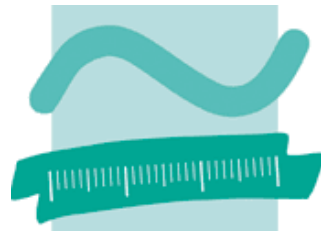


DVB GRUNDLAGEN

Dipl. Inform. (FH) Marco Kraus

DVB Grundlagen



2005

Wenn nicht explizit anders angegeben (z.B. Bildquellen)
© Copyright 2005 by Marco Kraus

Version vom 20.12.2005

Titel: DVB Grundlagen

Autor: Dipl. Inform. (FH) Marco Kraus
eMail: marco AT kraus PUNKT tk

Hochschule: Technische Fachhochschule Berlin
Satz: L^AT_EX 2_ε
Lektorat: Franziska Häger, Babette Wagner

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Abbildungsverzeichnis	3
1 Einleitung und Nutzungsrichtlinien	5
2 Technische Grundlagen	7
2.1 DVB Allgemein	7
2.2 Bandbreiten und Datenraten	9
2.3 DVB Spezifikationen	13
2.4 DVB Hardware	17
2.5 Interaktive Dienste	18
2.5.1 Allgemein	18
2.5.2 Entwicklung und Verbreitung	19
2.5.3 Technik	21
2.6 DVB unter Linux	23
3 Realisierung des EPG	25
3.1 Grundlagen des DVB-EPG	25
3.2 SI im Detail	27
3.3 EIT im Detail	30
4 Ausblick und Zukunft des digitalen Fernsehens	33
A Akronyme	37
B Bildquellen	41
Literaturverzeichnis	43

Abbildungsverzeichnis

2.1	Kammeffekt durch Halbbilder	10
2.2	Übertragungsvorgang DVB: Broadcaster	15
2.3	Übertragungsvorgang DVB: Konsumentenseite	15
2.4	Struktur eines MPEG TS Datenpakets	16
2.5	Struktur eines MPEG PES Datenpakets	16
2.6	USB 2.0 DVB Box der Firma Terratec	17
2.7	Full-Featured DVB-T Karte der Firma TechnoTrend	18
2.8	Interaktiver TED per MHP	19
2.9	Bild:Aufbau des MHP Stack	21
2.10	Bild:Aufbau des OpenTV Stack	22
3.1	EPG via OSD	26
3.2	Übersicht der DVB-SI Tabellen	29
3.3	Aufbau der EIT Sektion	30
4.1	Premiere Entwicklung 04/05	34
4.2	Siemens DVB-H Empfänger	36
4.3	UMTS TV bei Vodafone	36

Kapitel 1

Einleitung und Nutzungsrichtlinien

Dieses Dokument ist ein Auszug aus meiner Arbeit zur Entwicklung eines EIT basierendes EPG für die DVB Anwendung *Klear* unter Linux. Es kann daher Referenzen auf Kapitel und Bereiche enthalten, die hier in dieser Kurzfassung nicht enthalten sind. Über Hinweise bei Anschlussfehlern und falschen Referenzen würde ich mich freuen. Kommentare und Anregungen nimmt der Autor natürlich ebenso gerne entgegen.

Das Dokument wurde Ende 2005 geschrieben. Einige Anmerkungen (vor allem bei Ausblick und Zukunft) sind sicher bereits jetzt veraltet.

Dieses Dokument liegt in aktueller Fassung unter <http://www.kraus.tk> und ist © von Marco Kraus, wenn nicht explizit anders angegeben (siehe Bildequellen). Die Verarbeitung und Nutzung für private und Lehrzwecke gestattet. Abdruck und kommerzielle Nutzung nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Autors.

Kapitel 2

Technische Grundlagen

2.1 DVB Allgemein

DVB steht für Digital Video Broadcasting und gilt heute als Standard für die digitale Fernsehübertragung. DVB ist unabhängig vom eigentlichen Video- und Audiocodec. Die am weitesten verbreiteten Verfahren setzen heute jedoch noch auf MPEG2 Video und MPEG2 Audio. Welche DVB-Standards es gibt, und welche Eigenschaften diese haben, soll in folgender Kurzübersicht erklärt werden:

DVB-S:

Digitales Satellitenfernsehen. Wurde bereits Mitte der 90er Jahre eingeführt. Satellit war also der erste Übertragungsweg auf dem sich DVB und damit digitales Fernsehen etabliert hat. Seit 1998 sind praktisch alle Satellitenempfänger digital und somit DVB-fähig. Der technische Aufwand für den Empfang ist durch die Installation einer Satellitenanlage zwar deutlich größer als bei den anderen Verfahren, jedoch bietet DVB-S die größte Kanalauswahl (mehrere hundert Kanäle pro Satellit) und hat die größte Bandbreite. Die genutzten Kodierungsverfahren sind MPEG2 Video, MPEG2 Audio und bei Bedarf AAC.

DVB-T:

Digitales, terrestrisches Fernsehen. Wurde nach DVB-S zu Beginn des neuen Jahrtausends eingeführt (Betaphase seit 2001 in Berlin). Heute sind fast alle Ballungsgebiete in Norddeutschland abgedeckt, während es in Süddeutschland fast noch kein DVB-T gibt.

Die Video- und Audioverfahren basieren beide auf MPEG2 und ggf. AAC. Der Vorteil ist, dass kein technischer Aufwand zum Empfang betrieben werden muss und eine Empfängerbox mit kleiner Antenne ausreicht. Dafür ist die Bandbreite deutlich geringer als bei DVB-S und es werden nur ca. 20 Programme ausgestrahlt.

DVB-C:

Digitales Kabelfernsehen. Dieser DVB-Standard fristet noch ein Nischendasein in Deutschland. Seit einigen Jahren versuchen sich zwar verschiedene Firmen, allen voran Kabel Deutschland, an der Etablierung von DVB-C, jedoch ist noch nicht von einem Durchbruch zu sprechen. DVB-C setzt wie DVB-S und -T noch auf MPEG2 bei den Codecs, und liegt von der Bandbreite besser als terrestrisches, aber schlechter als Satelliten-Fernsehen. Der Aufwand für den Empfang ist gering, da oftmals Kabelfernsehen in der Wohnung liegt. Kabelbetreiber verlangen jedoch eine monatlich zu entrichtende Grundgebühr.

DVB-H:

Digitales mobiles Fernsehen. Dieser recht neue Standard setzt prinzipiell auf der DVB-T Technologie auf. Um die mobilen Endgeräte weniger zu belasten und Bandbreite zu sparen wurde als Videocodec H.264 gewählt und eine verbesserte Fehlerkorrektur eingeführt. Zusätzlich sind DVB-H Empfänger und Sender durch vordefinierte Zeitintervalle besser aufeinander abgestimmt, so dass zwischen den Paketen die Empfangsleistung reduziert und somit Strom gespart werden kann (das so genannte Time-slicing-Verfahren). Leider sind Hardwaredecoder für H.264 gerade erst in Planung. Außerdem gibt es bisher nur ein Testprogramm im Ballungsgebiet Berlin das DVB-H sendet. Die DVB-H Systeme von T-Systems auf der IFA2005 wurden alle auf leistungsstarken Handheld Computern mit Softwaredecodierung ausgestellt. Diese Geräte liefen ohne Stromversorgung maximal eine Stunde.

Wenn das System irgendwann mit Hardwaredecoder in den Produktivbetrieb geht, dann sind Auflösungen und Datenraten von 360×288 (CIF) mit 384 KBit/s oder 180×144 (QCIF) mit 128 KBit/s angedacht. Damit ist aber nicht vor 2007 zu rechnen. Nach Auskunft von T-Systems ist DVB-H zur Fußball WM 2006 nur im Testbetrieb möglich.

DVB-S2:

Digitales Satellitenfernsehen in der 2. Generation. Wie DVB-H ist diese Technik noch in der Entwicklung. Sie wurde im März 2005 zum Standard ETSI EN 302 307 erklärt. DVB-S2 wurde entwickelt um HDTV zu etablieren, das ein größeres und höher aufgelöstes Bild mit 1.920×1.080 Pixel definiert.

DVB-S2 setzt auf die DVB-S-Technologie auf, nutzt aber H.264/MPEG4-AVC¹ als Videocodec und AAC für Audio.

Das erste HDTV Programm "Euro1080", das als Testkanal für DVB-S2 und HDTV gilt, sendet zwar in HDTV Auflösung, jedoch nur MPEG2 komprimiert. Die Sendeanstalten sind sich einig, dass HDTV über DVB-S2 in Zukunft mit MPEG4 komprimiert sein soll. Die bisher auf dem Markt erhältlichen HDTV Receiver sind jedoch noch nicht MPEG4-fähig² (Stand: November 2005). Premiere wollte ursprünglich im Oktober 2005 mit speziellen "HighDefinition" Sportkanälen starten. Der Start hat sich dann wegen mangelnder MPEG4-fähiger Receiver für die Endverbraucher auf den 03. Dezember verschoben³. Leider sind auch dann nur wenige tausend Systeme verfügbar und es werden nur Bestandskunden von Premiere mit Voranmeldung beliefert⁴. Es ist abzusehen, dass sich DVB-S2/HDTV innerhalb kürzester Zeit verbreitet. HDTV Fernsehgeräte gibt es ja bereits länger, nun bleibt nur noch auf die schnelle Verbreitung der passenden Receiver zu hoffen.

2.2 Bandbreiten und Datenraten

Bei der Analogtechnik war es so, dass eine Frequenz z.B. im Kabelnetz einem Programm und somit einem Kanal entsprach. Erst durch die Komprimierung von Datenströmen ist es möglich eine Frequenz, die zuvor durch nur ein Analogprogramm besetzt war viel effektiver zu nutzen. Als Beispiel dient hier DVB-T, wo in einer ehemaligen analogen Programmbandbreite jetzt vier digitale Kanäle untergebracht werden. Die komprimierte Übertragung von Daten und damit die Möglichkeit des Angebots einer viel höheren Anzahl der Programmkanäle, ist also das eigentliche Erfolgsrezept von DVB.

Im Rahmen dieser Arbeit wird nicht detailliert auf die Komprimierungsformen und -Algorithmen von Analog- und Digitalfernsehen eingegangen, denn dies würde die bereits umfangreiche Dokumentation sprengen. An dieser Stelle werden jedoch die wesentlichen Grundlagen für das DVB Verständnis erläutert.

¹H.264 wurde von der Internationalen Fernmeldeunion (Kurz: ITU) entwickelt. Bei ISO-MPEG lautet der Name des Codecs aber MPEG4-AVC (Advanced Video Codec) und ist Teil 10 des MPEG4 Standards. Daher sind beide Namen gebräuchlich.

²Quelle <http://www.hifi-regler.de/hdtv/hdtv-einsteiger.php>

³Quelle: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/65419>

⁴Quelle: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/66219>

Die Fernsehübertragungstechnik nutzt die Trägheit des menschlichen Auges. Es werden also nur soviel Bilder übertragen, wie nötig sind um dem menschlichen Auge eine flüssige Bewegung vorzutäuschen. Beim Kino sind das 24 Bilder/s, bei PAL⁵ 25 Bilder/s und bei NTSC 29,5 Bilder/s.

25 Vollbilder pro Sekunde (für PAL) in voller Auflösung von 576 Zeilen x 704 Bildpunkten (nicht-quadratische Pixel, bei einem Seitenverhältnis von 4:3) stellen aber immernoch eine große Datenmenge für die Übertragung dar.

Daher macht man sich auch Halbbilder zu Nutze, das so genannte Interlacing-Verfahren. Es werden nämlich keine Vollbilder übertragen, sondern nur Halbbilder mit jeder zweiten Zeile eines Bildes. Ein Bild enthält die geraden Zeilen, das darauffolgende Bild die ungeraden Zeilen. Bedingt durch die Trägheit des Auges, den niederen Bildwiederholungsfrequenzen des Fernsehapparates und dem Nachleuchten der Bildpunkte auf dem Bildschirm, erkennt der Mensch keinen Unterschied zum Vollbild, obwohl nur die Hälfte der Informationen übertragen wird.

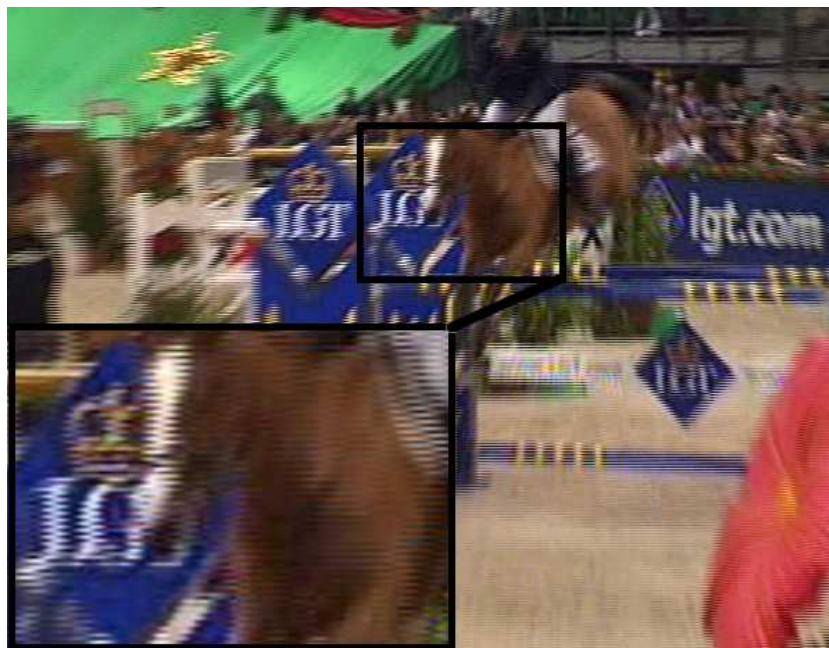


Abbildung 2.1: Kammeffekt durch Halbbilder

⁵Der Begriff PAL beschreibt ein Farbübertragungssystem [ITURBT470]. Zudem gibt es das Bildformat PAL, das sich daraus ableitet und 704x576 Bildpunkte misst. In den meisten Fällen ist heutzutage mit dem Begriff PAL eher die Bildgrössendefinition gemeint

Erst bei einer höheren Bildwiederholungsfrequenz (wie beispielsweise am Computermonitor) ist ein Kammefekt die Folge (vgl. Abb. 2.1), da sich der Zeilensprung mit bloßen Augen erkennen lässt. Dies wird softwaretechnisch gelöst, indem man mit einem "Deinterlacing"-Filter die Zeilen einfach verdoppelt.

Die analoge Übertragungsform ist F-BAS. Das heißt:

- *F* (Farbsignal) Rot, Grün und Blau werden in einem Signal zusammengefasst
- *B* (Bildsignal) Helligkeit wird durch eine definierte Spannung festgelegt
- *A* (Austastsignal)
- *S* (Synchronisation)

Durch das Zusammenfassen der Farbsignale als YUV/Composite (U und V; aus 2 Signalen kann der dritte RGB Wert immer berechnet werden) wird die Bandbreite nochmal deutlich reduziert. Dazu kommt dann noch ein Stereosignal, und so ergibt sich eine Bandbreite von etwas über 6 MHz für ein Programm im Analogbereich [ITURBT470].

Nun kam das digitale Fernsehen. Digital gesehen benötigen gesendete Informationen eine Datenrate, also eine Menge von Daten pro Sekunde, aus der sich die Bandbreite bzw. das belegte Frequenzspektrum ergibt. Ziel war es also bei DVB eine Sendefrequenz für mehrere Programme zu nutzen. Dazu müssen die Daten digital komprimiert werden. DVB bestimmt zwar keinen Codec für Audio und Video, jedoch hat sich im Moment MPEG2 durchgesetzt. In Zukunft wird ihn voraussichtlich H.264 als Videokompressionsverfahren ablösen.

Die MPEG Komprimierung erfolgt in mehrere Stufen. Zum Einen werden Farbwerte in einem kleineren Verhältnis als Helligkeitspunkte verteilt, weil das menschliche Auge Farbe schlechter wahrnehmen kann als Helligkeit. Zum Anderen wird das Bild durch eine diskrete Kosinustransformation so geordnet, dass mittels einer Quantisierungstabelle eine Rundung von Informationen zur Datenreduktion führt.

Die Bandbreite bei DVB-T ist heutzutage in 7-8 MHz eingeteilt.

Die dazugehörigen Datenraten[ITURBT601] für verschiedene Auflösungen und Kompressionen sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

Bildgröße	Komprimierung	Datenrate
PAL	unkomprimiert	324 MBit/s
MPEG2 PAL	digital komprimiert	3-5 MBit/s (variable Bitrate)
HDTV	unkomprimiert	829 MBit/s
MPEG2 HDTV	digital komprimiert	22-27 MBit (VBR)
H.264 HDTV	digital komprimiert	4-10 MBit/s (variable Bitrate)

Beispiel: Sendefrequenzen von DVB-T in Berlin:

Kanal	Frequenz	Datenrate
5	177,5 MHz	14,51 MBit/s
7	191,5 MHz	12,90 MBit/s
25	506 MHz	14,75 MBit/s
27	522 MHz	14,75 MBit/s
33	570 MHz	14,75 MBit/s
44	658 MHz	14,75 MBit/s
56	754 MHz	14,75 MBit/s
59	778 MHz	14,75 MBit/s

Bei DVB-T, -S und -C wird MPEG2 PAL verwendet. Eine Bandbreitenmessung auf meinem System für einen Videostrom im DVB-T Netz Berlin für das Programm VOX bestätigt diese Werte in der Praxis:

Listing 2.1: Bandbreitenmessung

```

1 marco@discordia:~$ dvbsnoop -s bandwidth 546
2 dvbsnoop V1.3.77 -- http://dvbsnoop.sourceforge.net/
3
4 -----
5 PID bandwidth statistics...
6 PID: 546 (0x0222)
7 -----
8 packets read: 1/(3) d_time: 0.001 s = 1504.000 kbit/s (Avrg: 4512.000 kbit/s)
9 packets read: 1/(4) d_time: 0.001 s = 1504.000 kbit/s (Avrg: 6016.000 kbit/s)
10 packets read: 1/(5) d_time: 0.001 s = 1504.000 kbit/s (Avrg: 3760.000 kbit/s)
11 packets read: 1/(6) d_time: 0.001 s = 1504.000 kbit/s (Avrg: 4512.000 kbit/s)
12 packets read: 1/(7) d_time: 0.001 s = 1504.000 kbit/s (Avrg: 5264.000 kbit/s)
13 packets read: 1/(10) d_time: 0.001 s = 1504.000 kbit/s (Avrg: 5013.333 kbit/s)
14 packets read: 1/(13) d_time: 0.001 s = 1504.000 kbit/s (Avrg: 4888.000 kbit/s)
15 packets read: 1/(16) d_time: 0.001 s = 1504.000 kbit/s (Avrg: 4812.800 kbit/s)
16 packets read: 1/(17) d_time: 0.001 s = 1504.000 kbit/s (Avrg: 5113.600 kbit/s)
17 packets read: 1/(18) d_time: 0.001 s = 1504.000 kbit/s (Avrg: 4512.000 kbit/s)
18 packets read: 1/(19) d_time: 0.001 s = 1504.000 kbit/s (Avrg: 4762.667 kbit/s)
19 packets read: 1/(20) d_time: 0.001 s = 1504.000 kbit/s (Avrg: 5013.333 kbit/s)
20 packets read: 1/(21) d_time: 0.001 s = 1504.000 kbit/s (Avrg: 4512.000 kbit/s)
21 packets read: 1/(22) d_time: 0.001 s = 1504.000 kbit/s (Avrg: 4726.857 kbit/s)

```

Ein analoges FBAS Signal belegte früher also einen Frequenzbereich von 6 MHz, ein DVB-T Kanal mit vier Programmen und extra Daten belegt 7-8 MHz. Wie diese Kanäle mit den Programmen aufgebaut sind wird im Folgekapitel genauer erläutert.

Daraus ergeben sich also grob folgende Datenraten:

DVB	Programme pro Kanal	Gesamtdatenrate pro Kanal
DVB-S	5-10	40 MBit/s Gesamtkapazität/Frequenz
DVB-C	5-10	40 MBit/s Gesamtkapazität/Frequenz
DVB-T	2-4	13-20 MBit/s Gesamtkapazität/Frequenz

2.3 DVB Spezifikationen

Durch die Komprimierung und Eigenarten der digitalen Übertragungstechnik von DVB hat sich auch das Konzept der Kanalverteilung im Äther geändert. Früher kam das Analogsignal als fertiges Audio- und Videosignal (in zwei unterschiedlichen Frequenzbereichen) beim Endverbraucher an. Eine Auswahl von Video oder Audio-Signalen und das Hinzufügen von weiteren Informationen war bei dieser Technik nur sehr schwer möglich. Bei DVB ist dies nun anders.

Ein Kanal entspricht einer Frequenz im Äther. Jedoch beinhaltet dieser Kanal nicht ein fertig gemultiplextes⁶ Programm, sondern eine Vielzahl von Video-, Audio- und Datenströme mit Service-Informationen. Um die zu verdeutlichen nennt man den Kanal auch Bouquet (frz.: Bund, Bündel). Die Einzelströme werden auch *Packetized Elementary Streams* (kurz: PES) genannt. *Packetized*, da die meisten Einzelströme (üblicherweise in 64K Blöcke) gestückelt sind. Um genau zu sein sind nur die Service Informationen nicht paketisiert; diese sind in Sektionen eingeteilt (mehr dazu im Abschnitt 3.2). Die Einzelströme und deren Aufteilung sind ein Teil des MPEG Standards, daher werden sie oft auch (kurz) MPEG PES genannt. Diese Struktur wird nochmal in Abbildung 2.2 ff. ab Seite 15 verdeutlicht.

Listing 2.2: Aufteilung eines Bouquet

```

1 marco@discordia:~$ dvbsnoop -s pidscan
2 dvbsnoop V1.3.77 -- http://dvbsnoop.sourceforge.net/
3
4 -----
5 Transponder PID-Scan...
6 -----
7 PID found: 544 (0x0220) [SECTION: Program Map Table (PMT)]
8 PID found: 545 (0x0221) [PES: ITU-T Rec. H.262 | ISO/IEC 13818-2 or ISO/IEC 11172-2 video stream]
9 PID found: 546 (0x0222) [PES: ISO/IEC 13818-3 or ISO/IEC 11172-3 audio stream]
10 PID found: 547 (0x0223) [PES: ISO/IEC 13818-3 or ISO/IEC 11172-3 audio stream]
11 PID found: 551 (0x0227) [PES: private_stream_1]
12 PID found: 552 (0x0228) [SECTION: MHP- Application Information Table (AIT)]
13 PID found: 554 (0x022a) [SECTION: DSM-CC - Download Data Messages (DDB)]
14 PID found: 555 (0x022b) [SECTION: DSM-CC - Download Data Messages (DDB)]
15 PID found: 556 (0x022c) [SECTION: DSM-CC - Download Data Messages (DDB)]
16 PID found: 557 (0x022d) [SECTION: DSM-CC - U-N messages (DSI or DII)]
17 PID found: 559 (0x022f) [PES: private_stream_1]
18 PID found: 560 (0x0230) [SECTION: Program Map Table (PMT)]
19 PID found: 561 (0x0231) [PES: ITU-T Rec. H.262 | ISO/IEC 13818-2 or ISO/IEC 11172-2 video stream]
20 PID found: 562 (0x0232) [PES: ISO/IEC 13818-3 or ISO/IEC 11172-3 audio stream]
21 PID found: 567 (0x0237) [PES: private_stream_1]
22 PID found: 592 (0x0250) [SECTION: Program Map Table (PMT)]
23 PID found: 593 (0x0251) [PES: ITU-T Rec. H.262 | ISO/IEC 13818-2 or ISO/IEC 11172-2 video stream]
24 PID found: 594 (0x0252) [PES: ISO/IEC 13818-3 or ISO/IEC 11172-3 audio stream]
25 PID found: 599 (0x0257) [PES: private_stream_1]
26 marco@discordia:~$

```

Um diese einzelnen Informationen verarbeiten zu können, müssen solche Ströme eindeutig im Kanal identifizierbar sein.

⁶Multiplexing ist ein Verfahren der Nachrichtentechnik um mehrere Informationen gleichzeitig auf einem Kanal zu übertragen. Vgl.: <http://de.wikipedia.org/wiki/Multiplexverfahren>

Dies geschieht über die *Packet Identification* Nummer. Wenn man also eine Frequenz wählt, und z.B. auf die PID 0x11 einen Filter einstellt, so werden alle Daten der *Service Description Table* (SDT; Informationen zum aktuellen Programm) gelesen.

Welche PIDs es für Service Informationen sonst noch gibt, erläutere ich ab Kapitel 3.2 bei der Detailbesprechung von SI. Die Daten zur Video- und Audioidentifikation sind in einem Netzwerk immer eindeutig. Im Berliner DVB-T Netz hat beispielsweise das Programm RTL immer die Video PID 337 und Audio PID 338. In einem Kanal werden die Datenströme aber von allen Programmen gemeinsam genutzt. Das Beispiel SDT hat daher für alle Programme im Kanal die PID 0x11. Wenn man also nur die SDT Daten von einem Programm haben möchte, dann reicht es nicht aus auf die PID 0x11 zu filtern, da dann alle Informationen aller Programme in dem Kanal (bei DVB-T bis zu 4, bei DVB-S bis zu 10) angezeigt werden. Die Unterscheidung der Programme in einem gemeinsam genutzten Strom wird dann über die ServiceID realisiert. Dies ist nur bei Tabellen sinnvoll, die auch wirklich programmspezifische Untertabellen haben. Diese ServiceIDs sind für jedes Programm im Sendebereich eindeutig. In diesem Beispiel hat RTL für DVB-T in Berlin die ServiceID 16405.

Wie kommen nun die einzelnen Ströme zum Endverbraucher ? Wie werden darin die anderen Nutzdaten gekapselt, wie sie zum Beispiel für das DVB EPG nötig sind ?

Im letzten Abschnitt wurde die Kanalverteilung von DVB erläutert. Ein Bouquet bei DVB besteht wie beschrieben aus einer Vielzahl von Einzelströmen. Das Problem dabei ist, dass diese einzelnen Elemente nicht einzeln übertragen werden können, da sie sich als Bouquet ja eine Sendefrequenz teilen. Sie müssen also zusammen zu einem neuen Transportstrom gemultiplext werden. Dieser Container wird dementsprechend auch *Transport Stream* genannt. Der Transport Stream ist eine Spezifikation in MPEG2, daher heißt er in Kurzform auch *MPEG TS*. Neben MPEG TS als Trägerstrom gibt es im MPEG2-Standard auch noch den so genannte *Program Stream* (MPEG PS). Ohne zu sehr auf auf MPEG PS eingehen zu wollen ist prinzipiell zu sagen, dass MPEG TS fehlertolerant ist, dafür aber mit einer festen Paketgröße gesendet werden muss. MPEG PS dagegen ist zwar dynamischer in der Paketlänge, aber dafür kaum resistent gegen Störungen. Deswegen kommen auf einem unsicheren Übertragungsweg wie bei DVB immer MPEG TS zum Zug, während bei Übertragungen auf einem Bus (Festplatten, Laufwerke, etc.) immer PS genutzt wird.

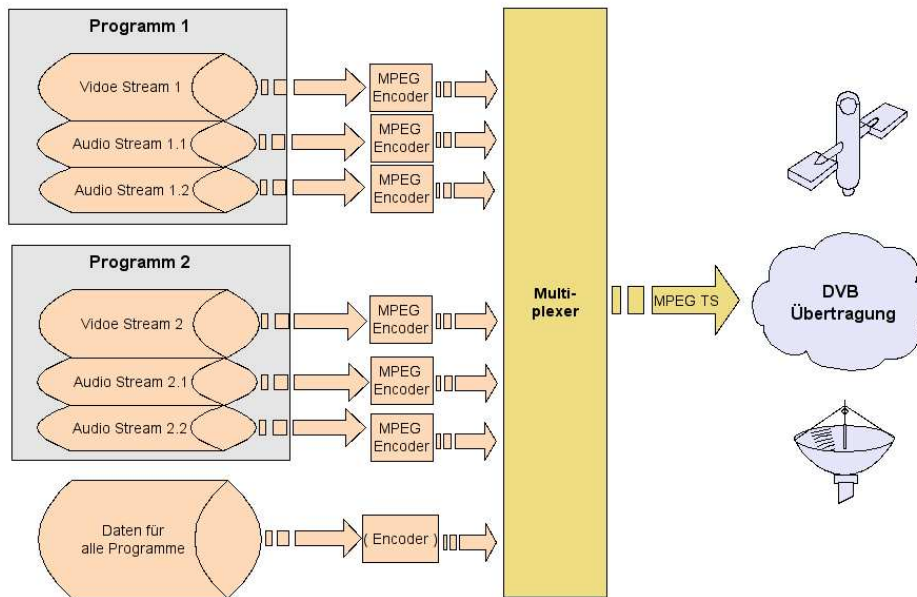


Abbildung 2.2: Übertragungsvorgang DVB: Broadcaster

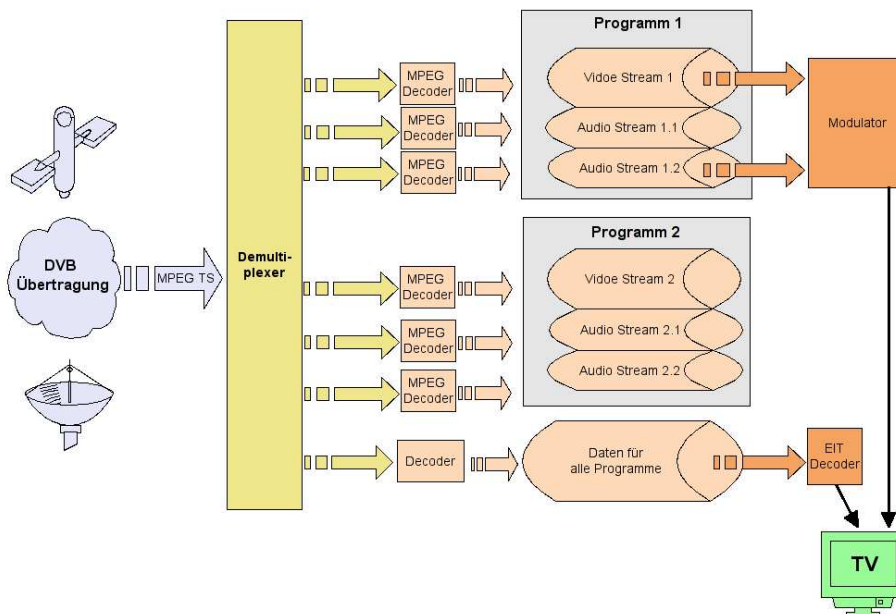


Abbildung 2.3: Übertragungsvorgang DVB: Konsumentenseite

Beim Endverbraucher kommt mit DVB ein MPEG TS Strom an, der alle anderen Ströme des Kanals in sich trägt. Diese Einzelströme werden dann (wie schon beschrieben) anhand der PID wieder demultiplext und weiterverarbeitet.

Wie sieht nun der Aufbau von MPEG TS genau aus ? Wie sind die Daten darin gekapselt ?

Das Grundsätzliche bei MPEG TS ist, dass der Transport Stream bei der Übertragung immer in genau 188 Byte große Stücke geteilt wird. Diese Stücke (der so genannte Payload) enthalten, neben einem obligatorischen Paketheader, 184 Byte an Daten (also die gemultiplexten PES).

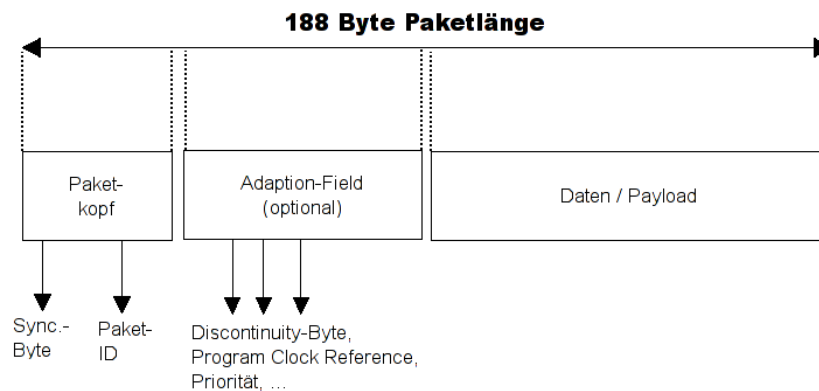


Abbildung 2.4: Struktur eines MPEG TS Datenpakets

In den Payload-Bereichen werden die PES Pakete der Einzelströme eingefügt. Diese PES Pakete sehen wie folgt aus:

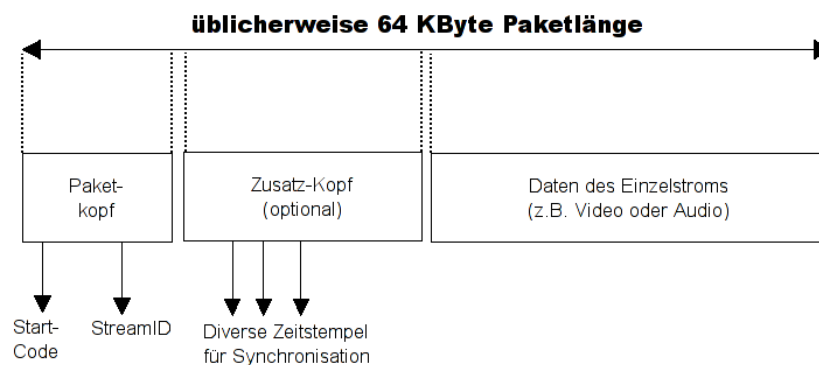


Abbildung 2.5: Struktur eines MPEG PES Datenpakets

Es ist offensichtlich, dass sich die Paketstrukturen sehr ähneln, jedoch ist das MPEG TS Paket in seiner Datenlänge festgeschrieben (188 Byte), während die Datenpakete der Elementary Streams zwar meist 64K groß sind, dies jedoch aber nicht zwingend vorgeschrieben ist.

Die Struktur der PES ähnelt also eher denen des Trägerformats MPEG PS. Daher wird der MPEG PS Datenstrom auch oft als kompatibler zum *normalen* MPEG2 empfunden. Der Windows Media Player kommt zum Beispiel nur mit MPEG PS zurecht, daher konvertieren fast alle Windows DVB-Anwendungen bei der Aufzeichnung das eigentliche MPEG TS in MPEG PS, was natürlich eine höhere Systemlast zur Folge hat.

2.4 DVB Hardware

Die MPEG TS Ströme müssen anschliessend beim Konsumenten nur verarbeitet und ausgegeben werden. Dabei unterscheidet man zwischen alleinstehenden DVB-Systemen, den so genannten Settop Boxen (STB) und DVB Erweiterungssystemen für den Computer. Bei modernen Boxen mit Festplattenrecorder ist der Receiver selbst schon ein Computer mit komplexem Betriebssystem und entsprechend langsamem Bootvorgang.

Bei den Computererweiterungen gibt es drei Systeme. Zum Einen die internen PCI-Karten, zum Anderen eine DVB Karte in PCMCIA Format und zu Letzt eine DVB-Box die per USB an den Computer angeschlossen werden kann.



Abbildung 2.6: USB 2.0 DVB Box der Firma Terratec

Vor allem bei den USB Boxen muss man leider etwas aufpassen. Die Mindestvoraussetzung für die Box sollte USB 2.0 sein. Es kam in der Vergangenheit leider mehrfach vor, dass externe USB Systeme am USB 1.1 (12 MBit) Probleme hatten. Zwar konnte vom DVB Kern des Betriebssystems die Box angesprochen werden, jedoch konnte die Hardware nicht die kompletten Kanalinformationen an den Computer übertragen, da die USB Bandbreite nicht ausreichte. Mit USB 2.0 (480 MBit) sind diese Probleme nicht mehr vorhanden.

Ein noch viel wichtigerer Unterschied zwischen den Systemen als "intern" oder "extern" ist aber die Frage, ob die DVB Karte/Box ein *Full Featured*- oder ein *Budget*-System ist. Full Featured (manchmal auch

gerne als "Premium"-Typ verkauft) bedeutet, dass die Karte einen MPEG Decoderchip besitzt und die MPEG Decodierung per Hardware vornimmt. Dies entlastet das Computersystem enorm, da die MPEG Decodierung die Hauptarbeit darstellt.



Abbildung 2.7: Full-Featured DVB-T Karte der Firma TechnoTrend

DVB Systeme in Form von Settop Boxen enthalten generell Full Featured Karten (ein größeres Computersystem für die MPEG Decodierung wäre sicherlich teurer in der Herstellung). Bei den PCI Karten ist der Markt zwei geteilt. Es wird empfohlen immer die Full Featured Karten zu wählen. PCMCIA-Karten und USB-Boxen sind jedoch leider ausschließlich Budget-Systeme, also ohne MPEG Decoder-Chip.

2.5 Interaktive Dienste

2.5.1 Allgemein

Im Zusammenhang mit DVB hört man immer wieder die Begriffe MHP (Multi-media Home Platform) und OpenTV, die bekanntesten Standards um Zusatzinformationen anzuzeigen und sogar Interaktionen beim digitalen Fernsehen zu ermöglichen. Diese Verfahren sind Konzepte, um Daten zwischen Sender (Broadcaster) und Empfänger (Konsument) über die DVB Übertragungsstrecke auszutauschen. Bei Interaktionen erfordert dies einen Rückkanal, der über verschiedene Lösungsansätzen mittels ISDN, DSL, GSM oder UMTS realisiert werden kann. Zur Zeit wird jedoch in Deutschland von dieser Möglichkeit kaum Gebrauch gemacht.



Abbildung 2.8: Interaktiver TED per MHP

Zusatzinformationen können dabei sehr unterschiedliche Daten darstellen. Einige Beispiele für Mehrinformationen die übertragen werden können sind: ein erweitertes EPG (Schauspielerdatenbank, Trailer, Bilder), Spiele, zielgerichtete Werbung, Serviceinformationen (Veranstaltungshinweise, Kinotipps, Börsen Nachrichten), und so weiter. Aber auch interaktive Systeme (eben mit einem installierten Rückkanal) sind möglich. Zum Beispiel Onlineshops, Onlinespiele, Televoting, Onlinewetten und Gewinnspiele, etc. Es gibt heutzutage eine Vielzahl von Firmen, die sich nur mit der Entwicklung von Szenarien für interaktives Fernsehen beschäftigen.

2.5.2 Entwicklung und Verbreitung

Wie bei fast allen modernen Technologien (siehe DVD-R/DVD+R, VHS/Beta-Max, PAL/NTSC, etc) sind beide Systeme konkurrierend und nicht kompatibel zueinander. OpenTV ist das etwas ältere System und hat sich bereits in Großbritannien und den USA etabliert. OpenTV wurde von der amerikanischen Firma OpenTV Inc. entwickelt und hat nach eigenen Angaben 57 Millionen OpenTV-fähige STB in 96 Ländern als Kunde. OpenTV wurde auch in Deutschland von der ARD ausgestrahlt, bis es komplett von MHP abgelöst wurde.

MHP wird seit Ende der 90er Jahre hauptsächlich von Prof. Dr. Ulrich Reimers an der Universität Braunschweig entwickelt. Reimers ist aktives Mitglied des DVB Konsortiums und dort für die technischen Module verantwortlich. MHP wurde im Jahr 2000 zum ETSI Standard und 2001 in der Praxis eingeführt, konnte sich aber bis heute nicht richtig durchsetzen. In Deutschland sind beispielsweise nur 0.1% aller DVB Empfänger überhaupt MHP-fähig⁷. Die Ausnahmen sind Italien und Südkorea. Laut MHP.org sind 3,7 Millionen MHP Receiver weltweit im Umlauf, davon 3,4 Millionen alleine in Italien und Korea⁸. In Italien gibt es MHP aber nur, weil dort die MHP-Boxen mit je 120 Euro (Jahr 2004) bzw. 70 Euro (Jahr 2005) subventioniert werden⁹. Dass Berlusconi in Italien nicht nur Präsident, sondern auch der größte Medienunternehmer des Landes ist, spricht dabei für sich. Diese Subventionen werden daher gegenwärtig von einer EU-Kontrollkommission untersucht.

Warum tut sich aber MHP so schwer ? Zum Einen liegt es sicherlich daran, dass ohne einen sofort und einfach verfügbaren Rückkanal, z.B. über eine permanent verfügbare Internetverbindung, keine wirklich interessanten interaktiven Applikationen angeboten werden können. Selbst durch die Verbreitung von DSL ist die Kopplung von anderen technischen Geräten an das Internet immernoch keine Selbstverständlichkeit. Andererseits mangelt es auch seitens der Privatsender an Unterstützung. Die ARD hat 8 Sendungen mit MHP-Unterstützung im Programm, das ZDF 4. RTL sendet das Wetter und "Wer wird Millionär" mit MHP Zusatzinformationen. Als letzter Grund für die mangelnde Verbreitung von MHP sind sicherlich die fehlenden Konzepte und Szenarien zu nennen. In den USA ist Onlinewetten und in Großbritannien Teleshopping per OpenTV ein lukrativer Markt; sowohl für die Konsumenten als auch für die Anbieter. Dies ist in Deutschland noch lange nicht abzusehen. Neben den eigentlichen Sendeanstalten gibt es keine Drittanbieter von MHP Inhalten. Ohne wirklich Mehrnutzen gegenüber DVB-EPG und Videotext wird sich MHP weiterhin sehr schwer tun. Nur durch interessante Anwendungen und wirklichen Nutzen für den Zuschauer wird sich das Konzept durchsetzen können.

⁷Quelle: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/57952>

⁸Quelle: http://www.mhp.org/about_mhp/who_is_using_mhp

⁹Quelle: http://www.digitalfernsehen.de/news/news_49928.html

2.5.3 Technik

Das grundlegende Konzept beider Systeme ist eigentlich sehr ähnlich. Ein spezieller (und dem jeweiligen Standard entsprechender) Datenkanal wird beim Broadcaster mit in den MPEG TS Strom eingebettet. Der Konsument der jeweiligen Technik muss über einen Receiver verfügen, der diesen Standard implementiert. Dieser liest dann den Datenkanal aus und verarbeitet die Daten.

Meist sind dies Zusatzanwendungen, die dann über eine Middleware (die auf dem Receiver installiert sein muss) gestartet und angezeigt werden. Bei MHP ist diese Middleware ein Java-Kern, bei OpenTV wurde diese Implementierung in C vorgenommen.

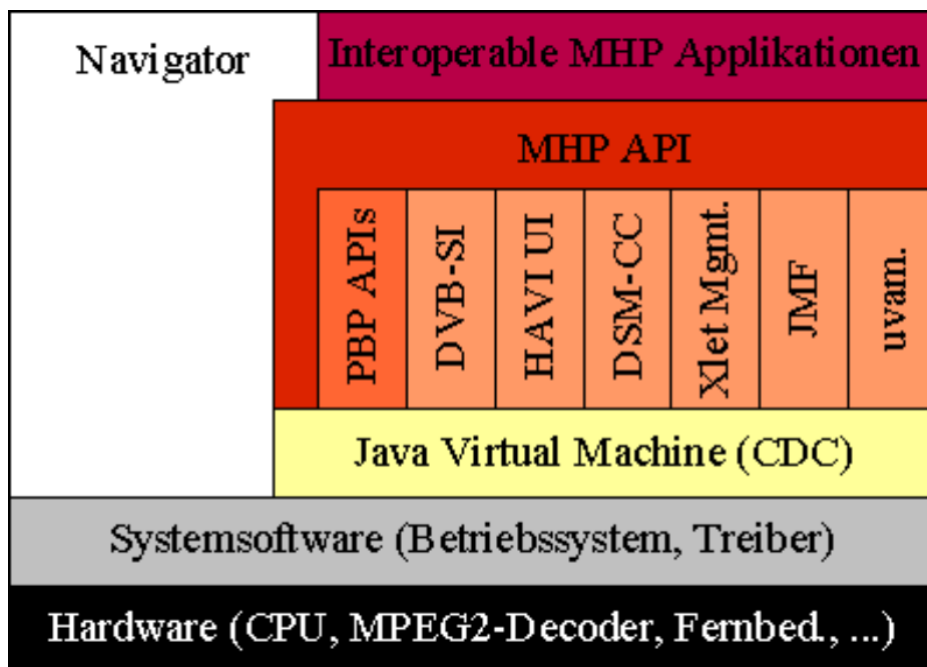


Abbildung 2.9: Bild:Aufbau des MHP Stack

Die MHP Middleware kann dann zwei Arten von Anwendungsklassen anzeigen. Zum Einen reine DVB-J Anwendungen, also normale Javaklassen die die MHP API implementieren und zum Anderen DVB-HTML, also XHTML Seiten mit eingebetteten Javacode [ETSI102812] (seit MHP 1.1).

OpenTV hingegen ist bei der Anzeigeform etwas flexibler. Neben C-Anwendungen und HTML Seiten sind auch Flash- und Java-Applikationen möglich. Durch das modulare Konzept des Kerns gibt es für OpenTV sogar eine MHP-Erweiterung.

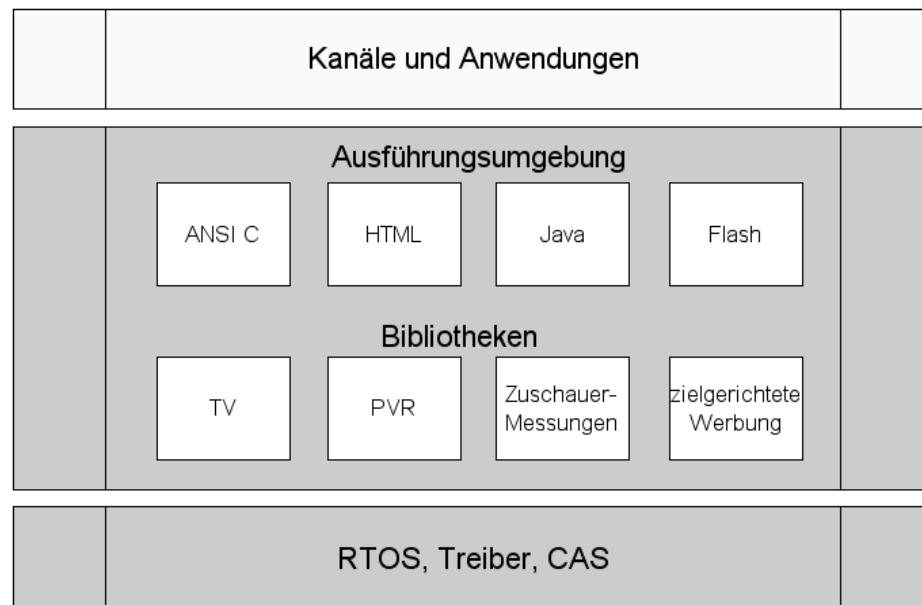


Abbildung 2.10: Bild:Aufbau des OpenTV Stack

Sowohl bei MHP wie auch bei OpenTV sind die Middleware-Kerne und die Authoringtools für die Anwendungen eher für kommerzielle Anbieter gedacht. Marktführer bei den MHP-Kernen ist Alticast mit ca. 1.5 Mio. verkaufter Lizenzen. Entwickler von freier Software können sich seit kurzem an einer *Open Source* Version der Middleware mit dem Namen OpenMHP¹⁰ erfreuen. Freie Autorensoftware existiert bislang nicht.

Es gibt noch viele weitere Standards neben den zwei oben erwähnten Systemen. Aber nur Insidern dürften wohl MHEG (Multimedia and Hypermedia Expert Group) und der dazu gehörige Standard MHEG-5, sowie ATVEF, Liberate oder Mediahighway ein Begriff sein. Letzteres ist eine Entwicklung der Franzosen (Chanal+, 1995) und ist heute kompatibel zu MHP.

¹⁰Quelle: <http://www.OpenMHP.org>

2.6 DVB unter Linux

Fast das komplette DVB Subsystem des Linuxkerns geht auf die Arbeit der Firma Convergence aus Berlin, bzw. deren freie Mitarbeiter zurück. Dabei hervorzuheben sind sicherlich die Brüder Dr. rer. nat. Marcus O.C. Metzler und Dr. rer. nat. Ralph J. K. Metzler, die die DVB API entwickelt haben. Dies ist die Schnittstelle für alle Linux DVB-Anwendungen. Diese API ermöglicht die Kommunikation mit den vom DVB-System unterstützten Geräten. Das DVB-Subsystem fand erstmals in der API Version 3 in den Kernel ab der Serie 2.6 Einzug¹¹.

Leider hat die Firma Convergence im Februar 2002 Insolvenz angemeldet und wurde Mitte 2004 endgültig aufgelöst. Die Entwicklung der API, der Gerätetreiber, sowie Linux-DVB relevanter Software (z.B. die "scan" Anwendung für die Kanalfindung oder t/c/z-zap zum Tunen) wurde an ein gemeinnütziges Community-Projekt übergeben: *LinuxTV.org*. Dort sind viele der früheren Entwickler in einer selbstorganisierten Gemeinschaft versammelt und arbeiten zusammen mit vielen weiteren Freiwilligen weiter am Code und der Entwicklung neuer Anwendungen und Schnittstellen. Im Moment ist die Entwicklung der API Version 4 [AVBAPI4] fast vollständig abgeschlossen und wird in Kürze Einfluss in den Linuxkernel nehmen. Verbesserungen sind vor allem im Bereich "Embedded Systems" (und somit bei der Nutzung von Linux auf Settop Boxen) zu erwarten. Die Abwärtskompatibilität ist angesichts der weiten Verbreitung der Version 3 ebenfalls gesichert worden.

Das DVB Subsystem unterstützt (Stand: Kernel 2.6.14) ein Großteil aller auf dem Markt verfügbaren DVB-Systeme für den Computer. Dies sind vornehmlich PCI-Karten, aber auch viele USB Boxen. Funktionierende PCMCIA Karten sind dagegen sehr rar; mir ist nur ein Treiber für die Medion 7134 Hybridkarte bekannt. Die große Unterstützung liegt darin, dass es zwar viele Hersteller mit verschiedenen Produkten gibt, die verwendeten Chipsätze dann aber doch im relativ überschaubaren Rahmen bleiben. Ein Treiber kann daher für verschiedene Karten und Boxen verwendet werden. Eine komplette Liste aller Chipsätze ist im Kernel Quellcode unter Dokumentation/dvb/cards.txt zu finden.

Für Klear kamen hauptsächlich die DVB-T Boxen DEC2000 von Hauppauge, sowie die Cinergy T2 von Terratec zum Einsatz. Bei der Entwicklung des EPG habe ich ebenfalls auf die Cinergy als DVB-T Box und zusätzlich auf die Twinhan Star-Box USB als DVB-S System gesetzt. Vor allem die Cinergy ist unter Linux sehr gut unterstützt und ein Paradebeispiel dafür wie gut freie Treiber sein können, wenn der Hersteller die Spezifikationen heraus gibt.

¹¹Um genau zu sein hielt die DVB API 3 bereits im Entwicklerzweig des Kerns Einzug und somit ist Version 2.5.44 aus dem Jahr 2002 der erste Kernel mit DVB Unterstützung

Listing 2.3: Systeminfo über eine Cinergy T2 USB Box unter Linux

```
1 marco@discordia:~$ dvbsnoop -s feinfo
2 dvbsnoop V1.3.77 -- http://dvbsnoop.sourceforge.net/
3
4 -----
5 FrontEnd Info...
6 -----
7
8 Basic capabilities:
9 Name: "TerraTec/qanu USB2.0 Highspeed DVB-T Receiver"
10 Frontend-type: OFDM (DVB-T)
11 Frequency (min): 174000.000 kHz
12 Frequency (max): 862000.000 kHz
13 Frequency stepsiz: 166.667 kHz
14 Frequency tolerance: 0
15 Symbol rate (min): 0.000000 MSym/s
16 Symbol rate (max): 0.000000 MSym/s
17 Symbol rate tolerance: 0 ppm
18 Notifier delay: 0 ms
19 Frontend capabilities:
20     auto inversion
21     FEC 1/2
22     FEC 2/3
23     FEC 3/4
24     FEC 5/6
25     FEC 7/8
26     FEC AUTO
27     QPSK
28     QAM 16
29     QAM 64
30     QAM AUTO
31     auto transmission mode
32     auto guard interval
33     auto hierarchy
```

Kapitel 3

Realisierung des EPG

3.1 Grundlagen des DVB-EPG

Wie bereits in der Einleitung kurz angesprochen, existiert für den eigentlichen Begriff *EPG* kein Standard. Es ist einfach die Bezeichnung für eine elektronische Programmzeitschrift; also eine Übersicht von Sendungsinformationen der einzelnen Programme. Egal aus welchen Daten diese erstellt wird und wie sie dargestellt werden. Somit gibt es eigentlich auch kein klar definiertes DVB-EPG.

Die DVB Spezifikationen erlauben es aber im Datenstrom neben Audio und Video weitere Nutzdaten mit zu übertragen. Darunter fallen auch die so genannten *Service Informationen* (SI). Diese sind Daten in Tabellenstrukturen mit verschiedenen Informationen zu DVB, dem Datenstrom, dem Sender, der Sendeanstalt, aber auch dem Programm und den aktuellen Programmdateien (Ereignisdaten). Genau diese Tabelle der Ereignisdaten (engl.: Event Information Table, EIT) wird üblicherweise dazu genutzt um für DVB ein EPG aufzubauen.

Jede DVB-fähige Settop Box und jede bessere Software für DVB unterstützt das Auslesen und Aufarbeiten dieser EIT Tabellen zu einem EPG. Wenn im Zusammenhang mit DVB also von einem EPG gesprochen wird, ist in fast allen Fällen das EPG aus den EIT Daten gemeint. Der Vorteil dieser Methode liegt auf der Hand: die benötigten Programminformationen werden direkt dem gleichen Datenstrom entnommen aus dem auch das Videobild und der Audiostrom kommen. Ein zusätzlicher Übertragungsweg ist damit überflüssig. Dieser Umstand hat den EPG so erfolgreich gemacht, auch wenn er vom reinen Informationsgehalt nicht mit dem Internet oder anderen Medien zu vergleichen ist. Es verhält sich hier aber wie mit dem Erfolg des Videotextes: die Einfachheit kommt vor dem Informationsumfang.

Die Informationen werden zwar ausgelesen, aber wie wird ein EPG angezeigt?

Hier gibt es nicht nur keinen Standard, sondern auch kein einheitliches und allgemein übliches Konzept. Bei der Anzeige sind vor allem Settop Boxen am Fernseher sehr beschränkt. Ihnen bleibt nur eine Anzeige via OnScreenDisplay (kurz: OSD), also einer Anzeige direkt auf dem eigentlichen Videobild.



Abbildung 3.1: EPG via OSD

Auf dem Computer ist dies anders. Manche Programmierer realisieren hier das EPG mit einem OSD und ahmen damit das gewohnte Layout am Fernseher nach. Jedoch ist dies mehr als ungeeignet, da das Bild (zumindest teilweise) verdeckt wird. Ein OSD wird am TV nur genutzt, da kein anderer Platz verfügbar ist. Am Computer hat man mehrere Fenster und daher auch mehr Freiheiten. Eine Verdeckung des Bildes sollte daher vermieden werden. Eine Anzeige in einem extra Fenster ist somit für den Anwender sinnvoller. Dies ist aber keine Pflicht und wird daher auch bei jeder Anwendung anders realisiert. Für meine Arbeit habe ich mich dazu entschieden das EPG in einem separaten Fenster anzuzeigen.

3.2 SI im Detail

DVB Daten werden wie bereits erläutert in einem MPEG TS Datenstrom gesendet (vgl. Kapitel 2.3). Ein MPEG TS Strom enthält dabei eine Vielzahl von Einzelströmen, darunter auch die DVB und MPEG Zusatzinformationen.

Diese Informationen sind unterteilt in die MPEG Program Specific Information (PSI), die in jeder MPEG Datei vorkommen und generell die Steuerung und Formatierung des Stroms beschreiben und MPEG Service Informationen (SI), also Zusatzinformationen die nur bei DVB vorkommen und verschiedene Tabellen mit einer Vielzahl an Informationen enthalten.

Ein kurzer Überblick über die wichtigsten Tabellen in MPEG und DVB:

PSI - definiert im MPEG2 Standard:

- Program Association Table (PAT)
 - Enthält eine Liste aller Programme im MPEG TS Strom
 - Verweist auf die PMT Einträge der Programme
- Program Map Table (PMT)
 - Enthält die PIDs der Einzelströme der Programme
 - Kann Copyright Informationen enthalten

PSI - definiert vom DVB Konsortium:

- Network Information Table (NIT)
 - Berichtet über Netzwerke und Modulationen
- Conditional Access Table (CAT)
 - Enthält Informationen zur Verschlüsselung (PayTV, etc.)

SI (obligatorisch) - definiert vom DVB Konsortium

- Service Description Table (SDT)
 - Enthält Informationen zu den Programmen (z.B. Provider)

- Event Information Table (EIT)
 - Enthält für jedes Programm eine eigene EIT Untertabelle
 - Enthält Informationen zur laufenden Sendung
 - Enthält Informationen zu zukünftigen Sendungen
 - Informationen sind u.a. Start und Endzeit, Dauer, Beschreibung
- Time and Date Table (TDT)
 - Enthält Zeit und Datumsinformationen in UTC

SI (optional) - definiert vom DVB Konsortium

- Bouquet Association Table (BAT)
 - Generelle Kanal / Bouquet Informationen (z.B. Provider)
 - Informationen zu andere Bouquets
- Running Status Table (RST)
 - Zeigt an ob ein Event gerade läuft
- Time Offset Table (TOT)
 - Zeigt den Unterschied von Lokalzeit zu UTC

Eine grafische Übersicht über die Tabellen gibt die Abbildung 3.2 aus den ETSI Spezifikationen:

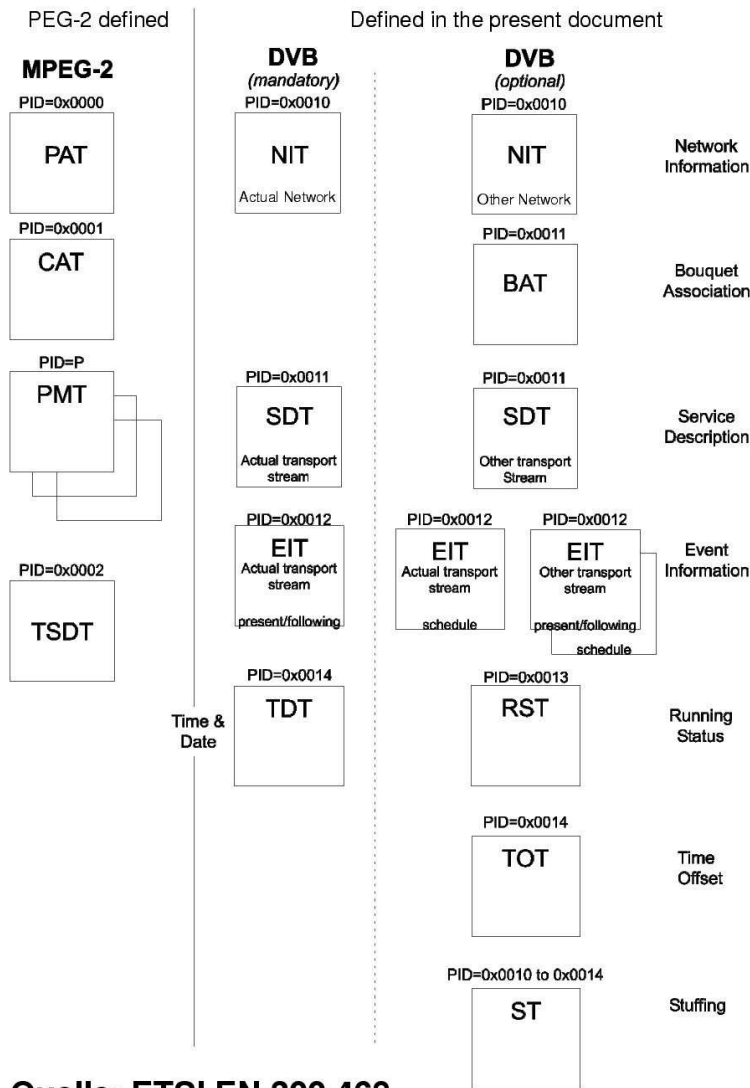


Abbildung 3.2: Übersicht der DVB-SI Tabellen

3.3 EIT im Detail

Die Event Daten sind die Sendungsinformationen, die für das integrierte DVB EPG ausgelesen und aufbereitet werden müssen. Der Aufbau der EIT Sektionen, also der Pakete für EIT Informationen im SI Datenstrom im MPEG TS Kanal, ist wichtig um die Decodierung und das Konzept des EPG zu verstehen.

Wie in den Grundlagen (vgl. Kapitel 2.3) bereits kurz angedeutet, werden alle SI Tabellen für das gesamte Bouquet in einem Strom übertragen. Alle EIT Informationen des Kanals haben die PID 0x12. Die EIT gehört zu den SI Tabellen, die mehrere Untertabellen haben. Diese Untertabellen sind für die einzelnen Programme. Jedes Programm hat also in der EIT Tabelle einen eigenen *Subtable*. Diese Untertabellen sind mit der ServiceID verbunden, einer eindeutigen Nummer für ein Programm in Sendebereich. Für DVB-T in Berlin hat RTL z.B. die ServiceID 16405, WDR die ServiceID 15.

Die Pakete des SI und PSI Stroms sind genau genommen keine Packetized Elementary Streams, wie es beispielsweise Video oder Audio ist. Sie werden in etwas kleinere Pakete gestückelt und in den MPEG TS Strom gemultiplext. Die Maximalgröße der Pakete für PSI und SI sind 1024 Byte mit Ausnahme der Event Tabelle. Diese kann bis zu 4096 Byte groß sein (siehe [ETSI300468], Kapitel 5.1.1)

Eine SI Sektion, am Beispiel von EIT, die für meine Arbeit essentiell wichtig ist, sieht strukturell wie folgt aus:

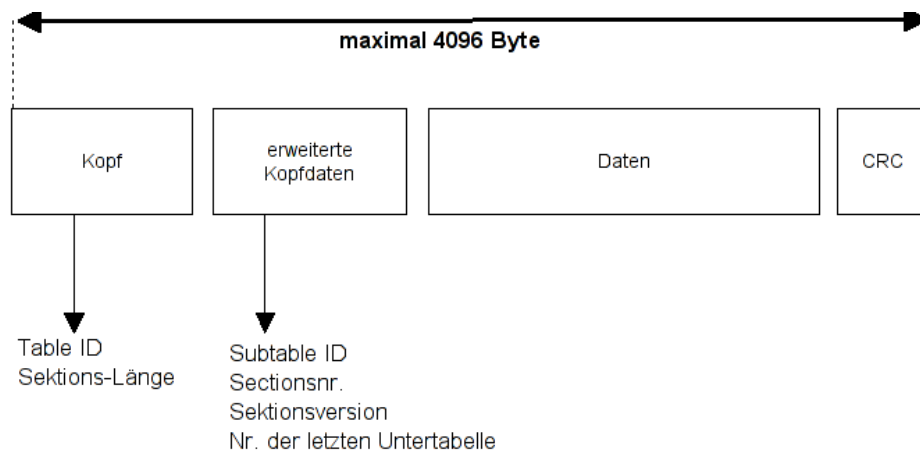


Abbildung 3.3: Aufbau der EIT Sektion

Bei der Decodierung des EIT Datenstroms wird nun auf die PID 0x12 gefiltert, und dann die EIT Daten für den ganzen Kanal nochmal auf die Daten der gewünschten ServiceID (also das Programm) beschränkt.

Kapitel 4

Ausblick und Zukunft des digitalen Fernsehens

Das EPG und das digitale Fernsehen sind eng miteinander verwoben. Die Entwicklung des digitalen TV wird also auch das EPG und weitere Zusatzdienste direkt beeinflussen. Wie wird es sich in naher Zukunft entwickeln und welche Szenarien sind überhaupt möglich ? Wie weit ist die aktuelle Technik ?

DVB selbst bildet seit Mitte der 90er Jahre den Standard für die Satellitenübertragung. Seit dem Siegeszug von DVB-T in den letzten Jahren¹, ist das digitale Fernsehen nun nicht mehr aufzuhalten. Bis 2010 soll DVB-T flächendeckend verfügbar sein und das Analogfernsehen abgeschaltet² werden.

Der nächste Schritt ist nun die schnelle Akzeptanz von HDTV. Wegen mangelnder Rückwärtskompatibilität werden die nächsten Jahre die HDTV Kanäle zwar zusätzlich zu den normalen Programmen ausgestrahlt werden müssen³, aber die Akzeptanz von HDTV ist jetzt schon enorm. So zeigte beispielsweise die IFA 2005 neben neuen DVB Technologien größtenteils HDTV-fähige Flachbildschirme. Eine schnelle Verbreitung ist also abzusehen. HDTV wird sich in wenigen Jahren als Standard durchgesetzt haben. Wenn Sie diese Arbeit lesen, dann wird Premiere mit den ersten HDTV Satreceivern auf dem Markt sein und die ersten HDTV Kanäle gestartet haben.

Premiere ist sicher einer der Gewinner des aktuellen Fernsehbooms in Deutschland. Digitales Fernsehen ist wie geschaffen für PayTV, Video on Demand und Pay per View. In den späten 90er Jahren mit der Kirchkrise sahen schon viele das

¹Quelle: http://www.dwdl.de/article/news_5671,00.html

²Quelle: <http://www.hifi-regler.de/digital-tv/dvb-t.php>

³Quelle: http://www.tv-plattform.de/download/HDTV/HDTV%20in%20D_Rel%201-0.pdf

³Quelle: http://www.bpb.de/popup/popup_druckversion.html?guid=AFJSOM

Ende des arg in Bedrängnis geratenen Konzerns⁴. Zwar war Premiere seit der Fusion mit DF1 in Deutschland alleiniger Anbieter am Markt, konnte sich aber erst mit der Umstellung auf die reine Digitaltechnik und dem neuen Verschlüsselungssystem Nagravisio im Herbst 2003 aus den tiefroten Zahlen befreien. Nun besitzt Premiere neben einem umfangreichen Programm (25 digitale Videokanäle, 20 digitale Radiosender, Pay per View und Video on Demand-Technologie) auch fast alle Rechte an den wichtigsten Sportübertragungen und ist mit über 3,5 Millionen Kunden eine feste Säule im deutschen Fernsehmarkt.

	9M/05	9M/04	Veränd. (absolut)	Veränd. (in %)
Abonnenten zum 01.01.	3.247.172	2.907.891	339.281	11,7
Nettozuwachs	162.341	102.514	59.827	58,4
Abonnenten zum 30.09.	3.409.513	3.010.405	399.108	13,3
Durchschnittsbestand	3.328.343	2.959.148	369.195	12,5
Kündigungsquote¹⁾ (in %)	11,9	16,0	-4,1	-25,5
Kern-ARPU²⁾ (EUR/annualisiert)	294	293	1	0,4

¹⁾ Rollierend, bezogen auf die letzten 12 Monate

²⁾ Durchschnittlicher Umsatz pro Abonnement aus Programm-Abonnement, Pay-per-View und Werbeeinnahmen (in EUR pro Jahr)

Abbildung 4.1: Premiere Entwicklung 04/05

Es ist im Moment stark davon auszugehen, dass sich das PayTV-Verhalten der Deutschen immer weiter amerikanisieren wird, also die Zahlungsbereitschaft für qualitativ höherwertiges Fernsehprogramm und Sport weiter zunimmt⁵. Allein die Marktdominanz von Premiere trübt dabei die Zukunftsaussichten, da es für Mitbewerber sehr schwer sein wird sich am Markt zu etablieren. Kabel Deutschland und Sat1ProSieben versuchen sich zumindest zu positionieren, wenn auch mit bescheidenem Erfolg⁶. Vielleicht bieten sich hier aber auch Möglichkeiten über einen neuen Distributionskanal: das Internet.

⁴Quelle: <http://www.mediabiz.de/newsvoll.afp?Nnr=110602>

⁴Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Premiere_%28Bezahlfernsehen%29

⁵Quelle: http://www.medientage.de/download/presse/5_5.pdf

⁶Quelle: http://boerse.ard.de/content.jsp?go=meldung&key=dokument_82781

Das Internet wird im Zuge von DSL- und anderen Breitbandanschlüssen auch für multimediale Inhalte immer interessanter.

Bereits heute lässt sich jeder Trailer zu neuen Kinofilmen problemlos online anschauen. T-Online startete mit "Vision"⁷ einen netzgestützten Dienst für *Video on Demand* (entweder direkt auf die Visionbox am Fernseher oder zum Download inklusive DRM für den Mediaplayer). AOL hat kürzlich angekündigt alte Serienklassiker als Download zu vertreiben⁸.

Nun wird es aber schon eng mit den deutschsprachigen Filmangeboten aus dem Internet. Zwar gibt es verschiedene Lösungsansätze sogar HDTV über das Internet zu streamen, jedoch wird dies für den einfachen Endverbraucher noch auf sich warten lassen⁹. Und ob es sich überhaupt durchsetzen kann hängt wohl stark von der Entwicklung des Internet und Fernsehens ab. Denn erst wenn Fernseher vernetzt werden, der Internetzugang also einfach über das TV zu nutzen ist, dann wird es für die normalen Endverbraucher wirklich interessant.

Wenn das Internet und der Fernseher zusammenwachsen, dann wird automatisch das Thema "Interaktivität" aufkommen. Bisher hat es doch eher ein Nischendasein, da der fehlende Rückkanal mehr als störend bei der Interaktion ist. Der Mehrnutzen durch unidirektionale Kommunikation ist in diesem Bereich sehr beschränkt.

Die Meinungen über die Durchsetzung von interaktivem Fernsehen ist aber trotz der Technikdiskussion¹⁰ sehr gespalten. Wollen Fernsehzuschauer überhaupt aktive Beteiligung am Programm ? Oder wollen sie einfach nur abschalten und zuschauen ?

Wahrscheinlich liegt der Trend zukünftig irgendwo in der Mitte. Interaktives Fernsehen muss einen Anreiz für den Konsumenten darstellen. Sonst wird die Technologie nicht angenommen. Es muss aber auch einfach und benutzbar sein. Vielleicht wird sich die Interaktion auch nur bei Diensten und Anwendungen durchsetzen, die beim Anwender ohnehin nicht der reinen Entspannung dienen.

Dabei mit eingeschlossen sind vor allem mobile Fernsehdienste. Auf Notebooks, PDAs oder Handys. Besonders auf den Mobiltelefonen ist es reizvoll, da der Rückkanal für den Verbraucher quasi schon integriert ist. Der TV-Empfang für die kleinen Geräte ist schon vorbereitet.

⁷Quelle: <http://t-online-vision.de/>

⁸Quelle: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/66163>

⁹Quelle: <http://www.spiegel.de/netzwelt/technologie/0,1518,383276,00.html>

¹⁰Quelle: http://www.tv-plattform.de/3content/2_FAQ/FAQ-s3.htm



Abbildung 4.2: Siemens DVB-H Empfänger

Es konkurrieren hier mehrere Konzepte, zwei davon mit wirklich guten Aussichten. Zum Einen ist da natürlich DVB-H¹¹ bzw. DMB (beide sind sich technisch sehr ähnlich). Der Standard wird von der Verbreitung von DVB-T profitieren, aber wohl nicht vor 2007 für den Massenmarkt erschwinglich sein.

Zum Anderen gibt es aber auch noch UMTS. Die UMTS-Frequenzpakete wurden im Jahr 2000 für damals 100 Milliarden Mark von den sechs grossen Telefongesellschaften in Deutschland vom Bund erworben und sol-

len in den kommenden Jahren nicht nur GSM ersetzen, sondern auch mobile Datendienste etablieren.

Bereits heute gibt es UMTS Handy TV. Einige Privatesender senden über Vodafone bereits Teile ihrer Erfolgsshow und Seifenopern. Das Problem für den Endkunden sind hierbei die Kosten, die wie bei einem Gespräch anfallen. Zwar werden diese bei UMTS volumenabhängig berechnet, ob dies aber bei Videostreaming ein Vorteil ist, das mag bezweifelt werden.

Wenn sich UMTS wirklich etabliert und auch hier Volumenflatrates den Markt erobern, dann wird diese Technologie wirkliche Chancen haben; wenn sich bis dahin nicht die Konkurrenztechnologien etabliert haben¹². Die letzten Jahre galt "Wireless Lan" (und WiMAX im Speziellen, als reichweitenstärkster Vertreter seiner Art) als UMTS Konkurrent.

Dies hat sich in sofern etwas relativiert, da erforscht wurde, dass WiMAX in Ballungsgebieten nur ca. 600 Meter Reichweite mit 20 MBit/s Transferleistung erreicht¹³. Eine Entfernung von mehreren Kilometern und hoher Datenrate ist also eher unwahrscheinlich. WiMAX wird also nur in Ballungszentren mit hoher Netzabdeckung ein Konkurrent zu UMTS darstellen können.



Abbildung 4.3: UMTS TV bei Vodafone

¹¹Quelle: <http://www.3sat.de/neues/sendungen/spezial/82953>

¹²Quelle: <http://www.zdnet.de/news/tkomm/0,39023151,39138247,00.htm>

¹³Quelle: <http://www.teltarif.de/i/wimax.html>

Anhang A

Akronyme

AAC advanced audio coding

AIT application information table

API application programming interface

BAT bouquet association table

BCD binary coded decimal

BSLBF bit stream, least significant bit first

CA conditional access

CAT conditional access table

CD compact disk

CGA Computergrafik und Animation

CIF common intermediate format

CRC cyclic redundancy check

DAB Digital Audio Broadcasting

DMB Digital Multimedia Broadcasting

DAT Digitale Audiotechnik

DOM document object model

DSM-CC digital storage media command and control

- DRM** digital rights management
- DSL** Digital Subscriber Line
- DVB** Digital Video Broadcasting
- DVB-C** Digital Video Broadcasting cable
- DVB-H** Digital Video Broadcasting Handheld
- DVB-T** Digital Video Broadcasting terrestrial
- DVB-S** Digital Video Broadcasting satellite
- DVB-J** Digital Video Broadcasting Java
- DVD** Digitale Versatile Disc
- DVT** Digitale Videotechnik
- HTML** Hypertext Markup Language
- EDTV** enhanced definition television
- EIT** event information table
- EN** European norm
- EPG** electronic program guide
- ETSI** European Telecommunications Standards Institute
- F-BAS** Farb-, Bild-, Austast- und Synchron-Signal
- FEC** forward error correction
- GNU** GNU's not UNIX
- GOP** group of pictures
- GPL** General Public License
- GSM** Global Standard for Mobile Communications
- HDTV** high definition television
- HTML** hypertext markup language
- IDF** Interaktives digitales Fernsehen

ISDN Integrated Services Digital Network

ISO International Standardization Organization

JPEG Joint Photographic Experts Group

LNA low noise amplifier

LNB low noise block

MHEG Multimedia and Hypermedia Expert Group

MHP Multimedia Home Platform

MJD modified Julian date

MPEG Moving Picture Experts Group

MPEG PS Moving Picture Experts Group program stream

MPEG PES Moving Picture Experts Group packetized elementary stream

MPEG TS Moving Picture Experts Group transport stream

NIT network information table

NTSC National Television Systems Committee

NVoD nearly video on demand

OOD Objektorientiertes Design

OSD on screen display

PAL phase alternating line

PAT phase association table

PCI Peripheral Component Interconnect

PCMCIA Personal Computer Memory Card International Association

PCR program clock reference

PID packet identification

PSI program specific information

PVR personal video recorder

QCIF quater common intermediate format

QT Q toolkit

RPCHOF remainder polinomial coefficients, highest order first

SDT service description table

SI service information

STB settop box

STC system time clock

STL standard template library

TFH Technische Fachhochschule

UIMSBF unsigned integer, most significant bit first

UMTS Universal Mobile Telecommunications System

USB universal serial bus

UTC universal time coordonné, coordinated universal time

VBI vertical blanking interval

VBR variable bitrate

VHF very high frequency

VDR video disk recorder

VoD video on demand

Anhang B

Bildquellen

Alle Bilder und Diagramme, die nicht von mir selbst erstellt bzw. fotografiert wurden, sind hier mit Quellen verzeichnet:

Seite	Bildname	Quelle
Seite 17	CinergyT2 USB 2.0 Box	Terratech Pressefoto
Seite 18	Technotrend DVB-T FF	Technotrend Pressefoto
Seite 29	Übersicht DVB-SI Tabellen	ETSI Standard EN-300-468
Seite 19	Interaktiver TED per MHP	MHP-Forum / ARD
Seite 21	Aufbau des MHP Stack	Wikipedia.de
Seite 26	EPG via OSD	www.ctpvr.com
Seite 34	Premiere Entwicklung 04/05	Premiere AG
Seite 36	Siemens DVB-H Empfänger	WDR
Seite 36	UMTS TV	Vodafone Deutschland

Literaturverzeichnis

- [Reimer05] Reimers, Prof. Dr. Ulrich *DVB - The family of international standards for DVB*
(Berlin, Springer Verlag, 2nd Ed., 2005, ISBN:3-540-43545-X)
- [ETSI300468] ETSI *Specification for Service Information in DVB systems: ETSI-EN-300-468*
(Version vom 01.06.2001, <http://www.etsi.org>)
- [ISO13818] ISO/IEC *Generic coding of moving pictures and associated audio systems: ISO/IEC 13818-1*
(Version vom 13.11.1994, <http://www.iso.org>)
- [ITURBT601] ITU *Encoding parameters of digital television von studios: ITU-R BT 601*
(Version 4, 1982-1986-1990-1992-1994)
- [ITURBT470] ITU *Conventional Television Systems: ITU-R BT.470*
(Version 6 von 1998)
- [ETSI102812] ETSI *MHP 1.1.x specifications: ETSI-TS-102-812*
(Version vom 09.05 2005, V1.2.1)
- [AVBAPI4] LinuxTV.org *Linux DVB API Version 4: LinuxTV.org*
(Version vom 15.04 2005, Ver. 0.3)