

Die Multimedia Home Plattform - Neue Anwendungen für das digitale Fernsehen

Stephan Rupp

Übersicht

Das Fernsehprogramm wird zunehmend digital werden. Dafür gibt es viele gute Gründe. Aus technischer Sicht bedeutet die Digitalisierung des Fernsehens eine Verbesserung der Qualität für Bild und Ton (DVD-Qualität mit Mehrkanalton), mehr Kanäle, verbesserte Verfahren zur Verschlüsselung und Abrechnung, sowie die Basis für Angebote interaktiver Dienste. Die Digitalisierung schreitet in allen Verteilnetzen fort, da sie eine bessere Nutzung der Transportkapazität ermöglicht. Innerhalb der Bandbreite eines einzigen analogen Fernsehkanals lassen sich ca. 6 digitale Kanäle in DVD-Qualität unterbringen (bzw. ein Datenstrom von ca. 38 Mbits/s). Gegenüber der analogen Technik wird die Versorgung durch digitale Kanäle daher deutlich wirtschaftlicher.

Ausserdem ermöglicht die digitale Technik eine grössere Programmvierfalt, die sich z.B. für regionales Fernsehen, Spartenprogramme, interaktive Anwendungen und Informationsdienste nutzen lässt. In den Satelliten werden analoge Transponder zunehmend durch digitale Transponder abgelöst. In den terrestrischen TV-Netzen ist in Deutschland die Ablösung der analogen Verteilung bis zum Jahre 2010 beabsichtigt. In anderen Ländern, wie z.B. in Grossbritannien, ist das terrestrische Fernsehen bereits zum grossen Teil digital. Auch hier beanspruchen digitale Kanäle weniger Übertragungskapazität. Fernseekabelnetze (CaTV-Netze) werden weltweit digitalisiert und zunehmend auch zu bidirektionalen Netzen ausgebaut, die sich ausser für den digitalen Fernsehempfang auch für den Zugang ins Internet und für Telefondienste nutzen lassen. Aber auch die klassischen Telekommunikationsnetze werden breitbandig und ermöglichen die Verteilung von Audio und Video, beispielsweise über DSL (Digital Subscriber Line), bzw. über den Mobilfunk der 3. Generation (UMTS).

Diese Entwicklung der Transportnetze geschieht parallel zur Entwicklung der Endgeräte, die ebenfalls zunehmend digital und interaktiv werden. Man denke an das Mobiltelefon, die Digitalkamera, den DVD-Player, den MP3-Walkmann, die Spielkonsole, den PC, das Heimkino mit Surround-Klang, das Navigationssystem oder das Internet-Radio. Digitale TV-Angebote werden sowohl geschäftlich als auch privat genutzt. Allerdings sind im Bereich der Unterhaltungselektronik gegenüber dem ans Internet angebandenen PC die Anforderungen an die Benutzerfreundlichkeit und die Zuverlässigkeit der Informationsangebote und Lösungen sehr hoch. Tastatur und Maus stehen in der Regel nicht zur Verfügung. Eine zuverlässige Benutzerführung muss hier mit viel einfacheren Mitteln auskommen. Die Systeme starten auf Knopfdruck, bleiben nicht hängen und müssen zwischendurch nicht gelegentlich neu gestartet werden. Auch Fehlermeldungen der Art "diese Fernsehsendung wird wegen eines ungültigen Vorgangs abgebrochen" sind in der Unterhaltungselektronik nicht üblich.

Die Ansprüche für das interaktive Erlebnis im Wohnzimmer kann man folgendermassen zusammenfassen:

- Realisierung einfacher und schnell begreifbarer Interaktionen
- Nutzung einfacher Eingabemedien (Fernbedienung)
- Bestätigung von Aktionen über den Fernsehbildschirm
- Eine einheitliche Lösung für unterschiedliche Programmangebote bzgl. der Art der Benutzerführung und bzgl. der jeweils benötigten technischen Ausrüstung.

Digitale Sendungen lassen sich nicht mehr mit dem analogen Fernseher empfangen. Es sind spezielle Empfangsgeräte nötig, die sogenannten Receiver bzw. Set-Top-Boxen. Beim Satellitenempfang benötigt man solche separaten Receiver bereits für analoge Sendungen. Bei digitalen Angeboten benötigt man sie auch für den terrestrischen Empfang und für den Empfang am Fernsehkabelnetz (CaTV-Netz). Die digitale Set-Top-Box empfängt den digitalen Datenstrom und gibt das Bildsignal und Tonsignal an der Fernseher weiter (bzw. den Ton auch an eine ggf. vorhandene Audioanlage). Der Begriff Set-Top-Box stammt übrigens aus dem amerikanischen Sprachgebrauch und beschreibt den Ort, wo diese Box in den USA in der Regel aufgestellt wird, nämlich auf dem Fernsehgerät. Set-Top-Boxen benötigt man in den USA vor allen Dingen, um das dort vorherrschende Pay-TV zu empfangen, das verschlüsselt übertragen wird. In deutschen Wohnzimmern wird sich die Set-Top-Box vielleicht eher unter dem Fernsehgerät befinden, wo sie sich zusammen mit dem CD-Player, dem DVD-Player und dem Videorekorder den Platz im Regal teilt. Ausser dem Fernsehempfang bieten digitale Kanäle zusätzliche Informationen, wie z.B. elektronische Programmführer, Textseiten (die z.B. mit dem laufenden Programm verknüpft sind und sich per Knopfdruck abrufen lassen), sowie Zusatzangebote zum Fernsehprogramm, wie sie von DVDs bekannt sind (Interviews, Videos usw.).

Damit für unterschiedliche interaktive Angebote nicht unterschiedliche Set-Top-Boxen nötig sind, hat man sich in Europa auf einen Standard für die Realisierung digitaler Angebote in Set-Top-Boxen geeinigt, der von dem meisten Programmanbietern unterstützt werden soll: die sogenannte Multimedia Home Plattform, oder kurz MHP. Die Multimedia Home Plattform wird voraussichtlich ein weltweiter Standard für die Darstellung digitaler Fernsehprogramme mit Hilfe einer Set-Top-Box werden. Seinen Ursprung hat MHP im DVB-Projekt (Digital Video Broadcasting). Das DVB-Projekt ist ein Industriekonsortium mit über 300 Mitgliedern, darunter Programmanbieter, Hersteller, Netzbetreiber, Softwareentwickler, Regulierungsbehörden in über 40 Ländern, das sich mit der Schaffung weltweiter Standards für digitales Fernsehen und digitale Datendienste befasst (siehe [DVBorg]). Im Jahr 1997 wurde als Projekt innerhalb der DVB die MHP-Gruppe gegründet. Der erste als MHP in Version 1.0 gültige Standard gemäss der Spezifikation 1.0.1 wurde im Jahr 2001 verabschiedet, wobei einige Nacharbeiten und Weiterentwicklungen folgten. Der letzte Stand für MHP 1.0 gemäss der Spezifikation 1.0.3 wurde Ende 2002 fertiggestellt (siehe [ETSIMHP]).

Zur Darstellung digitaler Angebote und für die Interaktion mit dem Benutzer basiert MHP auf Java. Der Java basierende Anteil ist auch unter dem Sammelbegriff DVB-J bekannt. DVB-J besteht aus einer Mischung von Anteilen der Java Standard APIs, des Java Media Frameworks, JavaTV, sowie eigenen Spezifikationen und Erweiterungen aus dem DVB MHP-Projekt, des DAVIC (Digital Audio Visual Council, siehe [DAVIC]), sowie der HAVi Spezifikation für die Benutzeroberfläche (Home Audio Video Interoperability, siehe [HAVi]). Die DVB-J Spezifikation lässt sich von der unter [ETSIMHP] angegebenen Web-Seite laden.

Die Ausrüstung für das virtuelle Abenteuer im Wohnzimmer

Das digitale Fernsehen aus dem Netz funktioniert im Grunde genommen genauso wie das digitale Programm aus dem DVD-Player. Die wesentlichen Komponenten sind das TV-Gerät für die Darstellung von Bild und Ton, eine digitale Set-Top-Box, die die Rolle des DVD-Players für aktuelle Inhalte aus dem Netz übernimmt, sowie eine Fernbedienung zur Steuerung der gewünschten Programme und Inhalte vom Sofa aus. Abbildung 1 zeigt die Systemkomponenten. Das virtuelle Abenteuer im Wohnzimmer kann man dadurch interessanter gestalten, dass man das Fernsehgerät um einen Audio-Dekoder und Verstärker für Dolby Digital mit 5 Lautsprechern und Subwoofer ergänzt. Damit erhält man eine professionelle Tonkulisse wie im Kino und sitzt mitten in der Handlung. Wer sich statt TV-Monitor einen Datenprojektor leisten kann, gewinnt zusätzlich auch eine kinoreife Bildgrösse und Bildqualität. Das Format des digitalen Fernsehens ist kompatibel mit dem DVD-Format, so

dass sich eine ggf. vorhandene Audioanlage und der vorhandene Bildschirm mitbenutzen lassen.

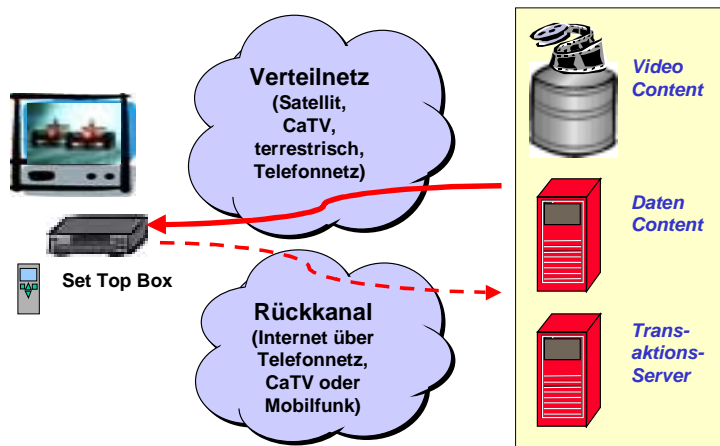


Abb. 1 Vom Server zum Bildschirm

Im Unterschied zum DVD-Player kommen die angebotenen Programme beim digitalen Fernsehen jedoch nicht von der eingelegten Plastikscheibe, sondern direkt aus dem Netz. Der Anschluss der Set Top Box kann auf die gewohnte Weise erfolgen, d.h. entweder per Satellitenschüssel, aus dem Kabelanschluss, oder per herkömmlicher terrestrischer Fernsehantenne. Die Set Top Box ist ein zusätzliches Gerät, das den Videorekorder und den ggf. vorhandenen DVD-Player ergänzt.

Eine weitere Alternative für den Anschluss der Set Top Box wäre die Telefondose bzw. ein vorhandenes LAN, sofern man über einen Breitbandanschluss per DSL verfügt.

In allen Fällen findet sich die Quelle der digitalen Programme im Netz. Zu den im Netz benötigten Komponenten gehören der audiovisuelle Inhalt, der entweder live aus dem Studio übertragen wird, oder aus der Filmkonserve (siehe Video Content in Abb. 1). Ausserdem gehören zu einem digitalen Programm zusätzliche digitale Angebote (Daten Content), sowie die Behandlung von Transaktionen für interaktive Inhalte bzw. für kostenpflichtige Angebote (Transaktions-Server). Für die Lieferung der audiovisuellen Inhalte und für das zusätzliche Datenangebot genügen die etablierten Verteilnetze für das Fernsehen. Alle Informationen werden in das etablierte Kanalraster gepackt und von der Set Top Box wieder ausgepackt. Mit dieser Methode koexistieren auch die vorhandenen analogen Fernsehprogramme (ein analoges Programm pro Kanal) mit den digitalen Programmen (Bündel von ca. 6 digitale Programmen pro Kanal). Sofern der Benutzers Interaktionen mit den Servern im Netz wünscht (z.B. für den Abruf kostenpflichtiger Inhalte), wird ein Rückkanal benötigt. Der Rückkanal lässt sich über jede vorhandene Anbindung an das Internet realisieren, d.h. per Modem, LAN oder DSL über das Telefonnetz, über die Mobilfunknetze, bzw. über die Fernsehkabelnetze, sofern diese für einen Rückkanal ausgebaut sind.

Ein Rückkanal ist allerdings für interaktive Angebote nicht unbedingt erforderlich. Auch die DVD ist ein interaktives Medium und ermöglicht z.B. die Wahl der Sprache, Untertitel und bietet Zusatzinfos zum Programm, wie z.B. Interviews, Making-Of, Bilder, und Texte. Solche Angebote lassen sich auch beim digitalen Fernsehen im unidirektionalen Datenstrom unterbringen und interaktiv per Fernbedienung und Set Top Box abrufen. Im Unterschied zur

DVD lassen sich beim digitalen Fernsehen mit dieser Methode auch aktuelle und brandheisse Informationen aus dem Netz anbieten, z.B. bei Sportsendungen, bei Life-Veranstaltungen oder zu den Nachrichten. Zu den üblichen unidirektionalen Angeboten gehört auch ein elektronischer Programmführer, der zeigt, welche Sendungen gerade laufen und mit dessen Hilfe man sich gleich in die jeweils interessanten Sendungen hinein "zappen" kann. Die Darstellung der Angebote und die diesbezügliche Navigation gehört zu den Komponenten, die sich bei MHP auf der Java Plattform realisieren lassen.

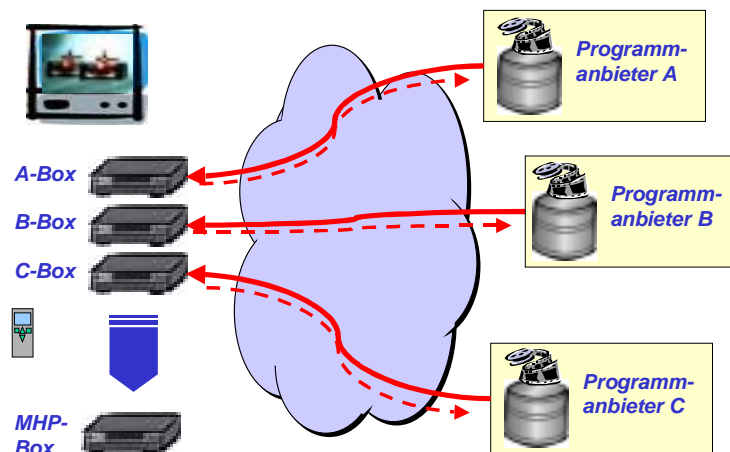


Abb. 2 MHP als Standards für multimediale Angebote

Wozu benötigt man dazu jedoch einen Standard für Set Top Boxen und digitale Angebote? Standards benötigen Zeit zur Spezifikation und zur Implementierung. Sie verursachen unter Umständen zusätzliche Aufwände bei der Entwicklung dadurch, dass sie massgeschneiderte Lösungen verhindern. Eine Alternative wäre, dass man passend zum jeweiligen Programm eine Set Top Box anbietet. Diese Lösung hätte die Konsequenz, dass man für jedes jeweils interessanten Programmangebot eine eigene Set Top Box benötigt. Für Programmanbieter A eben die A-Box, für Anbieter B die B-Box usw. Ein in Deutschland bekanntes Beispiel ist die d-Box, die seinerzeit in Ermangelung eines ausgereiften Standards auf den Markt kam. Bei MHP ist man der Hoffnung, durch den Standard eine Basis für wettbewerbsfähige Angebote sowohl für die benötigte Ausrüstung als auch für die angebotenen Inhalte zu schaffen.

Interaktive Anwendungen

Der Standard für MHP spezifiziert Set Top Boxen mit unterschiedlichem Funktionsumfang in sogenannten Dienstprofilen. Abbildung 3 zeigt eine Übersicht. Die einfachste Version einer MHP Set Top Box unterstützt das Enhanced Broadcast Profile. Eine solche Set Top Box besitzt keinen Rückkanal. Sie bietet jedoch eine lokale Auswahl an Interaktionen und eine Auswahl der im Datenstrom übertragenen Inhalte, wie beispielsweise den bereits erwähnten elektronischen Programmführer und zusätzliche Informationen zum Programm.

Eine Erweiterung dieses Funktionsumfangs beinhaltet das nächste MHP Profil, das Interaktive Broadcast Profile. Wie der Name bereits andeutet, gehen die Interaktionen jetzt über den lokalen Umfang hinaus. Für Interaktionen im Netz wird ein Rückkanal benötigt. Mit dem Interaktive Broadcast Profil lassen sich kommerzielle Transaktionen realisieren, beispielsweise für kostenpflichtige Inhalte (Pay-Per-View), für den Verkauf von Fan-Artikeln während der Spielpause der Sportsendung, für Gewinnspiele, Spendenaufrufe und für sonstige Angebote

aus der Kategorie des elektronischen Kommerzes. Ebenfalls realisierbar sind Meinungsumfragen (Televoting) für den Publikums-Joker der Quiz-Sendung, die Wette über das Ergebnis des Fussballspiels und ähnliches. Beide Profile, nämlich Enhanced und Interactive Broadcast, bilden die Basis der MHP Spezifikation in der Version 1.0. Für künftige Versionen ist das Internet Access Profil vorgesehen. Diese Profil bringt Internet-Anwendungen an den Fernseher, also z.B. E-Mail, Chat, Spiele, Foren und generell die Angebote aus dem WWW. Für das Internet Access Profile genügt die Fernbedienung nicht mehr. Für solche Anwendungen muss eine schnurlose Tastatur benutzt werden.

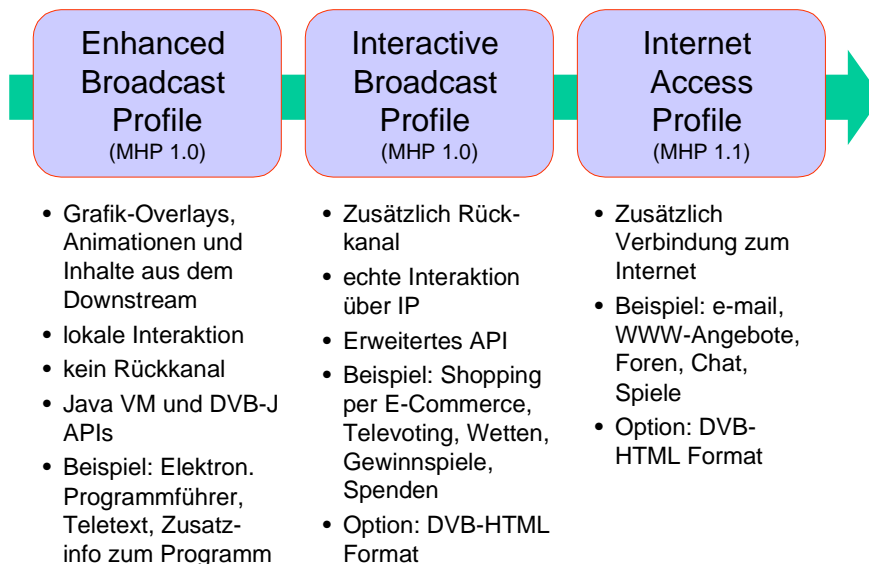


Abb. 3 MHP Dienstprofile

Eine Option, die über den Umfang des Version MHP 1.0 hinausgeht, ist das fernsehtaugliche HTML-Format nach der Spezifikation DVB-HTML. Wie bei den Mobiltelefonen ist das Display am Fernseher unterschiedlich von dem eines PCs. Bei Mobiltelefonen wurden als eigene HTML-Formate WML und cHTML (i-Mode) eingeführt. DVB-HTML berücksichtigt die beim Fernsehen gegenüber dem PC-Monitor geringere Auflösung. Auf dem Fernseher werden nach dem europäischen PAL Fernsehstandard maximal 720 x 576 Pixel dargestellt. Dieser Standard ist auch Basis des DVD-Formates (der amerikanische NTSC-Standard hat eine Auflösung von 720 x 480 Pixeln). Bei der Darstellung im Seitenverhältnis von 4:3 (Verhältnis 1,33) oder 16:9 (Verhältnis 1,78) sind die Pixel in der oben genannten TV-Auflösung (Verhältnis 1,25) ausserdem nicht quadratisch.

Mit DVB-HTML lässt sich ein deutlich höherwertiger Videotext oder Teletext realisieren. In der rückkanalfähigen Version hat man ausserdem die gleichen Möglichkeiten wie bei der Realisierung von Client-Anwendungen im Web. DVB-HTML baut auf XHTML 1.0 auf. DVB-HTML bindet Xlets statt Applets ein und ermöglicht durch eigene Lokatoren Referenzen auf audiovisuelle Inhalte (z.B. durch "dvb://current.av" für das aktuell laufende Programm). Die durch den DVB-HTML Browser verursachten zusätzlichen Anforderungen an die Prozessorleistung und den Speicherbedarf in der Set Top Box sind jedoch nicht unerheblich. Daher ist DVB-HTML in der MHP Spezifikation als Option aufgeführt.

Wie sehen digitale Fernsehprogramme nun in der Realität aus? Digitales Fernsehen ist etwas ganz anderes als das Internet im Wohnzimmer. Es ist ein eigenes Medium, das sich sehr stark am heutigen Fernsehen orientiert. Abbildung 4 zeigt das Konzept. Die drei Bilder links

neben der schematisch dargestellten Fernbedienung stellen Fernsehbilder dar. Oben erkennt man einen Ausschnitt aus einer regulären Sportübertragung. In einem digitalen Programm lassen sich zusätzliche Informationen unterbringen. Im Fernsehbild lassen sich Hinweise auf zusätzliche Angebote beispielsweise als grafische Overlays darstellen, wie im mittleren Bild gezeigt. Der Hinweis korrespondiert direkt mit einer Taste auf der Fernbedienung und ist beispielsweise als Videotext oder mit einer Farbe gekennzeichnet. In Abbildung 4 sind die mit Hinweisen korrespondierenden Tasten der Fernbedienung als Block mit der Bezeichnung "Anwendungen" gekennzeichnet". Beim Abrufen eines Informationsangebotes mit der entsprechenden Funktionstaste verändert sich das Fernsehbild beispielsweise wie im unteren Bild dargestellt. Das laufende Programm bleibt als Teilbild erhalten. Zusätzliche Infos werden als Text oder als weitere Informationsangebote gekennzeichnet. Die Rückkehr zum normalen Fernsehbild ist jederzeit auf Knopfdruck möglich.

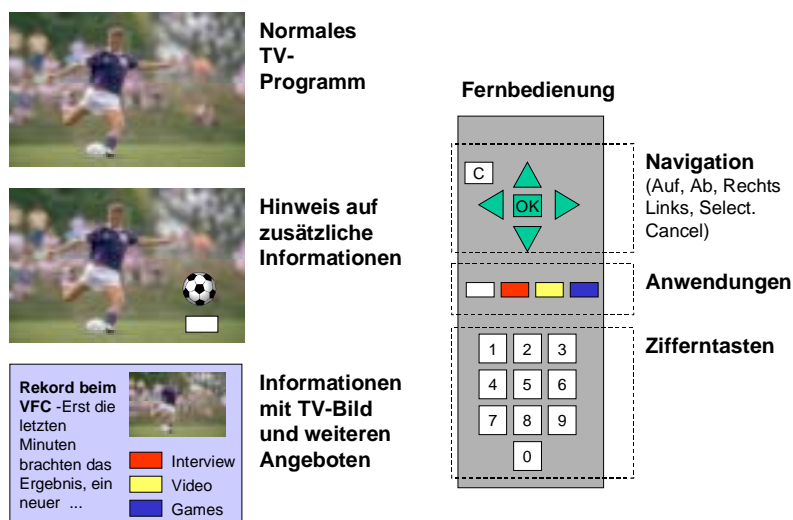


Abb. 4 Beispiele für interaktive Overlays

Zur Abfrage weiterer Informationsangebote mit Hilfe der Fernbedienung ist eine Navigation erforderlich. Die Realisierung entspricht der Menüführung bei DVD-Inhalten mit Hilfe der Fernbedienung des DVD-Players. Mit Hilfe der Tasten des Navigationsblocks der Fernbedienung lässt sich der Fokus auf dem Bildschirm nach oben und unten verschieben, sowie nach links und rechts. Elemente im aktuellen Fokus verändern sich in der Darstellung (z.B. durch hellere und grössere Schrift, Rahmen oder farbige Markierung). Die Auswahl eines Angebotes geschieht durch eine Selektionstaste bzw. eine OK-Taste. Mit Hilfe einer Cancel-Taste kann man jederzeit aussteigen bzw. in das nächst höhere Menü gelangen. Diese Art der menügesteuerten Navigation ohne Maus wird in der heutigen Zeit wieder durch die DVD populär, sowie durch die Mobiltelefone. Sofern sich das Informationsangebot im Datenstrom des Programmes befindet, ist für solche Arten der Interaktion kein Rückkanal erforderlich. Angebote, die einen Rückkanal erfordern (wie z.B. der Publikumsjoker), lassen sich jedoch nahtlos in diese Benutzerführung einfügen.

Der Weg digitaler Programme

Wo kommen die digitalen Programme her und auf welchen Wegen werden sie bis zur Set Top Box übertragen? Die Video-Produktion erfolgt in den Studios der Fernsehanstalten und Programmanbieter. Spielfilme gibt es von der Konserve. Spezielle Life-Übertragungen aus dem Sport oder Reportagen vor Ort erfolgen durch mobile Sendefahrzeuge. In allen Fällen

werden die Programme von sogenannten Play-Out Centern in die Netze gespeist. Abbildung 5 zeigt einen Überblick über die verschiedenen Übertragungswege. Nationale und internationale Strecken sind durch Datenautobahnen ausgebaut, die man auch als Back-Bone Netze bezeichnet. Solche Strecken versorgen die Sendeanstalten untereinander, den Anschluss der Bodenstationen für Satelliten-Uplinks, sowie die Einspeisung in terrestrische und leitungsgebundene Netze. Die Back-Bone Netze sind mit Glasfasern ausgebaut. Auf der Glasfaser gibt es unterschiedliche optische Transportverfahren, die generell für Telekommunikationsdienste eingesetzt werden. Unterschiedliche digitale Signale lassen sich leicht miteinander kombinieren, beispielsweise über Datencontainer in den SDH-Netzen, über ATM-Zellen, oder in Art einer optischen Trägerfrequenztechnik mit unterschiedlichen spektralen Farben im sogenannten Wellenlängenmultiplex (DWDM).

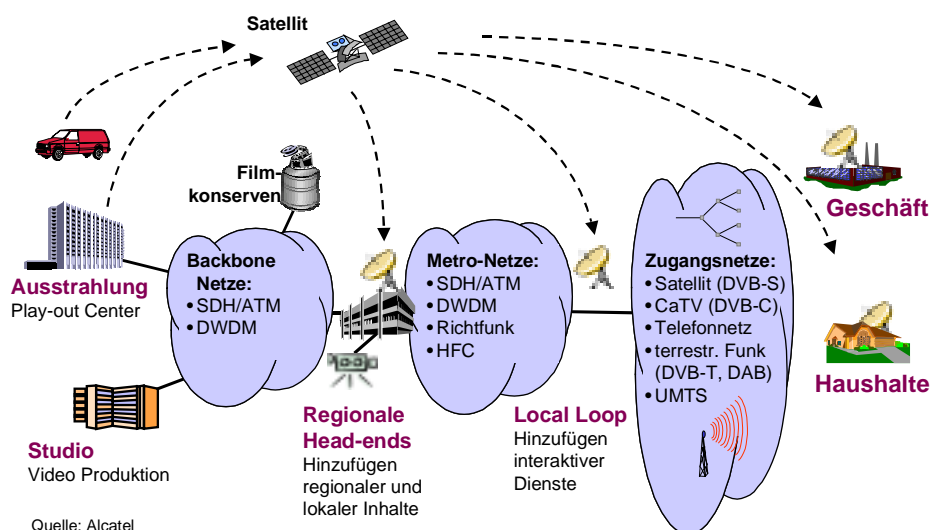


Abb. 5 Digitale Verteilnetze

Der Satellit hat bei der Übertragung ein Alleinstellungsmerkmal insofern, als dass er die empfangenen Programme gleich wieder ausstrahlt und direkt bis zum Endgerät transportiert. Der Satellit ist ein ideales Massenmedium für die flächendeckende Versorgung. Er besitzt ein grosses Einzugsgebiet und erreicht sehr viele Teilnehmer. Die Länge des Transportweges von der Bodenstation zum geostationären Satelliten und zurück zum Teilnehmer verursacht zwar längere Verzögerungen als bei der terrestrischen Übertragung. Für die unidirektional ausgestrahlten Programme spielt diese Verzögerung aber keine Rolle. Die Grenzen des Satelliten beginnen dort, wo individuelle Inhalte übertragen werden müssen und wo Interaktionen mit dem Teilnehmer erforderlich sind. Ein lokales Programm lässt sich über einen Satelliten, der ganz Europa ausleuchtet, nicht wirtschaftlich realisieren. Ebenso keine Spartenprogramme und keine individuellen Angebote aus dem Internet. Hierfür sind die Teilnehmerdichten der potentiellen Nutzer in Bezug auf die erreichbaren Teilnehmer im Einzugsbereich des Satelliten zu gering.

Die in Abbildung 5 dargestellten Übertragungswege beinhalten noch zwei weitere terrestrische Netzebenen, nämlich die Metronetze und die Zugangsnetze. Die Metronetze übernehmen die Versorgung im regionalen Bereich und in den grösseren Städten. Regionale Inhalte, lokale Inhalte und interaktive Angebote werden bei der terrestrischen Versorgung in den regionalen Head-Ends den überregionalen Programmen und Angeboten hinzugefügt. Metronetze sind wie die Back-Bones vorwiegend als optische Netze auf Glasfaserstrecken realisiert. Auch

moderne Fernseekabelnetze nutzen im regionalen Bereich vorwiegend Glasfasern. Wegen der Kombination von Faser (Fibre) im regionalen Bereich mit Koaxialkabel (Coax) im Zugangsnetz bezeichnet man solche Fernseekabelnetze daher auch als HFC-Netze, wobei HFC für Hybrid Fibre Coax steht. Eine weitere Möglichkeit zur Vernetzung auf regionaler Ebene ist der Richtfunk. Mit den parabolförmigen Richtantennen, wie man sie beispielsweise auf Sendemasten, Türmen und auf höher gelegenen Gebäuden findet, kann man Entfernungen mit Sichtverbindung von etwa 50 Kilometer überbrücken. Der Richtfunk ist dann eine Alternative, wenn keine Glasfaser vorhanden ist und das Datenvolumen die unter Umständen recht teure Verlegung eines Glasfaserkabels nicht rechtfertigt. Bei grossen Datenvolumen wird man allerdings in der Regel Glasfasern nutzen.

Auf dem letzten Stück des Weges zum Anschluss des Teilnehmers (der sogenannten Last Mile oder dem Local Loop), in den sogenannten Zugangsnetzen, gibt es eine Vielfalt unterschiedlicher Technologien. Hierhin gehören die baumförmig verästelten leitungsgebundenen Zugangsnetze, nämlich das Fernseekabel und die Anschlussleitung des Telefons. Zu den die funkbasierenden Zugangsnetzen gehört der zellulare Mobilfunk (GSM und UMTS), sowie die terrestrische Ausstrahlung von Fernsehen und Radio (DVB-T und DAB). Zu den Nutzern der digitalen Angebote gehören ausser den privaten Haushalten auch Geschäftskunden, vor allem grosse und grössere Unternehmen. Für die übertragenen Programme und multimedialen Inhalte ist der Transportweg zwar rein technisch betrachtet unterschiedlich. Diese Unterschiede sind jedoch für den Nutzer, für den Anbieter und für den Anwendungsprogrammierer ohne Bedeutung. Eine Set Top Box für Satelliten passt zwar nicht an den Kabelanschluss, zeigt aber die gleichen Inhalte, bedient die gleichen multimedialen Formate und besitzt diesbezüglich den gleichen Aufbau. Das gilt sinngemäss auch für die anderen Anschlusstypen.

Die Verpackung digitaler Programme

Das derzeit wichtigste Format für die über unterschiedliche Systeme transportierten multimedialen Inhalte beim digitalen Fernsehen ist die MPEG-2 Kodierung. Der MPEG-2 Standard wurde, je nach Stärke der Kompression, für Bitraten zwischen 1.5 Mbits/s und 15 Mbits/s ausgelegt. Ausser der Kompression erledigt MPEG-2 auch das Multiplexen der elementaren Datenströme für Audio und Video (die sogenannten Elementary Streams) in ein zur Speicherung auf der DVD geeignetes Format (den sogenannten Program Stream), bzw. das Multiplexen der Datenströme mit weiteren Informationen in ein zur Übertragung im Netz geeignetes Format (den sogenannten Transport Stream). Abbildung 6 zeigt eine Übersicht.

Die zunächst unkomprimierten Kanäle für Bild und Ton werden im Encoder komprimiert und anschliessend im Packetizer in Blöcke unterteilt. Die so formatierten Daten werden als Packetized Elementary Streams (PES) bezeichnet. Jeder PES trägt einen eigenen Zeitstempel. Für die Speicherung bzw. für den Transport werden die formatierten Datenströme in kleinere Pakete unterteilt und miteinander gemultiplext. Für den Transportweg kommt noch ein Datenkanal mit Informationen zum Programm dazu, die für den Transport Stream spezifisch sind. Ein vollständiger MPEG-2 Transportstrom enthält mehrere Programme.

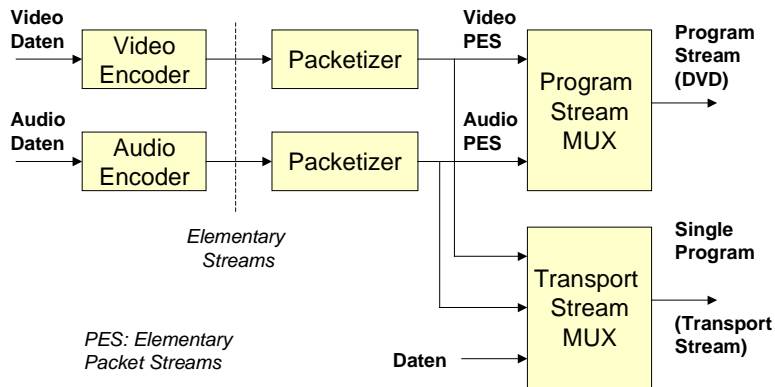


Abb. 6 MPEG2 Kodierung für multimediale Inhalte

Die in einem Transportstrom enthaltenen Daten sind heruntergebrochen in Pakete (bzw. Frames) mit einer festen Länge von 188 Bytes. Jedes dieser Transportpakete besitzt einen Packet Identifier, der die Art und die Zugehörigkeit der transportierten Daten kennzeichnet. Die Packetized Elementary Streams (PES) reisen als Nutzlast (Payload) in diesen kleineren Paketen mit, wobei ein PES auf viele Transportpakete verteilt ist. Jedes zu einem speziellen PES gehörige Transportpaket hat einen Packet Identifier (PID), der den PES kennzeichnet. Um den Zeitbezug der in den Transportpaketen enthaltenen unterschiedlichen Datenströme in herzustellen, enthalten die Transportpakete einen eigenen Zeitstempel (PCR, Program Clock Reference), mit Hilfe dessen die Uhr des Empfängers auf die Uhr des Senders aufsynchronisiert wird.

Die Transportpakete mit den PES für die einzelnen Programme sind nicht der einzige Datentyp im Transportstrom. Transportpakete mit dem Packet Identifier 0 beinhalten beispielsweise die Program Allocation Table (PAT), die jedes Programm im Datenstrom auflistet. Zu jedem Programm gibt es einen Verweis auf einen weiteren Packet Identifier, dessen Transportpakete weiterführende Hinweise zum jeweiligen Programm enthalten, nämlich die sogenannten Program Map Tables (PMT). In diesen Transportpaketen, die die Inhalte eines Programms beschreiben, befinden sich die Verweise auf die Packet Identifier der zu einem Programm gehörigen elementaren Datenströme (PES).

Auf diese einfache Weise kann ein Empfänger die in einem Transportstrom enthaltenen Inhalte analysieren und rekonstruieren. Die Program Allocation Table (PAT) verweist auf die Packet Identifier der Pakete, die Program Map Tables (PMT) enthalten. Diese wiederum verweisen auf die Packetized Elementary Streams (PES) des Programms. Einige der Programme sind unverschlüsselt, andere sind nur mit Zugangsberechtigung zu empfangen (Conditional Access). Informationen über frei zugängliche und über verschlüsselte Programme sind in einem weiteren Datentyp enthalten, der sogenannten Conditional Access Table (CAT).

Noch einige Bemerkungen zur Kodierung bei MPEG-2. Die kodierte Bildinformation finden sich im Video Elementary Stream. Wie bei bewegten Bildern üblich, besteht ein Video aus vielen Einzelbildern, den sogenannten Frames. Das Kodierungsverfahren kennt unterschiedliche Arten kodierter Frames:

- **I-Frames:** Der Buchstabe "I" steht für ein intra-kodiertes Bild. Zur Kodierung werden nur Informationen aus dem aktuellen Teilbild verwendet, d.h. keine Informationen aus vorausgegangenen Bildern, bzw. aus nachfolgenden Bildern. Ein I-Frame wird also wie ein einzelnes Foto kodiert. Für die Dekodierung eines I-Frames sind daher ebenfalls keine weiteren Informationen aus anderen Bildern erforderlich. Daher dienen I-Frames als Bezugspunkte im Datenstrom, um willkürlich auf eine beliebige Stelle im Video

zugreifen. Ein solcher "wahlfreier Zugriff" (random access) wird beispielsweise beim Vorspulen, Rückspulen und zum Start an einer ausgewählten Szene benötigt.

- P-Frames: Die Bezeichnung "P" soll auf eine prädiktive Kodierung hinweisen. Bilder in einer Videosequenz sind ja nicht völlig unterschiedlich voneinander. Diese Redundanz der Teilbilder ist massgeblich für die mit Hilfe der Kodierung erreichte Kompression der Daten.
- B-Frames: Mit dem Buchstaben "B" ist eine bidirektionale prädiktive Kodierung bezeichnet. Hier werden für die Kodierung bewegter Bildkomponenten nicht nur Werte aus der Vergangenheit, sondern auch Informationen über die kommenden Teilbilder verwendet.

Einige Bemerkungen zur Audiokompression. Für das reguläre digitale Fernsehen ist vor allen Dingen das Stereocodec nach MPEG-1 Layer 2 mit einer Bitrate von 128 kBits/s im Einsatz. Das MPEG-1 Layer 3 Audio Codec wurde unter der Abkürzung MP3 für die Kompression und für den Transfer von Musik im Internet populär. Auf DVDs findet sich für den mehrkanaligen Kinoton vor allen Dingen Dolby Digital (AC3), und nicht das ursprünglich vorgesehene Codec des MPEG-2 Standards. Der Grund ist der, dass die meisten Filme in Dolby Digital abgemischt werden. Der Mehrkanalton beansprucht eine Datenrate von 384 kBits/s. Für die heutige DVD und für das digitale Fernsehen sind MPEG-2 Video und Dolby Digital Audio die vorherrschenden Formate. Der Transport der audiovisuellen Inhalte über Satelliten (DVB-S), die terrestrische Ausstrahlung (DVB-T) und die Fernseekabelnetze (DVB-C) erfolgt über MPEG Transportströme, wobei für die Übertragung auf den unteren Protokollschichten je nach Übertragungsmedium unterschiedliche Verfahren verwendet werden.

Künftige Generationen von Kodierungsverfahren sind unter dem Arbeitstitel MPEG-4 in Arbeit. Diese neueren Formate sind zunächst vor allen Dingen auf den Übertragungswegen anzutreffen, die sehr viel sparsamer mit der verfügbaren Bandbreite umgehen müssen und daher niedrigere Bitraten verwenden als MPEG-2. MPEG-4 wird man zunächst auf PCs im Internet finden (d.h. auch bei Angeboten von Video über DSL), sowie bei Mobiltelefonen. Hier ist man mit geringeren Auflösungen und geringeren Datenraten zufrieden.

Unabhängig vom Kodierungsverfahren lassen sich audiovisuelle Inhalte auch in IP Netzen als sogenanntes IP-Streaming übertragen. Während die bei DVB gängigen Netze hohe Anforderungen an Schwankungen der Laufzeit für die Transportpakete haben (weniger als eine Millisekunde), sind die Anforderungen in den für universelle Zwecke gedachten IP-Netzen deutlich bescheidener. Zur Kompensation von Laufzeitschwankungen (Jitter) müssen die Empfänger die per IP-Streaming übertragenen Inhalte daher relativ lange zwischenspeichern (puffern). Das übertragene Video erscheint daher mit einigen Sekunden Verzögerung. Bei einem Spielfilm und bei vielen anderen Inhalten ist das sicherlich ohne Belang, jedoch nicht unbedingt bei Live-Übertragungen. Wenn der Zimmernachbar bei einem Fussballspiel 10 Sekunden eher "Tor!" schreit, hat er das Spiel wahrscheinlich mit einem konventionellen Empfänger angeschaut.

Rein technisch betrachtet lassen sich MPEG Transportströme in IP Netzen über das Real Time Transfer Protokoll (RTP) transportieren. Ebenso funktioniert auch der umgekehrte Weg, nämlich der Transport von RTP-Paketen über einen MPEG-Transportstrom. In dieser Richtung ist ausser Streaming aus dem Internet natürlich auch der Transport regulärer IP Pakete für einen breitbandigen Internet-Downstream interessant. Der Mechanismus ist jeweils das Paket im Paket.

Multimediale Inhalte im Verteilnetz

Die Verwendung unidirektionaler Netze für die Verteilung der Programme im Broadcast-Verfahren hat einige Konsequenzen für die Bereitstellung der zusätzlichen multimedialen Inhalte. Daten und Anwendungen lassen sich nicht wie im Internet unmittelbar durch Angabe eines Zeigers (einer URL) laden. Statt von einem lokalen Dateisystem oder statt von Servern im

Netz müssen die gewünschten Daten aus dem MPEG Transportstrom aufgesammelt werden. Zusatzangebote zu einem Fernsehprogramm werden daher während der Dauer des Programmes zyklisch wiederholt. Als Verpackung dienen Pakete im Transportstrom, die durch einen speziellen Packet Identifier (PID) gekennzeichnet sind. Zur Allokation der benötigten Pakete gibt es wiederum eine Meta-Information, die ihrerseits in Paketen mit gesondertem PID untergebracht wird (gemäß dem weiter oben im Zusammenhang mit den Elementary Streams angegebenen Schema).

Der multimediale Mix

Die Drehscheibe für die zyklische Sendung der zusätzlichen Daten wird als Karussell bezeichnet. Für den Anwendungsprogrammierer wird der zyklische Verteilmechanismus im MHP API wieder auf das Niveau eines Dateisystems abstrahiert. Allerdings ist dieses Dateisystem etwas langsam und Daten können grundsätzlich nur gelesen werden. Als Alternative zum Laden aus dem Datenstrom kann die Set Top Box einen Speicher (Cache) enthalten, der den Ladevorgang bei bereits gespeicherten Inhalten unter Umständen etwas beschleunigt. In diesem Fall ist ein Abgleich der lokal gespeicherten Inhalte mit denen im Netz erforderlich (mit Hilfe einer Versionsnummer).

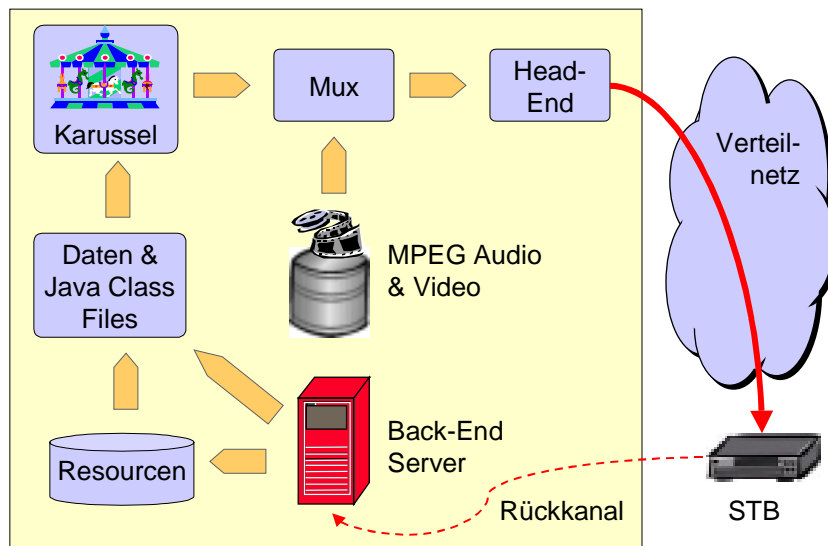


Abb. 7 Zusammenstellung interaktiver Inhalte

Abbildung 7 zeigt eine Übersicht über die Zusammenstellung der multimedialen Inhalte. Ein Back End Server im Netz stellt die benötigten Inhalte aus aktuellen Informationen und aus der Konserve (Ressourcen) zusammen. Die zusammengestellten Daten, Dateiverzeichnisse und Java Anwendungen werden in einer geeigneten Struktur als Module ins Objektkarussell eingestellt. Die Daten aus dem Karussell werden zusammen mit den audiovisuellen MPEG Programmen gemultiplext. Der resultierende Transportstrom wird in das Head End des jeweiligen Netzes eingespeist zur Ausstrahlung per Satellit, Verteilung per Fernsehkabelnetz oder zur terrestrischen Ausstrahlung. Eine Set Top Box am anderen Ende der Übertragung empfängt den Transportstrom. Der Ladevorgang eines Moduls in eine Set Top Box dauert so lange, bis das gewünschte Modul komplett übertragen worden ist.

Sofern die Set Top Box einen Rückkanal besitzt, kann sie mit dem Back End Server interagieren. Bei einem interaktiven Programm, beispielsweise dem Publikumsjoker für die Zuschauer beim TV-Quiz, liesse sich das Ergebnis der Umfrage wiederum im Karussell

bereitgestellt und fortlaufend aktualisieren. Nach dem gleichen Verfahren lassen sich On-Line Shopping, Versteigerungen oder Gewinnspiele durchführen. Bei einem vorhandenen Rückkanal ist das Anfordern und Laden von Dateien und Ressourcen auch direkt per URL über HTTP möglich. Die Übertragung der angeforderten Inhalte zur Set Top Box (Downstream) geschieht dann entweder über IP Pakete, die innerhalb des MPEG Transportstromes eingebettet sind, oder regulär im Transportstrom.

Ein interaktives Fernseh-Quiz als Beispiel

Der Ablauf für das Laden und Ausführen einer Anwendung sei am Beispiel einer TV-Umfrage (Televoting) erläutert. Die Anwendung ist als Java Xlet geschrieben. Ein Xlet besitzt eine geeignete Anwendungsumgebung auf der Set Top Box. Die Bezeichnung Xlet für Anwendungen auf der Set Top Box ist in Analogie zum Applet als Anwendung in einem Internet Browser zu interpretieren. Zum Laden und Ausführen von Xlets ist grundsätzlich kein Rückkanal erforderlich ist. Die hier beschriebene Anwendung (Publikumsjoker beim TV-Quiz) benutzt für die Meldung der einzelnen Ergebnisse der Umfrage zwar einen Rückkanal, unterscheidet sich aber sonst nicht von Anwendungen ohne Rückkanal.

Die Umfrage läuft sich in den folgenden Schritten ab:

- Empfang der Anwendung aus dem Verteilnetz: Das Objektkarussell sendet die eingestellten Module periodisch aus. Es können unterschiedliche Formate eingestellt werden, wie z.B. die Java Anwendung (Xlet) zusammen mit ihren benötigten Ressourcen (Bilder, Textdateien usw). Als Bildformate werden JPEG, PNG, GIF und MPEG-2 I-Frames unterstützt. Ausserdem können Audio Clips und Video Clips im MPEG-Format untergebracht werden. Weitere Inhalte sind Untertitel, Teletext, und Textfonts zur Darstellung am Bildschirm. Im Multiplexer werden das audiovisuelle Material und die Dateien in den Transportstrom gemischt. Die Module werden in Stücken von 64 kBits übertragen. Das Karussell lässt sich so konfigurieren, dass einzelne Partitionen eines Moduls häufiger übertragen werden als andere. Eine solche Konfiguration dient dazu, die Reaktionszeiten des Systems beim Starten von Anwendungen und bei der Anzeige von Inhalten zu beschleunigen, indem beispielsweise das zu einer Anwendung gehörige Icon häufiger ausgestrahlt wird und daher früher am Bildschirm erscheint.
- Laden und Starten der Anwendung: Die Set Top Box rekonstruiert und sortiert die empfangenen individuellen Datenströme. Aus den in den empfangenen Daten enthaltenen Tabellen entnimmt die Set Top Box, welche Class Files als Xlet auszuführen sind. Die Set Top Box startet das Xlet. Das Xlet lädt seine benötigten Ressourcen aus dem Netz. Die auf dem Karussell eingestellten Ressourcen stellen aus Sicht des Anwendungsprogrammierers ein externes Laufwerk mit einem Dateisystem an der Set Top Box dar. Die Verfügbarkeit der asynchron geladenen Dateien und Änderungen im Angebot werden der Anwendung vom System aus signalisiert. Sobald die Initialisierung abgeschlossen ist, zeigt das Xlet seine Bereitschaft zum Abruf durch den Benutzer durch ein Symbol in einer Ecke des Bildschirms an. Dieses Symbol ist ein Hinweis auf die Möglichkeit, mitzuspielen. Wenn der Zuschauer mitspielen möchte, selektiert er dieses Symbol mit Hilfe der Fernbedienung.
- Auswahl einer der Optionen des Publikumsjokers durch den Zuschauer mit Hilfe der Fernbedienung: Die Frage für den Publikumsjoker wird synchron zur Fernsehsendung als Overlay am Bildschirm angezeigt. Der Zuschauer wird aufgefordert, eine der vier angezeigten Optionen durch Drücken der zugehörigen Taste auf der TV-Fernbedienung auszuwählen. Für die grafische Darstellung am Bildschirm und für die Abfrage der Tastatur der Fernbedienung steht dem Anwendungsprogrammierer eine Bibliothek von Standardkomponenten zur Verfügung. Den Komponenten am Bildschirm lassen sich Tastatureingaben (Key Events) in Form abstrakter Anweisungen zuordnen (z.B. die Tasten 1 bis 4 der Fernbedienung für die Optionen des Publikumsjokers).
- Rücksenden der Wahl des Zuschauers über den Rückkanal: Sobald der Zuschauer eine der Optionen durch Drücken einer der Zifferntasten auf der Fernbedienung ausgewählt hat,

baut das Xlet über den Rückkanal eine Socket-Verbindung zum Back End Server auf und meldet die vom Zuschauer gewählte Option. Aus Sicht des Anwendungsprogrammierers kann die Rückmeldung über eine `URLConnection` mit Hilfe von HTTP erfolgen. Der Back End Server stellt in diesem Fall einen regulären Web Server dar, auf dem z.B. ein Servlet oder sonst eine Server-Anwendung läuft. Der Anwendungsprogrammierer hat ausserdem einen Einblick in die Art der physikalischen Realisierung des Rückkanals. Wird beispielsweise ein Telefonmodem verwendet, kann er vorgeben, welche Telefonnummer für den Verbindungsaufbau gewählt werden soll.

- Anzeige des Ergebnisses der Umfrage am Fernsehbildschirm: Die von den Zuschauern empfangenen Rückmeldungen werden im Back End Server akkumuliert. Das Ergebnis wird für die Sendung in geeigneter Form grafisch aufbereitet und kann direkt in der Fernsehsendung gezeigt werden. Als Alternative kann das Ergebnis auch im Objektkarussell in geeigneter Form in einer Datei bereitgestellt und ausgestrahlt werden. In diesem Fall empfängt das Xlet in der Set Top Box das Ergebnis, bereitet es grafisch auf und bringt es an den Bildschirm. Das Objektkarussell verfügt über einen Mechanismus für die Aktualisierung von Dateien (mit Hilfe von Versionsnummern). Aus Sicht des Anwendungsprogrammierers werden Änderungen als sogenannte Change Events gemeldet. Da die Verfügbarkeit der asynchron geladenen Dateien ebenfalls über Ereignisse kommuniziert wird, lassen sich auf diese Weise fortlaufende Aktualisierungen realisieren. Als Transportmedium vom Back End Server zur Set Top Box können alternativ zum reinen MPEG Transportstrom auch in den Transportstrom eingebettete IP Pakete verwendet werden. Weiterhin ist die Synchronisation aktueller Informationen aus dem Objektkarussell mit dem laufenden Fernsehprogramm mit Hilfe sogenannter `StreamEvents` möglich, die einen Zeitstempel für das Abspielen während der Sendung enthalten.

Die Set Top Box aus Sicht des Anwendungsprogrammierers

Für die Realisierung interaktiver Anwendung stehen im Verteilnetz folgende Komponenten innerhalb des Transportstromes zur Verfügung: Das DVB Objektkarussell und in UDP/IP eingekapselte Daten. Beide Methoden basieren im Sinne einer Protokollschicht auf speziellen MPEG-2 Sektionen, den sogenannten DSM-CC Sektionen (Digital Storage Media Command & Control). Eine weitere Komponente, die auf DSM-CC Sektionen basiert, ist die DVB Service Information (DVB-SI). Die DVB-SI enthält Informationen über sie ausgestrahlten Programme (ein Programm wird im DVB-Jargon als Service bezeichnet). Ein Teil dieser Informationen ist für die Funktion des Systems erforderlich, ein anderer Teil ist zur Anzeige am Bildschirm für den Benutzer bestimmt (Name der Programme, Sendezeiten usw). Der systemspezifische Teil enthält die Liste der verfügbaren Programme und wo diese zu finden sind.

In der umgekehrten Richtung, d.h. für den Rückkanal, werden IP Sockets verwendet. Als Transportprotokolle stehen HTTP/TCP, TCP/IP und UDP/IP zur Verfügung, sowie ein spezielles TCP basierendes Protokoll mit der Bezeichnung "DSM-CC User-to-User" zur Verfügung.

Voraussetzung für die bisher beschriebene Informationskette ist, dass die Set Top Box die auf der Senderseite verpackten Informationen empfangen und auspacken kann. Welche Komponenten benötigt die Set Top Box hierzu? Auf welche Komponenten der Set Top Box muss eine Anwendung zugreifen? Abbildung 8 zeigt den grundsätzlicher Aufbau einer Set Top Box zusammen mit ihren Steuerkomponenten. Die dunkler gefärbten runden Blöcke zeigen die Komponenten der Set Top Box. Die gestrichelten Kästchen bezeichnen die APIs und Bibliotheken, über die eine Anwendung auf die Komponenten der Set Top Box zugreift. Die Anwendung selbst ist als Rechteck mit der Bezeichnung Applikation dargestellt. MHP standardisiert die APIs der Set Top Box mit dem Ziel, dass Anwendungen unterschiedlicher Herkunft auf Set Top Boxen unterschiedlicher Hersteller laufen können. Ausser den APIs gibt MHP vor, auf welche Weise Anwendungen ihre Verfügbarkeit bekannt machen, wie sie

geladen werden, in welcher Umgebung sie ablaufen und wie sie vom System gesteuert und verwaltet werden.

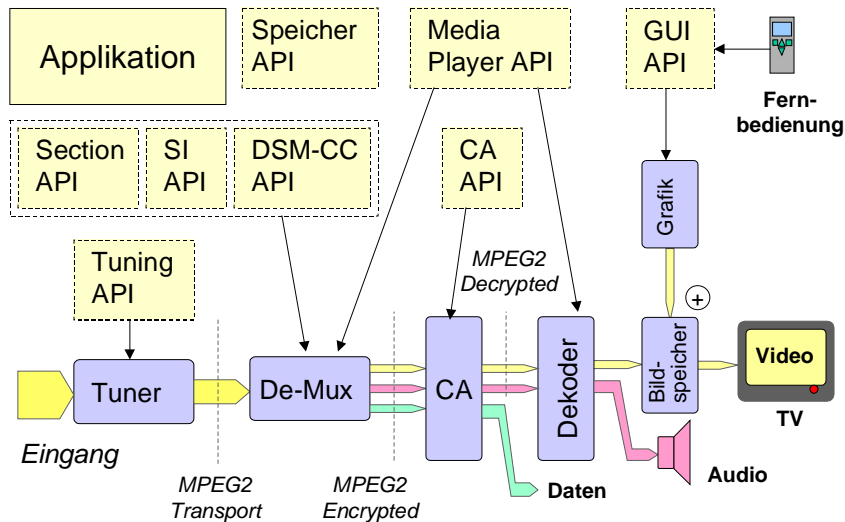


Abb. 8 Steuerkomponenten einer digitalen Set-Top-Box

Der grundsätzliche Aufbau der in Abbildung 8 gezeigten Set Top Box ist der einer unidirektionalen Pipeline, aus der vom empfangenen Signal in mehreren Schritten Bild, Ton und Daten extrahiert werden. Die Set Top Box ist physikalisch an ein Netz angeschlossen, in der Regel ein Satellitennetz, ein Fernsehkabelnetz oder an eine terrestrische Fernsehantenne. Ein Fernsehkanal transportiert entweder ein analoges Programm oder mehrere digitale Programme und ist zusammen mit den anderen Fernsehkanälen im Übertragungsspektrum in einem Kanalaraster von jeweils 8 MHz Bandbreite aufgereiht. Passend zum jeweiligen Netz besitzt die Set Top Box einen Tuner, der aus dem physikalischen Anschlussmedium einen Fernsehkanal selektiert, und der den darin enthaltenen MPEG Transportstrom extrahiert. Ab dem Tuner, der spezifisch für das jeweilige Netz ist, sind alle Set Top Boxen grundsätzlich gleich.

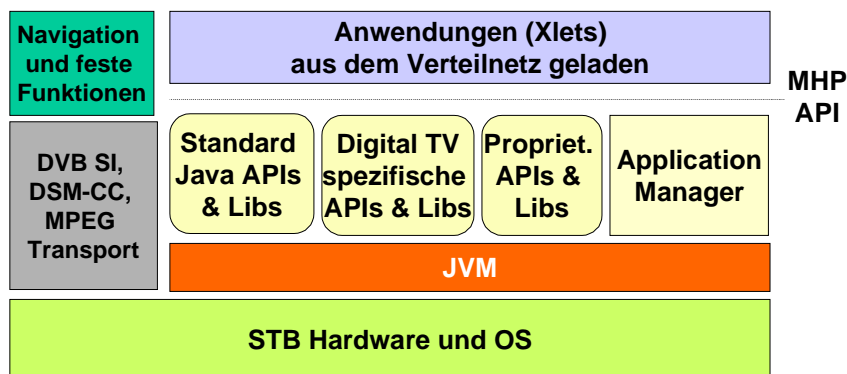
Die nächste Station ist das Ausfiltern der im MPEG Transportstrom enthaltenen Sektionen. Zur Auswahl der zu einem Programm gehörigen Sektionen wird Demultiplexer benötigt, der das Gegenstück zu dem in Abbildung 6 gezeigten Multiplexer für den Transport Strom darstellt (Transport Stream MUX). Der Demultiplexer liefert die Elementary Streams für Audio und Video, sowie die zum Programm gehörigen zusätzlichen Anwendungen und Daten. Die audiovisuellen Inhalte sind unter Umständen verschlüsselt. Sofern der Benutzer zum Empfang dieser Programme berechtigt ist, und die Set Top Box mit einem sogenannten Conditional Access System ausgerüstet ist, können diese Programme entschlüsselt werden. Die immer noch MPEG kodierte Bilder und Töne passieren anschliessend einen Dekoder. Von dort wird der Ton in einer geeigneten Form auf den Audioverstärker gegeben. Das Videosignal wandert in einen Bildspeicher und wird dort mit zusätzlichen grafischen Darstellungen überlagert. Die grafischen Overlays werden entweder vom System der Set Top Box erzeugt (z.B. Benutzerführung für Systemeinstellungen) oder stammen aus dem Datenkanal des digitalen Programmes. Ein unter Umständen ebenfalls in der Set Top Box vorhandener Rückkanal ist in Abbildung 8 nicht dargestellt (Telefonmodem oder LAN Anschluss).

Für den Zugriff auf die Komponenten der STB bietet MHP Schnittstellen für den Anwendungsprogrammierer (APIs). Folgende Programmierschnittstellen werden benötigt: die Einstellung des Tuners (Tuning API), Filtern von MPEG Sektionen (Section API), Zugriff auf DVB Service Informationen (SI API) und auf das Objektkarussell (DSM-CC API), sowie Zugriff auf das Conditional Access System (CA API). Zum Abspielen audiovisueller Formate wird ein Media Player API benötigt. Ein weiteres wichtiges Element ist die Benutzerführung mit Hilfe der Fernbedienung und der Anzeige am Bildschirm (GUI API). Zugriff auf die Speicherung von Daten und Cache für Anwendungen bietet ein Speicher API. Diese Sammlung an APIs soll das grundsätzliche Konzept von MHP zeigen. In der Praxis haben die MHP APIs unterschiedliche historische Wurzeln, die durch unterschiedliche Gremien ergänzt und erweitert wurden. Die Namensräume der Pakete der APIs sind daher nicht streng nach den in einer Set Top Box benötigten Funktionen oder Komponenten untergliedert.

Java als technologische Basis von MHP

Die aus dem Java Community Process stammenden APIs wurden von der MHP-Gruppe weiter entwickelt und ergänzt. Im Zusammenhang mit MHP ist daher mit den Konfigurationen und Profilen der J2ME in der Praxis unmittelbar nicht viel anzufangen. Für den Systementwickler des Herstellers schafft die MHP Spezifikation den Rahmen. Für den Anwendungsprogrammierer ist die Basis die API aus der DVB-J Spezifikation von MHP.

Eine Übersicht über die mit dem Sammelbegriff DVB-J bezeichnete Struktur ist in Abbildung 9 dargestellt. Zu den verfügbaren APIs gehören Teile der Java Standardpakete sowie spezielle Erweiterungen für digitale Set Top Boxen, die den Zugriff auf die weiter oben beschriebenen Komponenten einer Set Top Box ermöglichen. Ausserdem kann ein Hersteller zusätzliche proprietäre APIs und Bibliotheken ausserhalb der Standardkomponenten anbieten. Der Application Manager kümmert sich um den Lebenszyklus und die Laufzeitumgebung der Anwendungen, die als Xlets auf die Plattform geladen werden.



DVB SI: DVB Service Information (Programminhalte)
 DSM-CC: Digital Storage Media Command & Control
 Digital TV API: Erweiterungen von DVB, DAVIC, HAVI

Abb. 9 Systemkomponenten von MHP

Ein entscheidendes Argument für die Einführung von Java als Basis für MHP Anwendungen ist die Sicherheit, die Java für das Laden und Ausführen von Anwendungen aus dem Netz bietet. Von den Produkten aus der Unterhaltungselektronik ist man bisher noch keine Viren, Würmer oder trojanische Programme gewohnt. Ein weiteres Argument ist die Offenheit von Java.

Produkte und Anwendungen sind von vielen Herstellern erhältlich. Der Standardisierungsprozess innerhalb der Java Community sorgt ausserdem durch die Bereitstellung von Referenzimplementierungen und Test Suites für die Interoperabilität der entstehenden Produkte und für die Stabilität der verfügbaren Anwendungen.

Der Java Baukasten für MHP (DVB-J)

Die Spezifikation der DVB-J API lässt beispielsweise von der unter [ETSIMHP] angegebenen Seite aus dem Web laden und im HTML-Format durchstöbern. Die Komponenten des DVB-J für MHP in der Version 1.0 lassen sich in folgende Kategorien aufteilen:

- Standard Java Komponenten: DVB-J benutzt eine Untermenge der Standardpakete `java.lang`, `java.util` und `java.io`. Da die Benutzeroberfläche und Benutzerführung am Fernseher sehr unterschiedlich ist von der auf einem Desktop-System, finden sich für das Graphikpaket `java.awt` in seiner ursprünglichen Form keine Verwendung. Für die Benutzeroberfläche finden sich spezielle APIs in den spezifischen Erweiterungen (siehe `org.dvb.ui` und `org.havi.ui`).
- Media-Player: Zum Abspielen audiovisueller Inhalte in unterschiedlichen Formaten verwendet DVB-J die API des Media Frameworks (JMF 1.0), d.h. `javax.media`.
- Java TV 1.0: Die Basis für interaktive TV-Anwendungen liefert Java TV. Als zentrale Komponente von DVB-J stellt Java TV die Basis für Xlets bereit durch Ableitung der Klasse `javax.tv.xlet`. Ausserdem erwähnenswert ist die Klasse `javax.tv.net`, mit deren Hilfe über IP übertragene Inhalte im Broadcast-Kanal dargestellt werden können, beispielsweise Inhalte und Streaming-Angebote aus dem Web. In diesem Fall werden ausserdem die für den Umgang mit Datagrammen benötigten Funktionen des Paketes `java.net` verwendet, z.B. `java.net.DatagramSocket`.
- Secure Sockets: Die gesicherte Übertragung von Informationen und die Ausführung vertrauenswürdiger (signierter) Anwendungen (Xlets) mit Privilegien, wie z.B. den Aufbau kostenpflichtiger Verbindungen oder den Zugriff auf Daten des Benutzers, die über die Grenzen regulärer Xlets hinausgehen, ist bei Set-Top-Boxen genauso wichtig wie bei mobilen Endgeräten. Daher werden die Pakete `javax.net`, `javax.net.ssl`, `javax.security.cert` in DVB-J unterstützt.
- Spezifische Erweiterungen für Broadcast und TV: Spezifisch für den Einsatz in einer TV-Broadcast-Umgebung sind einige Systemfunktionen, die Benutzerführung, der Zugriff auf Daten, der Umgang mit multimedialen Datenströmen, das Auslesen der DVB-Service Information, die Auswahl von Programmen und Inhalten (Tuner, MPEG-Sektionen, Referenzierung von Inhalten und Anwendungen), die Speicherung persistenter Daten, die Verwaltung benutzerspezifischer Einstellungen (wie Sprache, Land, Jugendschutz, Schriftgrösse), sowie das Auslesen von Versionen und Profilen der jeweiligen Implementierung. Die hierfür vorgesehen Pakete von DVB-J sind in den Kategorien DAVIC APIs, DVB APIs und HAVI APIs zu finden und werden im nächsten Abschnitt kurz erläutert.
- Herstellerspezifische APIs: Der Hersteller der Set-Top-Box kann proprietäre Erweiterungen anbieten, beispielsweise eine eigene Grafikbibliothek für eine besondere herstellerspezifische Art der Präsentation der angebotenen Inhalte.

Die grafische Benutzeroberfläche von DVB-J

Die grafische Benutzeroberfläche von MHP nach dem DVB-J API beruht auf den Spezifikationen der HAVI Initiative (Home Audio Video Interoperability). HAVI ist ein Industriekonsortium für audiovisuelle Medien im Haushalt (siehe [HAVI]). Zu den Mitgliedern gehören Unternehmen aus der Unterhaltungselektronik wie Grundig, Hitachi, Matsushita (Panasonic), Philips, Sharp, Sony, Thomson Multimedia und Toshiba. Ziel des Konsortiums ist die Schaffung von Standards und von Konzepten zur Vernetzung und Kooperation audiovisueller Geräte im Haushalt. Zu solchen Geräten gehören typischerweise digitale Set Top Boxen, digitale Kameras, Videorekorder usw. HAVI spezifiziert ein Bussystem für die Kontrolle eines Gerätes durch ein anderes Gerät, beispielsweise für den Start der

Aufzeichnung am Rekorder durch Auswahl eines Programmes aus dem elektronischen Programmführer der Set Top Box. Künftig soll HAVi universelle Steuerungsmöglichkeiten für unterschiedliche Geräte mit Hilfe der TV-Fernbedienung ermöglichen. Für die Vernetzung basiert HAVi auf dem IEEE-1394 Bus (auch bekannt unter den Handelsbezeichnungen i.LINK bzw. FireWire). HAVi verfügt auch über eine eigene Umgebung für Java Anwendungen (den sogenannten Havlets) und ihrer Kommunikation zwischen unterschiedlichen Geräten.

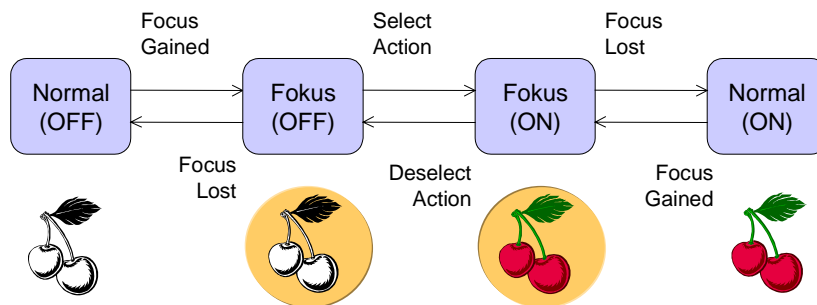


Abb. 5-10 Zustände für Komponenten der HAVi Benutzeroberfläche

Beim MHP-Standard wurde innerhalb von DVB-J die grafische Benutzerführung von HAVi übernommen. Während reguläre Grafikpakete wie `java.awt` sehr PC orientiert sind (Bedienung per Tastatur und Maus), wird für den Fernseher ein anderes Konzept für die Bedienung benötigt, bei dem die TV-Fernbedienung im Vordergrund steht. Eine Benutzeroberfläche für das Fernsehgerät ist wegen der deutlich geringeren Auflösung und des grösseren Abstandes zum Betrachter ausserdem viel weniger Text orientiert. Daher wurde `java.awt` durch die HAVi Spezifikation erweitert um die Bedienung per TV-Fernbedienung, grafische Komponenten (navigierbare und selektierbare Grafikobjekte, Transparenz, nicht quadratische Pixel), sowie den Zugriff auf TV-spezifische Komponenten wie z.B. MPEG I-Frames.

Eine Bedienoberfläche am TV arbeitet grundsätzlich so, wie die Auswahlmenüs eines DVD-Players. Abbildung 10 zeigt das Prinzip. Auf dem Bildschirm werden die verfügbaren Optionen auf einen Hintergrundbild zusammen mit Zusatzinformation als grafische Objekte dargestellt. Mit Hilfe der Fernbedienung (Steuertasten auf, ab, links rechts) lassen sich die navigierbaren Optionen ansteuern. Jeweils ein angesteuertes Objekt besitzt den Fokus des Benutzers. Das angesteuerte Objekt wird zur Rückmeldung an den Benutzer auf eine geeignete Weise hervorgehoben (z.B. durch einen Rahmen, helleren Hintergrund, grössere Schrift usw). Ein angesteuertes Objekt lässt sich durch eine Taste "Select" bzw. "OK" auf der Fernbedienung auswählen. Durch diese Auswahl wird die mit dem Objekt verbundene Aktion ausgelöst (z.B. Optionen für die Sprache anzeigen, bzw. den Film starten). Eine Aktion kann durch Drücken einer Taste "Cancel" wieder abgebrochen werden.

synchronisieren durch Stream Events, die in der Anwendung als Java Events abgefragt werden können. Eine der damit möglichen Anwendungen wären beispielsweise die Zusatzinformationen in der Quiz-Show, die als interaktive Overlays dargestellt werden.

Für die Interaktion mit dem System muss ein Xlets einige vorgegebene Methoden aus `javax.tv.xlet.Xlet` implementieren. Die Methode `initXlet` äussert den Wunsch der Anwendung, initialisiert zu werden. Nach der Initialisierung wird das Xlet in den Wartezustand versetzt (Paused). Der Aufruf der Methode `startXlet` versetzt die Anwendung in den aktiven Zustand. Aus diesem Zustand kann das Xlet wiederum in den Wartezustand wechseln durch Aufruf der Methode `pauseXlet`, deren Implementierung möglichst viele Ressourcen frei geben sollte. Zwischen dem aktiven Zustand und dem Wartezustand kann das Xlet während seines Lebens pendeln. Das Ende der Anwendung wird durch `destroyXlet` herbeigeführt. Die Implementierung dieser Methode kann eventuelle Zustandsinformationen (Spielstände und dergleichen) speichern und sollte alle Ressourcen des Xlets wieder freigeben. Anwendungen werden in diesen Zustand überführt, wenn der Benutzer die Anwendung beendet, bzw. wenn das System die Anwendung auf Basis einer Information aus dem Netz oder wegen mangelnder Ressourcen beendet.

Innerhalb der Anwendungsumgebung können mehrerer Midlets ablaufen. Im Unterschied zu Midlets (ausserhalb einer Midlet Suite) ist es Xlets grundsätzlich gestattet, miteinander zu kommunizieren und zu kooperieren. MHP 1.1 bringt als Erweiterung auch ein API für das Laden und Speichern von Xlets mit Hilfe eines Anwendungsspeichers (Cache), sowie für das Laden von Xlets über den bidirektionalen Kommunikationskanal.

Sicherheitskonzept für Anwendungen

Die Anwendungsumgebung des Xlets ist auch Bestandteil des Sicherheitskonzeptes. Es gibt Einschränkungen für die Dinge, die Xlets tun dürfen und systembedingt überhaupt tun können. Jedes Xlet wird mit einem eigenen Class Loader geladen. Zwei Klassen sind nur dann gleich, wenn sie den gleichen Namen haben und vom gleichen Class Loader geladen werden. Somit bleiben die auf dem System laufenden Xlets voneinander isoliert. Ausserdem ist dafür gesorgt, dass Anwendungen die vorhandenen Klassenbibliotheken des Systems nicht überschreiben können. Der Funktionsumfang eines Xlets bleibt so auf die durch die Klassenbibliotheken gebotenen und vom System unterstützten Funktionen beschränkt. Die Bindung des Class Loaders an ein Xlet vereinfacht ausserdem die Speicherverwaltung. Wird ein Xlet beendet, werden zusammen mit dem Class Loader des Xlets alle Objekte im Arbeitsspeicher beseitigt.

Für kostenpflichtige Transaktionen oder für den Zugriff auf geschützte Bereiche sind besondere Privilegien erforderlich. Hierzu gehören z.B. die Kommunikation nach aussen über den Rückkanal oder den Zugriff auf kostenpflichtige oder geschützte Inhalte. Man denke an die durch ein Xlet ausgelöste Wahl einer teuren 190-er Rufnummer über ein Telefonmodem, bzw. die Auswahl eines für Erwachsene vorgesehen Programmes. MHP 1.1 erweitert den Funktionsumfang des Standards um das Ausführen von Anwendungen direkt aus dem Speicher als Alternative zum Laden aus dem Transportstrom, sowie um Prioritäten für den Aufruf der zu einem Programm (Service) gehörigen Anwendungen. Durch diese Erweiterungen kann der Aufruf von Anwendungen beschleunigt werden. Im Speicher können sich ebenfalls geschützte Inhalte befinden, auf die ein Xlet nicht ohne Erlaubnis zugreifen darf.

Weiterhin stehen für den Schutz vor unerlaubten Eingriffen kryptografische Verfahren zur Verfügung. Mit Hilfe einer Public Key Infrastruktur (PKI) lassen sich Signaturen erzeugen, mit denen die Integrität (bzw. Unversehrtheit) der geladener Anwendungen und Informationen gewährleistet wird. Mit Zertifikaten lässt sich die Quelle eines signierten Xlets belegen, d.h. ob es sich um ein Original handelt. Signierte Xlets können als vertrauenswürdig eingestuft werden und erhalten in diesem Fall vom Benutzer Zugangsrechte auf geschützte

Kommunikationskanäle und Daten. Die Zugangsrechte werden vom Benutzer individuell auf Anfrage vergeben, d.h. ein Xlet, das den Rückkanal benutzen darf, erhält nicht automatisch Zugang zum Conditional Access System. Unsignierte Xlets erhalten nur den Zugriff auf die nicht geschützten Bereiche. Zu den geschützten Bereichen und Funktionen gehören der Rückkanal, der persistente Speicher, das System für den Conditional Access, die Steuerung anderer Anwendungen, das "zappen" in andere Kanäle, sowie der Zugriff auf die Präferenzen des Benutzers. Ausser einzelnen Xlets lässt sich auch eine Verzeichnisstruktur im Objektkarussell mit ihren Anwendungen komplett signieren. Für interaktive Dienste im Netz kann der Rückkanal in kryptografisch verschlüsselter Form benutzt werden, z.B. mit Hilfe von Secure Sockets.

Schliesslich sorgen die bei Java üblichen Sicherheitsvorkehrungen wie Verifikation des Bytecodes und der begrenzte Funktionsumfang der virtuellen Maschine für eine sichere Basis. Die für Java basierende Standards üblichen Referenzimplementierungen und Test-Suites fördern die Stabilität von Anwendungen und Systemen dadurch, dass miteinander konforme und interoperable Produkte entstehen.

Die Entwicklung multimedialer Inhalte

Für die Entwicklung multimedialer Anwendungen auf Basis des MHP Standards sind Service Development Kits erhältlich. Zu einer Entwicklungsumgebung gehören ein Entwicklungssystem (PC), ein Zielsystem (Set Top Box und Fernseher), sowie die benötigte Software. Für die Präsentation der audiovisuellen Inhalte ist ausserdem ein Streaming Server erforderlich. Abbildung 12 zeigt eine Übersicht der benötigten Komponenten.

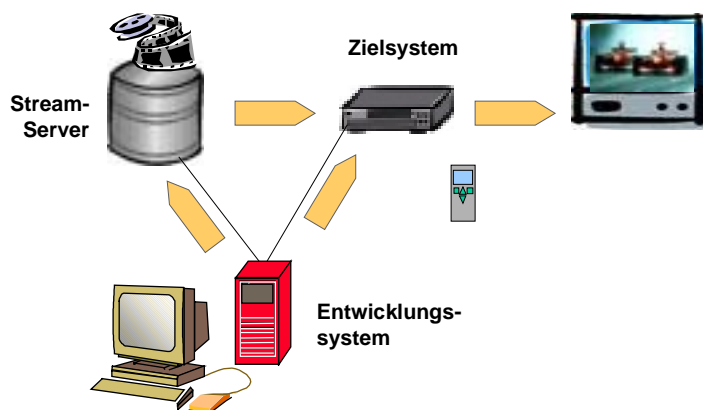


Abb. 12 Entwicklungsumgebung für MHP

Das Zielsystem stellt die Basisfunktionen einer Set Top Box bereit, wie beispielsweise Set-up Menü, Programmwechsel, sowie den Applikationsmanager für Xlets. Zur Grundausstattung eines Development Kits gehören die MHP APIs, Software zur Entwicklung und Debuggen für das Zielsystem, sowie Dokumentation. Die Xlets werden auf dem Entwicklungssystem geschrieben, auf das Zielsystem (Set Top Box) geladen und dort ausgeführt. Zum Laden wird im einfachsten Fall ein Remote File System auf dem Entwicklungssystem verwendet, auf das

das Zielsystem per HTTP Zugriff hat uns das auf der Set Top Box als Dateiverzeichnis abgebildet ist.

Die Funktion der Xlets lässt sich direkt am TV-Bildschirms beobachten und mit der Fernbedienung ausprobieren. Ein Fernsehprogramm für Testzwecke lässt sich als Videostrom von einem Streamer PC ins Zielsystem einkoppeln, beispielsweise über eine PCMCIA Karte im Schacht des Conditional Interfaces (siehe [PhiMHP]). Anwendungen, die einen Rückkanal benutzen, können ebenfalls erstellt werden. In diesem Fall wird das im Zielsystem vorhandene serielle Modem verwendet.

In einer erweiterten Konfiguration würden Xlets und Ressourcen auf einem DVB-Karussell im Stream-Server bereitgestellt und würden von der Set Top Box aus dem MPEG Transportstrom geladen, d.h. in der Entwicklungsumgebung dann ebenfalls über den Streamer PC. Ausserdem gibt es Autorenwerkzeuge für die grafische Erzeugung von interaktiven Overlays und von Anwendungen. Wie bei den gängigen Web-Editoren sind für Autorenwerkzeuge Programmierkenntnisse nicht erforderlich. Bilder, Menüs, Texte, interaktive Schaltflächen und Knöpfe lassen sich mit einem Editor vorgeben, inklusive ihres zeitlichen Ablaufes und der interaktiven Steuerung. Autorenwerkzeuge erzeugen entweder ablauffähige Xlets (Bytecode), oder Sourcecode für Xlets, der sich weiter modifizieren lässt.

Literatur

[ETSIMHP] Multimedia Home Plattform Spezifikation 1.0, ETSI 2001, TS102 812 V1.1.3,

http://www.mhp.org/technical_essen/specification.html

[JCPorg] Java Community Prozess zur Standardisierung von Java Spezifikationen, siehe

<http://www.jcp.org>

[JavaTV] Java TV Spezifikation, <http://java.sun.com/products/javatv>

[MHPOrg] Web-Seite der MHP Organisation, <http://www.mhp.org>

[DVBOrg] Web-Seite der Digital Video Broadcasting Organisation (DVB), <http://www.dvb.org>

[DAVIC] Web-Seite des Digital Audio-Visual Council (DAVIC), <http://www.davic.org>

[HAVi] Web-Seite der Home Audio Video Interoprability Spezifikation, <http://www.havi.org>

[PhiMHP] Informationen, Produkte und SDK für die Entwicklung von MHP Anwendungen

<http://www.digitalnetworks.philips.com/InformationCenter/Global>