden anschließend verschiedenen Übertragungswege aufgezeigt. TV bzw. TV-Anwendungen können sowohl über Satellit, Kabel, Antenne oder auch über Telefonnetze übertragen werden. Bei der Übertragung von Video, Ton und Zusatzdaten über IP-Protokolle spricht man allgemein auch von IPTV. IPTV ist über alle Übertragungswege möglich, die eine Einbindung von IP-Datagrammen erlauben. Im Abschnitt "Empfang" (3.5) werden – wie der Name bereits vermuten lässt – Details zu den Empfangsgeräten aufgezeigt. Da heute eine Vielzahl verschiedener Modelle auf dem Markt verfügbar sind, wurde in "Kategorisierung" (3.5.2) eine eigene Untergliederung von Empfängern vorgenommen. Zusammen mit dem entwickelten Modell zur Kategorisierung von iTV Anwendungen wurde unter "Diskussion zukünftiger Formate" (6.10.4) die Feststellung getroffen, dass Anwendungen für unterschiedliche Empfänger auch ein unterschiedliches Maß an Interaktivität ermöglichen. Je nach Ausstattung und Leistungsfähigkeit des Empfängers sind verschiedene iTV Anwendungen ausführbar. Zudem ist zwischen TV- und PC- Umgebung zu unterscheiden. Während das Verhalten in einer PC-Umgebung eher aktiv ist, findet man in einer TV-Umgebung eher passives Nutzungsverhalten. Es wird demnach auch die These aufgestellt, dass iTV Anwendungen entsprechend dem primären Nutzungskontext entweder für die PC-Umgebung (aktiv mit Verfügbarkeit von Maus und Tastatur als Eingabegeräte) oder aber gezielt für die TV-Umgebung (passiv mit Fernbedienung als zumeist einzige Eingabemöglichkeit) entwickelt werden sollten. Ein gezielter Test mit Nutzern sowohl aus der herkömmlichen TV-Umgebung (Wohnzimmer, TV-Gerät, STB) als auch aus der PC-Umgebung (Arbeitszimmer, HTPC mit TV-Karte und hochauflösendem LCD Monitor als Ausgabegerät) wäre geeignet, diese These zu evaluieren. Neben der beschriebenen Kategorisierung sind unter "Architektur" (3.5.3), "Hardware" (3.5.4) und "Betriebssystem" (3.5.5) weitere Details zu den Empfangsgeräten aufgeführt. Der PC als Empfangsgerät wird als eine Sonderform in einem eigenen Unterabschnitt "HTPC" (3.5.6) erwähnt.

Das Thema "Middleware" (4) wurde in einem eigenen Kapitel behandelt. Es existieren heute eine Vielzahl unterschiedlicher Middleware Lösungen. Demnach wurde zunächst im Unterabschnitt "Verbreitung" (4.1.1) die Marktdurchdringung der einzelnen Lösungen angegeben. Es soll an dieser Stelle jedoch erwähnt sein, dass diese Liste nicht vollständig ist. Verbreitete HTPC-Lösungen wie die "XP Media Center Edition" von Microsoft oder "TV-central" von der Buhl Data GmbH greifen auf Middleware Software von Microsoft (DirectDraw) zu. Zahlen über Verbreitung und Nutzung derartiger Lösungen konnten durch Recherche nicht identifiziert werden. Der Unterabschnitt "Middleware in Deutschland" (4.1.3) zeigt Hintergründe und Bemühungen bei der Einführung einer offenen Middleware Schnittstelle

in den vergangenen Jahren. Trotz der in dem Unterabschnitt angesprochenen Schwierigkeiten bei der Einführung von MHP und den immer noch ungewissen Erfolgsaussichten, ist die MHP Middleware unter Abschnitt "MHP" (4.2) gesondert vorgestellt. Die Gründe für die Auswahl wurden bereits in der Einleitung angesprochen (offener Standard, frei zugängliche Spezifikation, Verfügbarkeit einer Referenzimplementierung). Die wichtigsten Themen wie "Implementierungen" (4.2.2), "Profile" (4.2.3), "MHP System" (4.2.4), "Klassenbibliothek" (4.2.5), "Application Manager" (4.2.6), "Transport" (4.2.7), "Signalisierung" (4.2.8), "Inhalte" (4.2.9), "DVB-HTML" (4.2.10) und "Grafisches Referenzmodell" (4.2.11) sind in Unterabschnitten erklärt.

Den "Anwendungen" (5) wurde ein eigenes Kapitel gewidmet. Dabei wurde unterschieden nach "Beispiele" (5.1) und nach "PVR" (5.2). Unter "Beispiele" (5.1) sind repräsentative Beispielanwendungen vorgestellt. Allgemein können Anwendungen in 24/7 Dienste und in begleitende Dienste gegliedert werden. Während 24/7 Dienste den Nutzern gewöhnlich rund um die Uhr und unabhängig vom aktuellen TV-Programm zur Verfügung stehen, kommen begleitende Dienste als Ergänzung zum Live Programm zur Ausführung. Zusätzlich können Anwendungen dahin gehend untergliedert werden, ob diese einen Rückkanal nutzen oder nicht. Aus den vier resultierenden Kombinationen (24/7 Dienst mit bzw. ohne Nutzung des Rückkanals sowie begleitender Dienst mit bzw. ohne Nutzung des Rückkanals) wurden Unterabschnitte verfasst. Ergänzend dazu existieren noch die Unterabschnitte "Multi-Stream Formate" (5.1.6) und "(Near) Video On Demand" (5.1.7). Während bei NVD ähnlich zu Multi-Stream die parallele Übertragung mehrerer Streams im Vordergrund steht, ist VOD dadurch gekennzeichnet, dass die Bereitstellung von angefordertem Videomaterial sofort auf Anfrage an einen Dienstanbieter geschieht. Der Abschnitt "PVR" (5.2) thematisiert STBs mit integriertem Speicher. Durch die Möglichkeit des parallelen Zugriffs auf gespeicherte Daten ergeben sich neue Funktionalitäten, die sich auch in einer neuen Mediennutzung widerspiegeln. Unter "PVR Nutzung" (5.2.2) sind deshalb neue Nutzungsformen aufgeführt, die sich durch den Umgang mit PVRs ergeben. Schließlich wurden auch für PVRs charakteristische Beispiele angeführt. Unter "STB Empfänger" (5.2.3) sind bekannte STB Lösungen genannt. Im Gegensatz dazu existieren für den PC-Bereich "Media-Center Lösungen" (5.2.5). Die bekanntesten Vertreter dieser Kategorie sind kurz beschrieben.

Neben der Aufarbeitung von Grundlagen, war das Studium relevanter Forschungsarbeiten der zweite Schwerpunkt der Arbeit. Auch hier ging der Ausarbeitung eine umfassende Literaturrecherche voraus. Nachdem verschiedene relevante Arbeiten recherchiert wurden, konnten die behandelten Themen in Kategorien eingeordnet werden. Die erstellte Kategorisierung spiegelt sich in den Abschnitten des Kapitels "Forschung" (6) wieder. Die meisten Arbeiten auf dem Gebiet iTV existieren zu den Themen "Personalisierung" (6.2) und "Recommender" (6.3). Neben dem allgemeinen Personalisierungsprozess (6.2.2) und der Auflistung verschiedener Möglichkeiten der Personalisierung (6.2.3) sind unter "Fallstudien" (6.2.4) einzelne Arbeiten zu dem Thema der Personalisierung genannt. Durch die beständig wachsende Menge von TV- und Video-Inhalten (durch z.B. Spartenkanäle oder VOD-Angebote), gewinnt der Anpassungsprozess an eigene Bedürfnisse immer stärker an Bedeutung. Recommender-

Systeme helfen den Nutzern bei der Suche und bei der Auswahl von interessantem Material. Voraussetzung für die Akzeptanz von Recommender-Systemen ist das Vertrauen in die vom System generierte Empfehlung (6.3.2). "Virtuelle Vermittler" (6.3.3) und "Reviews" (6.3.4) können helfen, die Akzeptanz und das Vertrauen zu steigern. Ergänzt wird der Abschnitt um die Punkte "Fallstudie TiVo" (6.3.6) und "Fallstudie PTV" (6.3.7). Während es sich bei TiVo um ein erfolgreiches kommerzielles Produkt handelt, ist der PTV Recommender ein akademisches Projekt. Bei der Bewertung der "Benutzbarkeit" (6.4) spielen die Faktoren "Effektivität und Effizienz" (6.4.2) sowie "Zufriedenheit" (6.4.3) im Umgang mit der Anwendung eine entscheidende Rolle. Es wird die Frage aufgeworfen, inwiefern die Bewertung der Benutzbarkeit einer TV-Anwendung identisch zu der Bewertung einer PC-Anwendung ist. Aufgrund der gesichteten Literatur und aus eigenen Erkenntnissen wurde die Vermutung angestellt, dass die Gewichtung der einzelnen Faktoren für die TV-Umgebung entsprechend dem zu der PC-Umgebung geänderten Nutzungskontext (Entspannung) neu zu definieren ist. Der im Vergleich zu der PC-Umgebung andere Nutzungskontext spiegelt sich sowohl in "Design-Faktoren" (6.5.1) als auch in "Design-Richtlinien" (6.5.2) wieder, die bei dem "Entwurf" (6.5) einer TV-Anwendung zu beachten sind. Auf die Besonderheiten bei "Eingabegeräten" (6.5.3) wurde in einem Unterabschnitt gesondert eingegangen. Auch zu dem Thema "T-Learning" (6.6) existieren interessante Arbeiten. Neben verschiedenen Ansätzen zu von iTV unterstütztem "Sprachlernen" (6.6.3) ist die Möglichkeit der Personalisierung (6.6.2) auch in dieser Kategorie ein vielbeachtetes Thema. Forschungsarbeiten auf dem Gebiet "Kommunikation" (6.7) sind rar. Neben einer allgemeinen Einführung (6.7.1) wurde die Arbeit des portugiesischen Kabelanbieters TV-Cabo ausführlicher vorgestellt (6.7.2). Ein weiterer Forschungsschwerpunkt umfasst das Gebiet "Video Retrieval" (6.8). Im Mittelpunkt des Retrieval Prozesses stehen Metadaten (6.8.2). Diese Metadaten werden entweder redaktionell gepflegt (6.8.3) oder aus dem verfügbaren Videomaterial algorithmisch extrahiert (6.8.4). Auch der Video-Retrieval Prozess ist personalisierbar (6.8.5). Weitere Forschungsschwerpunkte, zu denen teilweise auch nur eine relevante Arbeit gefunden wurde, sind unter "Sonstige Anwendungen" (6.9) zusammengefasst. "Spiele" (6.9.1), "3D Interface" (6.9.2), "Haptik" (6.9.3) und "Responsive TV" (6.9.4) sind die entsprechenden Unterabschnitte.

Der "Kategorisierung von iTV Anwendung" (6.10) wird ein eigener Abschnitt gewidmet. Aufgrund der aus der Literatur gewonnenen Erkenntnisse wird ein Modell skizziert (6.10.3), in das iTV Anwendungen entsprechend ihrem Maß an Interaktivität eingeordnet werden können. Dabei geht es nicht um eine genaue zahlenmäßige Einordnung, sondern um eine beschreibende Einordnung. iTV Anwendungen werden nicht automatisch aufgrund einer Vielzahl von Interaktionsmöglichkeiten ein Erfolg. Wo liegen die Grenzen? Das entwickelte Modell kann bei der Einschätzung helfen, welche Anwendungskonzepte von Nutzern eher akzeptiert werden und welche nicht. Möglicherweise lassen sich im Modell durch anschließende Untersuchungen diesbezüglich bestimmte Bereiche identifizieren.

Der praktische Teil dieser Arbeit umfasst die Planung und Entwicklung eines Prototyps. Da den Kommunikationsdiensten von Seiten der Forschung bisher relativ wenig Beachtung gewidmet wurde, sollte der Schwerpunkt auf diesem Themenfeld liegen (7.1.2). In diesem

Kontext entstand die Idee einer virtuellen Kontaktbörse. Die entwickelte Anwendung ermöglicht den Nutzern die Aufgabe einer Kurznachricht mit den Zifferntasten der Fernbedienung direkt am TV-Gerät. Die an einem solchen Dienst interessierten Nutzer können nach Eingabe der PLZ des Wohnortes alle Nachrichten abrufen, die von Personen aus der unmittelbaren Nachbarschaft aufgegeben wurden. Die abgerufenen Nachrichten werden in Form eines LiveTickers über das aktuelle TV-Programm geblendet. Weiterhin kann einer Kontaktperson auch einfach eine Antwort übermittelt werden, die dann nur der jeweilige Adressat erhält. Dadurch lassen sich auch private Nachrichten austauschen, die nur von den beiden Kommunikationspartnern einsehbar sind. Durch den Austausch mehrerer Kurznachrichten können sich die Nutzer des Dienstes näher kennen lernen und prüfen, ob der Kontakt weiter verfolgt werden soll. Letztlich ist das Ziel des Prototyps der Austausch von Telefonnummer oder Anschrift mit der Absicht eines persönlichen Treffens. Ein einführender "Use Case" (7.1.3) zeigt, wie eine derartige Kontaktaufnahme mit Hilfe der entwickelten Anwendungen aussehen kann. Im Abschnitt "Entwurf" (7.2) sind alle relevanten Vorüberlegungen für die Entwicklung zusammengefasst. Sowohl die einzelnen "Zustände" (7.2.1) als auch der mögliche uni- bzw. bidirektionale "Informationsfluss" (7.2.2) sind erläutert. Zudem wurde versucht, die unter "Entwurf" (6.5) gewonnenen Erkenntnisse (Kapitel Forschung), bei dem Entwurf der eigenen Anwendung zu berücksichtigen. Während die Beachtung von "Design-Faktoren" (6.5.1) im Selbsttest als sehr sinnvoll angesehen werden kann, ist die Berücksichtigung von "Design-Richtlinien" (6.5.2) nur bedingt nützlich. So erfolgt die Beachtung von Richtlinien wie beispielsweise ausreichend großer Kontrast oder Verzicht auf kursive Schriftarten in der Regel von selbst auch ohne, dass es eines entsprechenden Regelwerkes bedarf. Im Abschnitt "Umsetzung" (7.3) wird die "Testumgebung" (7.3.1) vorgestellt, das "Systemkonzept" (7.3.2) und die "Datenrepräsentation" (7.3.3) erläutert sowie eine "Klassenübersicht" (7.3.4) in Form einer Skizze dargestellt. Unter "Grafische Oberfläche" (7.3.6) sind Screenshots der Nutzeroberfläche eingebunden, die einen Eindruck über Erscheinungsbild und Funktionsumfang des Prototyps vermitteln. Das Kapitel schließt mit dem Punkt "Diskussion und Aussicht" (7.4). Der entwickelte Prototyp wurde hinsichtlich dem Maß der bereitgestellten Interaktionsmöglichkeiten in das eigene Interaktionsmodell eingeordnet (7.4.1). Es bleibt die Frage offen, ob der entwickelte Kommunikationsdienst auch tatsächlich das Zustandekommen von persönlichen Treffen zwischen den Nutzern fördert. Dieser Frage wäre gerne noch im Laufe der Arbeit mit Nutzerbefragungen oder Anwendungstests auf den Grund gegangen. Da die umfangreichen Recherchen und Ausarbeitungen der beiden ersten Teile jedoch Priorität hatten, wurde auf eine nur noch oberflächlich mögliche Evaluation verzichtet. Jedoch kann und sollte der im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Kommunikationsdienst als Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen dienen. Gedanken zu weiterführenden Evaluationen sind unter "Evaluation" (7.4.2) niedergeschrieben. Auch kann der Prototyp in seinem Funktionsumfang noch beliebig erweitert werden. Die naheliegendsten und sinnvollsten Anpassungen sind unter "Weiterentwicklung" (7.4.3) aufgeführt.

## Literaturverzeichnis

- [1] Jorge Abreu, Pedro Almeida, and Vasco Branco. 2BeOn: interactive television supporting interpersonal communication. Proceedings of the sixth Eurographics workshop on Multimedia 2001, pages 199–208, 2002.
- [2] G. Adomavicius and A. Tuzhilin. Using Data Mining Methods to Build Customer Profiles. volume 34 of *IEEE Computer*, pages 74–82. IEEE, Februar 2001.
- [3] Stefan Agamanolis and Michael Bove. Viper: A Framework for Responsive Television. *IEEE MultiMedia*, 10(3):88–98, 2003.
- [4] Kamal Ali and Wijnand van Stam. TiVo: Making Show Recommendations Using a Distributed Collaborative Filtering Architecture. Proceedings of the 2004 ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, pages 394–401, 2004.
- [5] ARD. Teletext - das unterschätzte Medium. *Media Perspektiven 2/2001*, Februar 2001. <http://www.ard-werbung.de>.
- [6] José C. López Ardao, Cándido López García, Alberto Gil Solla, Rebeca P. Díaz Redondo, Ana Fernández Vilas, Manuel Fernández Veiga, Andrés Suárez González, and Javier B. Muñoz Carballo. Experiences from implementing a MHP receiver. In *Proceedings of IEEE International Conference on Video Image Processing and Multimedia Communications*, pages 441–446. IEEE, Juni 2002.
- [7] Astra. *Astra Reach 2004 UK & Ireland*, Juni 2004.
- [8] Astra. *Astra Reichweiten 2004*, März 2004.
- [9] Jo Bager. Web in a Box - Surfen mit dem Fernseher: Met@box50. *c't 15 S.62*, 1999. <http://www.heise.de/ct/99/15/062>.
- [10] Marko Balabanovic and Yoav Shoham. Fab: content-based, collaborative recommendation. volume 40 of *Communications of the ACM*, pages 66–72. ACM, März 1997.
- [11] Peter J Bates. Learning through iDTV: results of t-learning study. Proceedings of the 1st European Conference on Interactive Television: from Viewers to Actors?, 2003. <http://www.brighton.ac.uk/interactive/euroitv/euroitv03/Practitioner>.

- [12] J. Bertram, A. Finger, H. Hiller, H. Hösel, A. Schmidt, J. Schönthier, and T. Wöjan. *Broadcast Online TV - Eine Zusatzübertragung für TV-Kanäle*. Institut für Nachrichtentechnik der Technischen Universität Dresden. [http://www.ifn.et.tu-dresden.de/tnt/bot/BOT\\_Info\\_dt.pdf](http://www.ifn.et.tu-dresden.de/tnt/bot/BOT_Info_dt.pdf).
- [13] Erik M. Boertjes. Metadata Trust in a Personal Video Recorder. Proceedings of the AH'2004 Workshop on Personalization in Future TV - Part II, pages 254–273, 2004.
- [14] Monica Bonett. Personalization of Web Services: Opportunities and Challenges. *Ariadne Magazine*, 28, Juni 2001. last modified 2004. <http://www.ariadne.ac.uk>.
- [15] Sabina Bonnici. Which Channel Is That On? A Design Model for Electronic Programme Guides. Proceedings of the 1st European Conference on Interactive Television: from Viewers to Actors?, 2003. <http://www.brighton.ac.uk/interactive/euroitv/euroitv03/Papers>.
- [16] Frederic Bouilhaguet, Jean-Claude Dufourd, Souhila Boughoufalah, and Christophe Havet. Interactive Broadcast Digital Television - The OpenTV Platform versus the MPEG-4 Standard Framework. In *Proc. of IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, pages 626–629. IEEE, Mai 2000.
- [17] Werner Brückner. TeleWeb - Teletext with internet connection. *EBU Technical Review*, April 2002. <http://www.ebu.ch>.
- [18] A. Breford. Die Referenzimplementierung der Multimedia Home Platform. *Sonderdruck aus Fernseh- und Kinotechnik*, 2001.
- [19] Bundesministerium. Digitaler Rundfunk in Deutschland - Startscenario 2000 - Aufbruch in eine neue Radio- und Fernsehwelt. *BMWi-Dokumentation*, 481, 2001. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- [20] Bart Calder, Jon Courtney, Bill Foote, Linda Kyrnitszke, David Rivas, Chihiro Saito, James Van Loo, and Tao Ye. Java TV API Technical Overview - The Java TV API Whitepaper. Technical report, SUN, November 2000. [http://java.sun.com/products/javatv/jtv-1\\_0-spec\\_overview.pdf](http://java.sun.com/products/javatv/jtv-1_0-spec_overview.pdf).
- [21] California Software Laboratories (CSWL) Techguide. Basic Streaming Technology and RTSP Protocol. Technical report, California Software Laboratories, August 2001.
- [22] John Carey. *Winky Dink To Stargazer: Five Decades Of Interactive Television*. Greystone Communications, 1996. Conference of Interactive Television 1996 - Edinburgh.
- [23] Richard S. Chernock, Regis J. Crinon, and Michael A. Dolan. *Data Broadcasting*. McGraw-Hill Education, 1th edition, 2001.

- [24] Konstantinos Chorianopoulos. The digital set-top box as a virtual channel provider. Proceedings of the extended abstract conference on human factors and computing systems, pages 666–667. ACM, 1999.
- [25] Konstantinos Chorianopoulos, George Lekakos, and Diomidis Spinellis. The Virtual Channel Model for Personalized Television. Proceedings of the 1st European Conference on Interactive Television: from Viewers to Actors?, 2003. <http://www.brighton.ac.uk/interactive/euroitv/euroitv03/Proceedings.htm>.
- [26] Konstantinos Chorianopoulos and Diomidis Spinellis. Usability Design for the Home Media Station. Proceedings of the 10th HCI International 2003 conference, pages 439–443, 2003.
- [27] N. Correia and M. Boavida. Towards an Integrated Personalization Framework: A Taxonomy and Work Proposals. 2nd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive, Mai 2002. <http://www.dimi.uniud.it/mizzaro/AH2002/proceedings>.
- [28] Nuno Correia and Marlene Peres. Design of a Personalization Service for an Interactive TV Environment. Proceedings of the AH'2002 Workshop on Personalization in Future TV, pages 75–78, 2002. <http://www.di.unito.it/~liliana/TV02/completeProceedings.pdf>.
- [29] Ben Cunningham. Interacting with your television: Key Lessons from the UK. Technical report, Australian Film Television and Radio School, November 2003.
- [30] Hermann Dahma, Patrick Rössler, and Michael Schenk. *Vom Zuschauer zum Anwender: Akzeptanz und Folgen digitaler Fernsehdienste*. LIT, 1998.
- [31] Paul Dambacher. *Digitale Technik für den Fernsehrundfunk*. Springer, 1th edition, 1997.
- [32] Decipher. *TiVo - no killer-app but it will change the world*. Decipher, 2002. Decipher - Media Strategy Consultancy. <http://www.decipher.co.uk>.
- [33] Kelly L. Dempster. Real time television content platform: Personalized programming over existing broadcast infrastructures. Proceedings of the AH'2002 Workshop on Personalization in Future TV, pages 171–179, 2002.
- [34] Deutsche TV Plattform. *MHP auf der Erfolgsspur*, März 2002. <http://www.tv-plattform.de>.
- [35] Elmo M. A. Diederiks. Buddies in a box: animated characters in consumer electronics. Proceedings of the 8th international conference on Intelligent user interfaces, pages 34–38. ACM, 2003.

- [36] Digital Fernsehen (Zeitschrift). *Digital-TV: Premiere lehnt MHP-Update für d-box2 ab*, Mai 2003.
- [37] Steven M. Drucker, Asta Glatzer, Steven De Mar, and Curtis Wong. SmartSkip: consumer level browsing and skipping of digital video content. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Changing our world, changing ourselves, pages 219–225, 2002.
- [38] DVB. *GEM - Globally Executable MHP: A Guide to Platform Harmonisation*. DVB. <http://www.mhp.org>.
- [39] DVB. *MHP 1.0.3*. JavaDoc for TS 101 812. <http://www.mhp.org>.
- [40] DVB. *DVB: DVB Commercial Module - Multimedia Home Platform: User and Market Requirements*. DVB, September 1997. DVB Document A062. <http://www.mhp.org>.
- [41] DVB. *MHP/OCAP/GEM Update April 2005*. DVB, 2005. <http://www.dvb.org>.
- [42] Marica Echiffre, Claudio Marchiso, Pietro Marchiso, Paolo Panicciari, and Silvia Del Rossi. MHEG-5 - Aims, Concepts, and Implementation Issues. volume 5 of *IEEE Transactions on Multimedia*, pages 84–91. IEEE, 1998.
- [43] Leena Eronen and Petri Vuorimaa. User interfaces for digital television: a navigator case study. Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces, pages 275–279, 2000.
- [44] ETSI. *Enhanced Teletext Specification - ETS 300 706*. European Telecommunications Standards Institute (ETSI), Mai 1997.
- [45] ETSI. *DVB: Implementation guidelines for Data Broadcasting - ETS TR 101 202*. ETSI, Januar 2003.
- [46] ETSI. *DVB: Multimedia Home Platform (MHP) Specification 1.1.1 - ETSI TS 102 812*. ETSI, Juni 2003.
- [47] ETSI. *DVB: Specification for Service Information (SI) in DVB Systems - ETS 300 468*. ETSI, Mai 2003.
- [48] ETSI. *DVB: Implementation guidelines for the use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications based in the MPEG-2 Transport Stream - ETS TS 101 154*. ETSI, Mai 2004.
- [49] ETSI. *DVB: Specification for Data Broadcasting - ETS 301 192*. ETSI, Juni 2004.



- [50] J.-P. Evain. The Multimedia Home Platform - an overview. *EBU Technical Review*, 1998. <http://www.ebu.ch>.
- [51] Jean-Pierre Evain. TV-Anytime metadata - A preliminary specification on schedule! *EBU Technical Review*, September 2000. <http://www.ebu.ch>.
- [52] S. Fallahkhair. Media convergence: An architecture for iTV and mobile phone based interactive language learning. Proceedings of EuroITV 2004, pages 177–182, 2004.
- [53] S. Fallahkhair, J. Masthoff, and L. Pemberton. Learning languages from interactive television: Language learners reflect on techniques and technologies. Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (EDMEDIA), pages 4335–4343, 2004.
- [54] R. Fischer. *Fernsehplattformen der Zukunft*. BLM-Schriftenreihe: Band 48. Reinhard Fischer Verlag, 1998.
- [55] Jens Garling. *Interaktives Fernsehen in Deutschland*. Europäische Hochschulschriften Reihe 40. Lang, 1997.
- [56] S. Gibbs, M. Hoch, H. Le Van Gon, R. Rafey, and S. Wang. Broadcast Games and Digital Television. ACM/Eurographics GTEC'01 - First International Game Technology Conference, Januar 2001. <http://www.khm.de/~micha/Publications>.
- [57] S. Gibbs, M. Hoch, H. Le Van Gon, R. Rafey, and S. Wang. Enabling Custom Enhancements in Digital Sports Broadcasts. ACM Web3D 2001 Conference Proceedings, Februar 2001. <http://www.khm.de/~micha/Publications>.
- [58] R. Harper and A. S. Taylor. Switching on to switch off: An analysis of routine TV watching habits and their implications for electronic programme guide design. *usableITV*, 1(3):7–13, 2002.
- [59] A. Hauptmann and M. Smith. Text, Speech and Vision for Video Segmentation: The Informedia Project. Proceedings of Symposium on Computational Models for Integrating Language and Vision, 1995.
- [60] J. Herlocker, J. Konstan, and J. Riedl. Explaining Collaborative Filtering Recommendations. Proceedings of the ACM 2000 Conference on Computer Supported Cooperative Work, pages 241–250, Dezember 2000.
- [61] J. F. Jensen. Interactivity: tracking a new concept in media and communication studies. *Nordicom Review*, 19(1):185–204, 1998.
- [62] Robert Joseph and Jörgen Rosengren. MHEG-5: An Overview. Technical report, Multimedia and Hypermedia information coding Expert Group (MHEG), Dezember 1995. <http://www.mheg.org>.

- [63] M. Kautzner, A. Scheller, and R. Stolp. PC applications conquer the TV domain. EUROCON 2003 - Computer as a Tool, pages 389–392. IEEE, 2003.
- [64] Niels Klußmann. *Lexikon der Kommunikations- und Informationstechnik*. Hüthig, 2th edition, 2000.
- [65] A. Kobsa. Personalized Hypermedia and International Privacy. volume 45 of *Communications of the ACM. SPECIAL ISSUE: The adaptive web*, pages 64–67. ACM, Mai 2002.
- [66] Tomoko Koda and Pattie Maes. Agents with faces: The effects of personification of agents. Proceedings of HCI'96, 1996. <http://alumni.media.mit.edu/tomoko/>.
- [67] Franc Kozamernik. Media Streaming over the Internet. *EBU Technical Review*, Oktober 2002. <http://www.ebu.ch>.
- [68] Bruno Krüger. *Intercast - Fernsehen mit Multimedia-Extra*, März 1999. Symposium Deutsche TV-Plattform. <http://www.tv-plattform.de>.
- [69] K. Kurapati, S. Gutta, D. Schaffer, J. Martino, and J. Zimmerman. A multi-agent TV recommender. Workshop on Personalization in Future TV, 2001. <http://www.di.unito.it/~liliana/UM01>.
- [70] Kaushal Kurapati and Srinivas Gutta. TV Personalization through Stereotypes. Proceedings of the AH'2002 Workshop on Personalization in Future TV, pages 109–118, 2002. <http://www.di.unito.it/~liliana/TV02/completeProceedings.pdf>.
- [71] Sheri Lamont. Case Study: Successful Adoption of a User-Centered Design Approach During the Development of an Interactive Television Application. Proceedings of the 1st European Conference on Interactive Television: from Viewers to Actors?, 2003. <http://www.brighton.ac.uk/interactive/euroitv/euroitv03/Papers>.
- [72] G. Lekakos, D. Papakyriakopoulos, and K. Chorianopoulos. An integrated approach to interactive and personalized TV advertising. Workshop on Personalization in Future TV, 2001. <http://www.di.unito.it/~liliana/UM01>.
- [73] Giorgos Lekakos and George Giaglis. Delivering Personalized Advertisements in Digital Television: A Methodology and Empirical Evaluation. Proceedings of the AH'2002 Workshop on Personalization in Future TV, pages 119–129, 2002. <http://www.di.unito.it/~liliana/TV02/completeProceedings.pdf>.
- [74] M. Lenz and A. Reich. *Digitales Fernsehen in der Praxis: der sichere Start in die digitale Zukunft*. Franzis, 1th edition, März 1999.
- [75] Y. Li, T. Zhang, and D. Tretter. An Overview of Video Abstraction Techniques. Technical report, HP Laboratory, 2001.

- [76] Julia Livaditi, Konstantina Vassilopoulou, Christos Lougos, and Konstantinos Chorianopoulos. Needs and Gratifications for Interactive TV Applications: Implications for Designers. Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'03), Januar 2003.
- [77] M. Lytras, C. Lougos, P. Chozos, and A. Pouloudi. Interactive Television and e-Learning Convergence: Examining the Potential of t-Learning. The European Conference on eLEARNING (ECEL), 2002.
- [78] J. Masthoff and L. Pemberton. Adaptive learning via interactive television. Proceedings of PEG 03 conference, 2003.
- [79] Mark T. Maybury. Personalcasting: Tailored Broadcast News. Workshop on Personalization in Future TV, 2001. <http://www.di.unito.it/~liliana/UM01>.
- [80] Brian McKernan (ed.) and John Rice (ed.). *Creating Digital Content*. McGraw-Hill Professional, 1th edition, Januar 2002. Jerry Whitaker: Chapter 19 - The Promise of Digital Interactive Television.
- [81] Bernard Merialdo, Kyung Tak Lee, Dario Luparello, and Jeremie Roudaire. Automatic construction of personalized TV news programs. Proceedings of the seventh ACM international conference on Multimedia (Part 1), pages 323–331. ACM, Mai 1999.
- [82] Siegbert Messmer. *Digitales Fernsehen in Deutschland*. Europäische Hochschulschriften Reihe 5. Lang, 2002.
- [83] Peter Meuleman, Anita Heister, Han Kohar, and Douglas Tedd. Double Agent - Presentation and Filtering Agents for a Digital Television Recording System. CHI 98 conference summary on Human factors in computing systems, pages 3–4. ACM, April 1998.
- [84] MHP Knowledge Project (MHP-KDB). D1: Analysis of the Current Situation, April 2004. <http://www.mhp-knowledgebase.org>.
- [85] Microsoft. *Platform overview*. MICROSOFT. Microsoft Windows Embedded Developer Center. <http://msdn.microsoft.com/embedded/getstart/devplat/stb>.
- [86] Microsoft. Strong support is growing for Interactive TV standard proposed by Microsoft and ATVEF co-founders. Mai 1999. <http://www.microsoft.com/presspass/features/1999/05-03itv.asp>.
- [87] Microsoft. *Platform overview*. MICROSOFT, Dezember 2001. Microsoft WHDC Home. <http://www.microsoft.com/whdc/archive/TVtech.msp>.

- [88] A. Miene, T. Hermes, and G. Ioannidis. Extracting Textual Inserts from Digital Videos. Proceedings of the Sixth International Conference on Document Analysis and Recognition, pages 1079–1083, September 2001.
- [89] Torsten Milde. *Videokompressionsverfahren im Vergleich*. dpunkt, 1995.
- [90] David M. Nichols. Implicit Rating and Filtering. Proceedings of 5 th DELOS Workshop on Filtering and Collaborative Filtering, pages 31–35, 1997.
- [91] Mark Nicklas. *Wettbewerb, Standardisierung und Regulierung beim digitalen Fernsehen*, volume 4 of *INFER Research Edition*. VWF, 2000.
- [92] Jakob Nielsen. TV Meets the Web. Jakob Nielsen’s Alertbox, 1997. <http://www.useit.com>.
- [93] Chandy Nilakantan and Kishore Manghnani. *Standard Handbook of Video and Television Engineering*, chapter 17.6. Content Distribution. McGraw-Hill Professional, 4th edition, Februar 2003. <http://www.tvhandbook.com>.
- [94] Gerard O’Driscoll. *The Essential Guide to Digital Set-top Boxes and Interactive TV*. Prentice Hall PTR, April 2000.
- [95] S. O’Modhrain and I. Oakley. Touch TV: Adding Feeling to Broadcast Media. Proceedings of the 1st European Conference on Interactive Television: from Viewers to Actors?, Dezember 2003. <http://www.brighton.ac.uk/interactive/euroitv/euroitv03/Proceedings.htm> (Awarded best paper in conference).
- [96] Open TV Inc. OpenTV MHP. Technical report. <http://www.opentv.com>.
- [97] Janne Orava and Mika Perttula. Interactive Digital TV in Europe. E-Content Report 7, Juni 2004.
- [98] Lyn Pemberton. The Potential of Interactive Television for Delivering Individualised Language Learning. Proceedings of the Future TV: Adaptive Instruction In Your Living Room, 2002. <http://www.it.bton.ac.uk/staff/jfm5/FutureTV>.
- [99] C. Penga and P. Vuorimaa. Digital Television Application Manager. International Conference on Multimedia and Expo, pages 1207– 1210. IEEE, August 2001.
- [100] Philippe Perrot. DVB-HTML - an optional declarative language within MHP 1.1. *EBU Technical Review*, September 2001. <http://www.ebu.ch>.
- [101] S. Pfeiffer, R. Lienhart, S. Fischer, and W. Effelsberg. Abstracting Digital Movies Automatically. *Journal on Visual Comm. Image Repres.*, 7:345–353, 1995.

- [102] Philips, Sony, Panasonic, and Nokia. *The cost of MHP in Television Receivers*. <http://www.broadbandbananas.com>.
- [103] Fabio Pittarello. Time-Pillars: a 3D Cooperative Paradigm for the TV Domain. Proceedings of the AH'2002 Workshop on Personalization in Future TV, pages 147–155, 2002. <http://www.di.unito.it/~liliana/TV02>.
- [104] Stefan Porteck. TV-Werbung automatisch entfernen. *c't Magazin*, 6, März 2005.
- [105] Charles A. Poynton. *Digital Video and HDTV*. Morgan Kaufmann, 1th edition, Januar 2003.
- [106] Alcina Prata, Nuno Guimaraes, and Piet Kommers. iTV Enhanced System for Generating Multi-Device Personalized Online Learning Environments. Proceedings of the AH'2004 Workshop on Personalization in Future TV, 2004. <http://www.di.unito.it/~liliana/TV04/FINAL>.
- [107] Celia Quico. Are communication services the killer applications for Interactive TV? or I left my wife because I am in love with the TV set. Proceedings of the 1st European Conference on Interactive Television: from Viewers to Actors?, 2003. <http://www.brighton.ac.uk/interactive/euroitv/euroitv03/Papers>.
- [108] Al Mamunur Rashid, Istvan Albert, Dan Cosley, Shyong K. Lam, Sean M. McNee, Joseph A. Konstan, and John Riedl. Getting to Know You: Learning New User Preferences in Recommender Systems. Proceedings of the 2002 International Conference on Intelligent User Interfaces, pages 127–134, 2002.
- [109] Uwe Rauschenbach, Jörg Heuer, and Klaus Illgner. Next-Generation Interactive Broadcast Services. 5th Workshop Digital Broadcasting, September 2004.
- [110] Ulrich Reimers. *Digital Video Broadcasting: The International Standard for Digital Television*. Springer, 1th edition, 2001.
- [111] J. B. Schafer, J. A. Konstan, and J. Riedl. E-Commerce Recommender Applications. volume 5 of *Data Mining and Knowledge Discover*, pages 115–152, 2001.
- [112] Marc Schneider. What is Teletext? Technical report, Philips Semiconductors Video Products, Juni 1994.
- [113] R. Sedlmeyer. Multimedia Home Platform - Standard 1.0.1. *Sonderdruck aus Fernseh- und Kinotechnik*, 2001.
- [114] Ganesh Sivaraman, Pablo Cesar, and Petri Vuorimaa. System Software for digital television applications. In *Proc. Int. Conf. Multimedia and Expo*, pages 22–25. IEEE, August 2001.

- [115] A. F. Smeaton, N. Murphy, N. E. O'Connor, S. Marlow, H. Lee, K. McDonald, P. Browne, and J. Ye. The fishlar digital video system: a digital library of broadcast TV programmes. Proceedings of the 1st ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries, pages 312–313, 2001.
- [116] D. Smith, R. Hall, and G. Norgett. Testing Data Broadcast and Multimedia Home Platform (MHP) services within the DVB multiplex. Technical report, Tektronix Cambridge. <http://www.broadcastpapers.com>.
- [117] B. Smyth and P. Cotter. A Personalized Television Listing Service. volume 43 of *Communications of the ACM*, pages 107–111. ACM, 2000.
- [118] Jason Steinhorn and Mark Kohler. Enhancing TV with ATVEF. *Embedded Systems Programming*, pages 55–64, Oktober 1999.
- [119] Ralf Steinmetz. *Multimedia-Technologie: Grundlagen, Komponenten und Systeme*. Springer, 3th edition, Juli 2000.
- [120] Marcelle A. Stienstra. Creating an Immersive Broadcast Experience. Proceedings of the ninth ACM international conference on Multimedia, pages 455–455, 2001.
- [121] V. Thoma and J. Nissler. Evaluation of a PC/ITV Interface for Online Services. Proceedings of the Active Web Conference '99, pages 121–123, 1999.
- [122] Peter Thomas. Browsing Video over the Web. *Ariadne Magazine*, 19, März 1999. <http://www.ariadne.ac.uk>.
- [123] Joshua Unterwood. Language Learning and Interactive TV. Proceedings of the Future TV: Adaptive Instruction In Your Living Room, 2002. <http://www.it.bton.ac.uk/staff/jfm5/FutureTV>.
- [124] Jeroen van Barneveld and Mark van Setten. Involving Users in the Design of User Interfaces for TV Recommender Systems. Proceedings of the UM 2003 Workshop on Personalization in Future TV, pages 22–25, 2003.
- [125] E. Vozalis and K.G. Margaritis. Analysis of recommender systems algorithms. Proceedings of the Sixth Hellenic-European Conference on Computer Mathematics and its Applications, September 2003.
- [126] VxWorks. *VxWORKS 5.x - Real-Time Operating System*. Wind River Systems. <http://www.windriver.com>.
- [127] John Watkinson. *The MPEG Handbook*. Focal Press, 2th edition, 2003.

- [128] John Zimmerman and Kaushal Kurapati. Exposing profiles to build trust in a recommender. CHI '02 extended abstracts on Human factors in computing systems, pages 508–509, 2002.

## **Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, daß ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt, nicht anderweitig zu Prüfungszwecken vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Sämtliche wissentlich verwendete Textausschnitte, Zitate oder Inhalte anderer Verfasser wurden ausdrücklich als solche gekennzeichnet.

Chemnitz, den 28. Juli 2005

---

Heß Jan