



TECH pedia



MODERNEN TV-STANDARDS

PAVOL PODHRADSKÝ, PETER TRÚCHLY

Titel der Arbeit: Modernen TV-Standards
Author: Pavol Podhradský, Peter Trúchly
Übersetzt (von): Radoslav Vargic
Veröffentlicht (von): České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Kontaktadresse: Technicka 2, Prague 6, Czech Republic
Tel.: +420 224352084
Drucken: (nur elektronisch)
Anzahl der Seiten: 35
Ausgabe: 1. Ausgabe, 2017
ISBN 978-80-01-06288-3

TechPedia

European Virtual Learning Platform for
Electrical and Information Engineering

<http://www.techpedia.eu>



Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung (Mitteilung) trägt allein der Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

ERLÄUTERUNG



Definition(en)



Interessantheit (Interessantes)



Bemerkung



Beispiel



Zusammenfassung



Vorteile



Nachteile

ZUSAMMENFASSUNG

Dieses Modul bietet eine kurze Übersicht über analoge und digitale TV-Konzepte. Derzeit konzentriert sich die Entwicklung im Bereich der TV-Sendung auf die Integration der Rundfunk- und IP-ICT-Infrastrukturen. Das Hauptziel dieses Lernmoduls ist eine Übersicht über zu den Standards Digital Video Broadcasting (DVB), sowie Hybrid Broadcast Broadband TV (HbbTV) zu geben.

ZIELE

Das Hauptziel dieses Kurses ist, Grundkenntnisse im Bereich des digitalen Fernsehens und Digital Video Broadcasting -Systeme (DVB-TV) und das Konzept der Hybrid Broadcast Broadband TV (HbbTV) zu erwerben. Der Schwerpunkt liegt vor allem im Bereich der DVB-TV und der HbbTV Normen.

LITERATUR

- [1] Lundström, Lars-Ingemar. Understanding Digital Television - An Introduction to DVB Systems with Satellite, Cable, Broadband and Terrestrial TV. Elsevier, 2006. 316 pages. ISBN 978-0-240-80906-9
- [2] Benoit, Hervé. Digital Television - Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework. Third Edition. Elsevier, 2006. 289 pages. ISBN: 978-0-240-52081-0
- [3] O'Driscoll, Gerard. The Essential Guide to Digital Set-Top Boxes and Interactive TV. Prentice Hall, 2000. 320 pages. ISBN 0130173606
- [4] Wu, Yiyang et al. Comparison of terrestrial DTV transmission systems: the ATSC 8-VSB, the DVB-T COFDM, and the ISDB-T BST-OFDM. IEEE Transactions on Broadcasting (Vol. 46 , No. 2). 2000. pp. 101 - 113
- [5] Sarginson, P.A. MPEG-2: Overview of the systems layer. BBC Research & Development Department, 1996.
- [6] DVB Standards & BlueBooks, <http://www.dvb.org/standards/>
- [7] DVB Project. DVB-T2 - 2nd Generation Terrestrial: The World's Most Advanced Digital Terrestrial TV System. DVB Fact Sheet, May 2015
- [8] DVB Project. DVB-S2 - 2nd Generation Satellite. DVB Fact Sheet, August 2012
- [9] DVB Project. DVB-C2 - 2nd Generation Cable: The World's Most Advanced Digital Cable TV System. DVB Fact Sheet, July 2012

- [10] Ciochina-Duchesne, Cristina; Castelain, Damien; Bouttier, Arnaud. Satellite Profile in DVB – NGH Physical layer technical choices and motivations. 6th Advanced Satellite Multimedia Systems Conference (ASMS) and 12th Signal Processing for Space Communications Workshop (SPSC), 2012
- [11] DVB Project. DVB-MHP - Multimedia Home Platform: Open Middleware for Interactive TV. DVB Fact Sheet, May 2011
- [12] ETSI TS 102 796 V1.3.1,
http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102700_102799/102796/01.03.01_60/5Cts_102796v010301p.pdf
- [13] ETSI TS 102 796 V1.1.1,
http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102700_102799/102796/01.01.01_60/ts_102796v010101p.pdf
- [14] ETSI TS 102 796 V1.2.1,
http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102700_102799/102796/01.02.01_60/5Cts_102796v010201p.pdf
- [15] Podhradský, Pavol; Mikóczy, Eugen; Dúha, Ján; Trúchly, Peter at al. NGN – Selected topics, LdV IMProvet, Educational publication, 137 pages, Published by ČVUT Praha, ISBN: 978-80-01-05295-2, August 2013, CD versions (SK, EN, CZ)
- [16] Podhradský, Pavol; Trúchly, Peter; Londák, Juraj; Schumann, Sebastian. New generation of multimedia services/applications, Educational publication, 32 pages, Published by ČVUT Praha, on-line versions (SK, EN, CZ, DE, ES)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Analog und Digital-TV, Konzept und Vergleich	9
3	MPEG-Standards im Überblick und Grundspezifikationen	11
4	Digitale Fernseh- und Rundfunk-Standards	14
5	DVB Standards	16
5.1	Digitale Rundfunksendung – terrestrisch (DVB-T)	18
5.2	Digitale Rundfunksendung - Satelliten	20
5.3	Digitale Rundfunksendung - Kabel	22
5.4	Digitale Rundfunksendung für Handhelds	24
5.5	Digitale Rundfunksendung - Multimedia Home Plattform	26
6	HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband TV)	27
6.1	HbbTV Standards	29
6.2	HbbTV Dienstleistungen	34
7	Anhang: Moderne TV-Standards - Internet Protocol Television	35

1 Einleitung

Fernsehen (TV) hat im Laufe der Jahre seiner Entwicklung von einem primitiven mechanischen Fernsehen (1884), über elektronisches analoges Fernsehen bis zum digitalen Fernsehen viele wichtige Meilensteine passiert. Die Ursprünge des mechanischen Fernsehens fallen in die Zeit, als die Nipkow-Scheibe erfunden und patentiert wurde. Diese mechanische Scheibe rotiert und über kleine Löcher, dazu wurden die Bilder gescannt und am anderen Ende auf einem kleinen Bildschirm angezeigt. Es gab auch kommerzielle Heim-TV-Geräte (Octagon, Baird-Modelle), aber dieser primitive Fernseher war nur für den "neugierigen" Kunden interessant.

Das elektronische Fernsehen entwickelte sich, nachdem die *Kathodenstrahlröhre (CRT)* erfunden wurde [1]. Es verwendet einen Elektronenstrahl, der Bilder auf einer fluoreszierenden Oberfläche des Bildschirms (Zeile für Zeile) erzeugt. Der erste elektronische Fernseher war analog und schwarz-weiß und erst in den 1950er Jahren erschien der Farbfernseher. Ein bedeutender Boom in einer Fernseherproduktion geschah, nach dem Zweiten Weltkrieg in den Vereinigten Staaten, als sich die Anzahl der Haushalte mit TV-Geräten drastisch erhöhte. Für analoge Fernseher wurden drei Codierungssysteme entwickelt - NTSC, PAL und SECAM. In Europäischen Ländern werden PAL / SECAM-Systeme benutzt. Sender verteilen Inhalte über eine Reihe von Kanälen über Hoch- und Ultrahochfrequenzbänder, mit einem Fernsehkanal pro Träger (Kanal) Frequenz.

Ab den 1980er Jahren war es möglich, analoge Videosignale und digitale Audiodaten zu übertragen, aber eine Umwandlung von analogen zu digitalen Signalen hat effiziente Codierungsalgorithmen und Hochleistungsprozessoren erfordert. Mit der Erfindung der MPEG-Kompression-Algorithmen am Anfang der 1990er Jahre begann die Entwicklung eines Standards für das digitale Fernsehen. Zur Zeit werden digitale Signale über Kabel, drahtlos und über Satellit in Standard- und High-Definition-Auflösungen übertragen. Rasche Fortschritte in der Informations- und Kommunikationstechnologien verwandeln gewöhnliche TV-Geräte zu Smart-TVs, die auch über eine Breitbandanbindung verfügen. Diese Fähigkeit bringt den Endanwendern neue Anwendungen sowie den Zugang zu IPTV-Diensten [2].

Die tatsächlichen Anstrengungen sind auf die Entwicklung von Hybrid-Digital-Fernsehern fokussiert. Im Jahr 2009 hat das HbbTV Konsortiums (Hybrid Broadcast Broadband TV) das Hauptziel definiert die Rundfunk-, Breitband- und IPTV-Dienste zu kombinieren, um die Unterhaltung über ihre Endgeräte (TV, Set-Top-Boxen) für den Benutzer zu ermöglichen.



Octagon



Baird Modell "C"

1928



1940 - 1960



1990 - 2014

Abb. 1 - Entwicklung von TV-Geräten

2 Analog und Digital-TV, Konzept und Vergleich

$E=m \cdot c^2$

Analog-TV (ATV) sendet ein analoges Signal, dessen Amplitudenwerte variieren über ein kontinuierliches Intervall. Dieses Signal trägt das Audiosignal (Ton), Videosignal (Informationen über die Bildhelligkeit und Farbe) und Synchronisationsinformation (horizontal, vertikal). Das Audiosignal wird mit Frequenzmodulation moduliert, und das Videosignal wird auf einer Kanalfrequenz mit Amplitudenmodulation übertragen, das heißt eine TV-Station besetzt die gesamte Kapazität einer Kanalfrequenz.

–

Die analoge Art des übertragenen Signals, liefert in der Regel eine geringere Qualität des Bildes. Das analoge Signal wird durch Störungen und Geräusche während der Übertragung (physikalischen Prinzipien der Signalausbreitung, Reflexionen, Wetter) beeinflusst und ergibt Geister und Schnee (Lärm, Körnigkeit) im Bild. Mit zunehmendem Abstand zwischen Benutzer-Antenne und Sender sinkt die Intensität des Analogsignals und kann nicht vollständig regeneriert werden.

Digitales Fernsehen (DTV) überträgt digitale Signale. Die Quelle der Video- und Audiosignale sind analoge Signale sie müssen zuerst digitalisiert werden, d.h. umgewandelt in Folgen von 0en und 1en. Die digitalisierten Signale müssen komprimiert und kombiniert werden. Dann bilden sie ein Transportsignal (Stream) der letztendlich für den Rundfunk eingestellt wird.

+

DTV-Signale werden durch Fehlerkorrekturcodes geschützt, um das ursprüngliche Signal zu regenerieren und Rauschen und Interferenzen zu beseitigen [1]. Daher kann der Benutzer TV-Sender (Bild und Ton) in der gleichen Qualität betrachten, wie sie ausgestrahlt wurden (keine Geister). Diese Technologie bietet dem Anwender ein Bild in Standard (SD) sowie High-Definition (HD) Auflösungen und Ton in CD (Compact Disc) Qualität. Das digitale Fernsehen kann die Kapazität eines Frequenzkanals effektiv ausnutzen. Kompression (und Multiplexing) Algorithmen erlauben dem TV-Sender weitere TV- und Radio-Stationen innerhalb der vorhandenen Kapazität zu belegen. Digitales Fernsehen bietet viele Innovationen mit einem neuen Betriebsmodell, das zu einer Konvergenz von Computer, Fernsehen und Internet erheblich beiträgt. Vorteile für den Kunden sind eine Vielzahl von TV-Kanälen und der Zugang zu einer breiten Palette neuer Dienste.

DTV und ATV können das gleiche Medium für den Rundfunk (Kabel, drahtlos und Satellit) verwenden. Sie teilen sich das gleiche Frequenzband, jedoch nicht die gleichen Frequenzen gleichzeitig. DTV ist nicht rückwärtskompatibel mit ATV. Die Benutzer müssen eine neue digitale Set-Top-Box (STB) [3] kaufen. Abb. 2 zeigt, wie sich die Bildqualität ändert, abhängig von der Signalstärke. Einfach gesagt, digitale Bilder sind entweder in perfekter Qualität oder es gibt kein Bild. Es ist ein großer Unterschied, ob das digitale Bild in perfekter Qualität gezeigt wird und analoges TV-Bild immer körniger und mit „Geistern“ anzusehen ist.

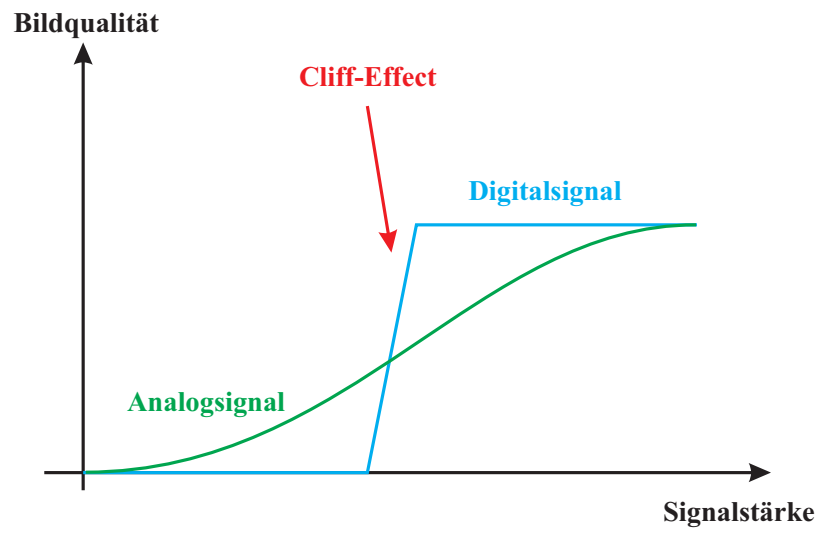


Abb. 2 - Digitales Fernsehen - Abhängigkeit der Bildqualität von der Signalstärke.

3 MPEG-Standards im Überblick und Grundspezifikationen

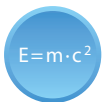
Wie bereits erwähnt wird beim digitalen Fernsehen ein digitales Signal gesendet und die oft analogen Signale der Quellen müssen in eine digitale Form (Analog-Digital-Wandler) umgewandelt werden.



Das analoge Videosignal, das eine Bandbreite von 5 MHz im Falle eines einheitlichen europäischen 625-Zeilen-TV-Signal mit 720 Pixeln pro Zeile benötigt, hat 414.720 (576 x 720) Pixel pro Bild (Frame). Nach der Digitalisierung würde das Schwarz-Weiß-Videosignal (mit 25 Bildern pro Sekunde) einer Rate von etwa 83 Mbps (oder etwa 250 Mbps für Farb-Videosignale) erfordern. Diese Bitraten sind zu hoch und in realen Systemen (z. B. über Satellit) fast nicht anwendbar. Glücklicherweise enthalten Videosignale sowie Audiosignale eine Menge redundanter Informationen, die über geeignete Kompressionstechniken entfernt werden können. Die Komprimierung kann die ursprüngliche Rate (basierend auf Qualität und Auflösungen) auf mehreren Mbps verringert werden.

Redundante Information darstellt (zum Beispiel) die Information, die vorausgesagt werden kann, macht eine Übertragung überflüssig, da der Empfänger (Decodierer) in der Lage ist, sie zu berechnen. Kompressionstechniken nutzen auch die Einschränkungen der menschlichen Wahrnehmung von akustischen und visuellen Informationen aus. Audiosignale enthalten einige Informationen, die durch das menschliche Ohr nicht hörbar sind, und können entfernt werden. Das Videosignal enthält eine Menge von Informationen, die sich in aufeinanderfolgenden Rahmen wiederholen, und basierend auf diesem Prinzip können geeignete Algorithmen die von dem Sender an den Empfänger übertragene Datenmenge verringern.

Für die Kompression von digitalen statischen Bildern wurde das JPEG-Format entwickelt, das die diskrete Cosinus-Transformation verwendet. Für das Bewegtbild gibt es die Moving Pictures Experts Group (MPEG), die mit einer Aufgabe gebildet wurde effiziente Komprimierungstechniken zu entwickeln welche die Arbeit mit Video-Clips in Computern und deren Transport zwischen Computern oder anderen Geräten unterstützen.



DVB Technologie benutzt MPEG Kompressions-Standards [2].

Der erste Standard, der von dieser Gruppe definiert wurde, war MPEG-1. Dieser Standard bietet mittlere Videoqualität bei niedrigen Bitraten konstant bis zu 1,5 Mbps für Systeme mit interaktiver Videospeicherung auf CD-ROMs. Es wurde auch sehr beliebt für die Verteilung von Videos über das Internet. MPEG-1 war jedoch nicht in der Lage, das analoge Fernsehen zu ersetzen. Basierend auf dem MPEG-1-Prinzip wurde der neue MPEG-2-Standard entwickelt. Der MPEG-2-Standard wurde von einem Bedarf an Standard-Fernsehcodierung und deren Verteilung über terrestrische, Kabel- und Satellitensysteme beeinflusst.



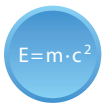
Der MPEG-2-Standard ist für den Rundfunk und auch für höhere Bitraten (2 Mbps und mehr) optimiert. Es ist auch für Film Speicherung z. B. auf DVD geeignet. Der

MPEG-2-Standard ist kompatibel mit MPEG-1, das heißt ein MPEG-2-Decodierer kann alle MPEG-1 enkodierte Signale dekodieren [2].

Der MPEG-4-Standard ,veröffentlicht im Jahr 1998, erlaubt die Kodierung von audiovisuellen Objekten.



MPEG-4 enthält komplexere Algorithmen, die dem Benutzer Videosignale in gleicher Qualität, aber niedrigeren Bitraten als MPEG-2 zur Verfügung stellen können. MPEG-4 unterstützt eine große Auswahl von Bitraten und kann für die Verteilung mit niedriger Bitrate Internet (IP) TV sowie High-Definition-TV-Auflösungen verwendet werden. Die ITU standardisiert diesen Standard als H.264.



Der MPEG-2-Standard (wie MPEG-1) definiert drei Hauptteile:

- MPEG-2-System (Teil 1), der angibt, wie der endgültige MPEG-2-Strom erzeugt wird,
 - MPEG-2-Video (Teil 2), der angibt, wie Video-Elementarströme kodiert werden,
 - MPEG-2-Audio (Teil 3), der angibt, wie elementare Audio- Elementarströme kodiert werden
-

Der MPEG-2-Video-Kodierer nimmt die unkomprimierten Videorahmen und kodiert sie, wodurch aus Rahmen mit fester Größe (Zugriffseinheiten, Abb. 3) Rahmen mit variabler Größe erzeugt werden (komprimiert). Ihre Größe hängt von der Originalbild und der Art und Komplexität jedes Rahmens ab, je nachdem ob es sich um einen I-, P- oder B-Rahmen handelt [2]:

- I (Intra) Rahmen / Bilder werden als JPEG Bilder kodiert, d.h. ohne Bezug auf andere Rahmen / Bilder im Video. Sie enthalten alle erforderlichen Informationen, um Originalbilder zu rekonstruieren, bieten aber die niedrigsten Kompressionsraten.
- P (Prognostiziert) Bilder werden in Bezug auf ein Verfahren (I oder P) kodiert. Diese Bilder tragen nur Informationen über eine Änderung (Bewegung) zwischen dem vorhergehenden und dem aktuellen Bild.
- B (Bi-direktional) Bild ähnelt der P-Bild-Kodierung, aber benötigt auch das Folgebild als Referenz und benutzt die bidirektionale Interpolation. Die B-Bilder bieten die höchsten Komprimierungsraten.

Der MPEG-Video Kodierer erzeugt Sequenzen von I-, P-, B-Bildern in Gruppen (GOP). Jede GOP beginnt mit einem I-Bild folgt von P- und / oder B-Bildern (Abb. 4). Das Vorhandensein und die Anzahl von P- und B-Bildern in einer GOP beeinflussen die endgültige Komprimierungsrate, Kodierungsverzögerungen, die Bearbeitungsfähigkeit und Korrektur von Fehlern.

Der MPEG-1 Audio-Teil definiert drei Audio-Schichten: die Schicht I (verwendet vor allem in Philips Digital-Audio-Kassetten), Layer II (effektiver Kodierer für

festen Bitraten von 32 bis 192 kbps für Kanal), Layer III (populär als MP3 Format). Der MPEG-2 Standard hat erweiterte Audiokodierung, unterstützt mehr als zwei Audiokanäle (bis zu 5.1-Mehrkanal) und kann anderen Audio-Kodierer (MPEG-2 AAC) benutzen.



Mit den neuen Ultra-High-Definition-Auflösungen (UHD, 4K und 8K als 3840x2160 und 7680x4320) tauchte auch eine erneute Nachfrage nach effizienten Video-Codecs auf. Der H.264 / MPEG-4 AVC-Codec wurde erweitert um diese Auflösungen zu unterstützen. Der entsprechende Video-Kompressions-Standard ist im Jahr 2013 als H.265 / MPEG-H entstanden. Er wird auch High Efficiency Video Coding (HEVC) genannt. Im Vergleich zu seinem Vorgänger sollte die Kompressionsrate das gleiche Niveau haben und die Videoqualität verdoppelt werden.

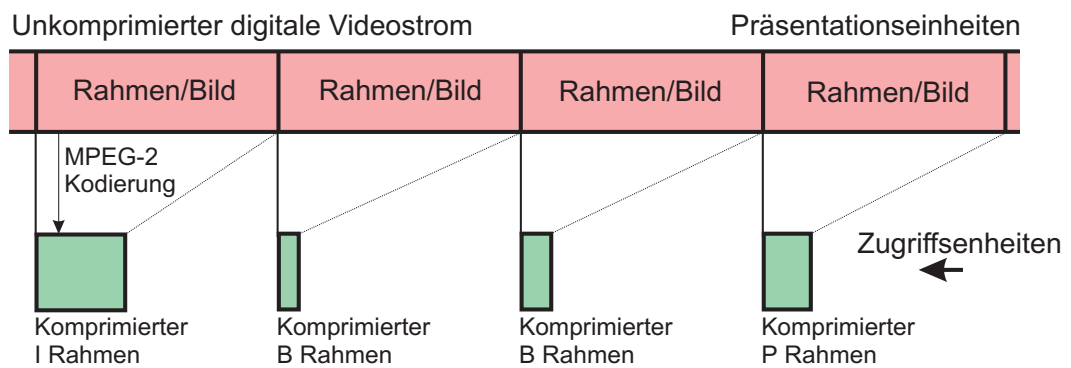


Abb. 3 - Codieren mit MPEG-2 Kodierer

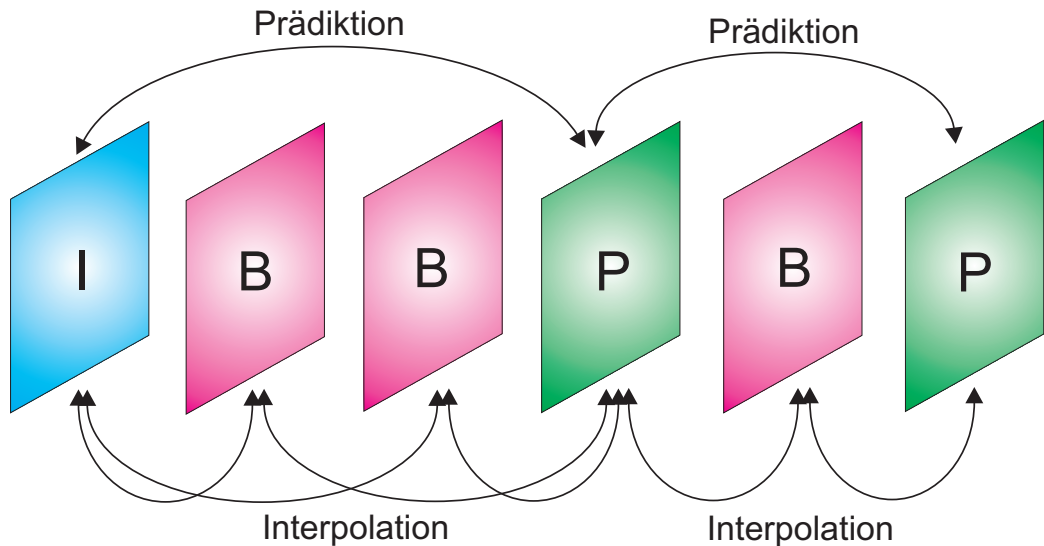


Abb. 4 - GOP für MPEG Video Kodierer

4 Digitale Fernseh- und Rundfunk-Standards

Im Laufe der Evolution des digitalen Fernsehens wurden mehrere Rundfunk-Standards in der Welt (Abb. 5) entwickelt und eingesetzt. Die meisten dieser Standards verwenden das MPEG-Multiplexing-Prinzip (MPEG-TS, MPEG-Transportstrom) und den MPEG-2-Video-Codec. Was zum Einsatz kommt, hängt vom verwendeten Video- und Audio-Format ab, der vor dem Kodierungsprozess verwendet wurde. Wir können folgende digitale Fernseh- und Rundfunk-Standards unterscheiden [4]:

- *Digital Video Broadcasting (DVB)* - DVB repräsentiert eine Reihe von offenen Standards bezüglich der die Ausstrahlung von digitalem Fernsehen verwaltet. Er wurde vom DVB Project (Konsortium), dem Joint Technical Committee (JTC) der Normungsorganisationen ETSI, **CENELEC** (*Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung*) und **EBU** (*European Broadcasting Union*) veröffentlicht. Es verwendet die **OFDM** (*Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*) Modulation. DVB wurde zuerst in Europa eingeführt, später auch in Asien, Afrika und Australien.
- *Advanced Television Systems Committee (ATSC)* - ATSC Standards wurden in Nordamerika und Südkorea eingeführt und ermöglichen Rundfunk und digitales Fernsehen über Kabel, drahtlos und per Satellit in SD- und HD-Qualität. Dolby Digital AC-3 wird für die Audiocodierung und MPEG-2 oder ITU-T H.264 (MPEG-4) für die Videocodierung verwendet. Transportströme werden durch **8VSB** (*achtstufige restseitenband Modulation*) terrestrisch und durch 16VSB oder 256-QAM über Kabel moduliert. Anstelle von ATSC Satelliten-TV-Ausstrahlung, verwendet die USA und Kanada entweder DVB-S oder proprietäre Systeme um das Digital-TV über Satelliten zu liefern.
- *Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB)* - ISDB-Standards wurden in Japan, den Philippinen, Sri Lanka und den Ländern Südamerikas eingeführt. Sie erlauben die Übertragung mit Kabel, terrestrisch und Satellit sowie mobiles Digitalfernsehen und digitales Radio. Sie alle basieren auf MPEG-2 oder MPEG-4-Standards. Je nach Übertragungsmedien verwenden sie eine PSK (Satellit) oder COFDM mit PSK / QAM (terrestrisch) Modulation.
- *Digitales terrestrisches Multimedia Broadcasting (DTMB)* - DTMB ist ein Zusammenschluss von verschiedenen chinesischen Multimedia-Standards mit Ziel Digital-TV über Festanschlüsse und für mobile Nutzer in China, Hong Kong und Macau zu liefern. Der Standard beschreibt verbesserte Methoden zur Synchronisation, Fehlerkorrektur und Übertragung (modifiziertes OFDM).
- *Digital Multimedia Broadcasting (DMB)* - DMB-Technologie repräsentiert ein digitales Funkübertragungssystem, das Rundfunk Multimedia-Inhalte (TV, Radio, Daten) auf den mobilen Endgeräten ermöglicht. Es wurde in Südkorea entwickelt.

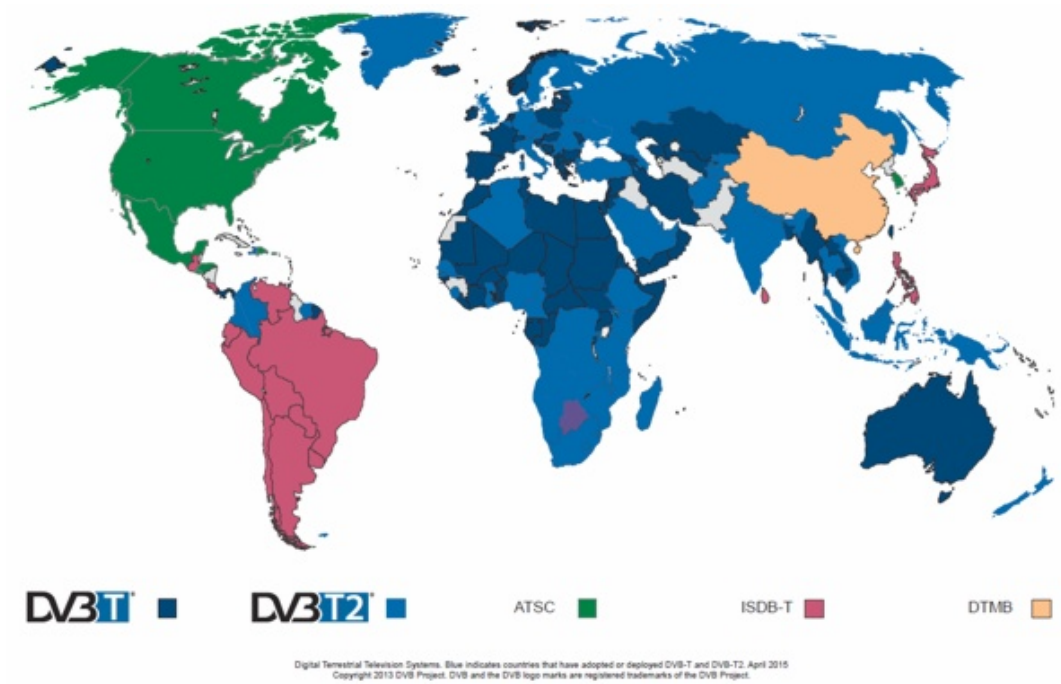


Abb. 5 - Der Einsatz von digitalen Fernsehstandards in der Welt

5 DVB Standards

DVB umfasst eine Reihe von Standards die nicht nur Video- / Audio-Komprimierung, sondern auch alle Funktionen bestimmen, die mit der digitalen Videozustellung zu den Endbenutzern oder anderen Anbietern zusammenhängen. DVB-Systeme haben alle Eingangsströme (Video, Audio, Daten, Signale) in einem letzten Transportstrom zu multiplexen und über ein gegebenes Übertragungsmedium in einer geeigneten Form zu senden. Wie bereits erwähnt, definiert ein MPEG-2-System die Schicht (Teil 1), wie verschiedene Elementarströme, die eine oder mehrere Programme repräsentieren, zusammen gemultiplext werden. Die Elementarströme können Video, Audio, Daten und andere Informationen übertragen. Dieser Multiplexprozess erstellt einen einzigen (Multiprogramm-Transport) Datenstrom, der auf ein physikalisches Medium gespeichert oder übertragen werden kann.



$E=mc^2$

Im Allgemeinen führen MPEG-2-Systeme das Multiplexen, die Paketierung, das Timing, die Synchronisierung und einen bedingten Zugriff durch.

Abb. 6 zeigt ein Blockschaltbild von alle wesentlichen Operationen, die in einem DVB-System auf Senderseite durchgeführt werden müssen um einen digitalen Inhalt an den Benutzer zu übertragen [5]. Zunächst müssen alle Programme verschlüsselt werden und zusammen mit Informationen wie Zeitstempel, Tabellen und andere unterstützende Daten (beispielsweise Videotext) gemultiplext werden. Der resultierende Transportstrom wird mit Fehlerschutzcodes ausgestattet und dann moduliert. In einer letzten Phase wird das Signal verstärkt und über das Übertragungsmedium gesendet.

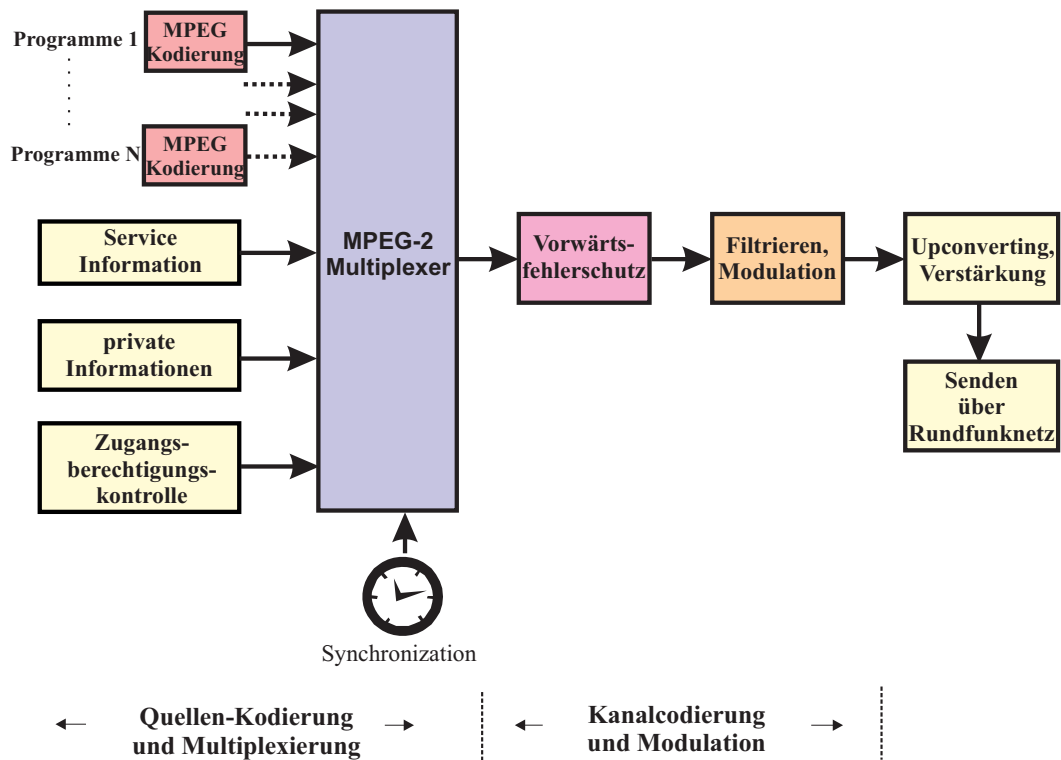
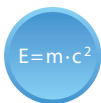


Abb. 6 - Blockschaltbild des DVB-Sender



DVB-Standards [6] decken folgende Rundfunk-Übertragungsmöglichkeiten ab: TV über Kabel (DVB-C, DVB-C2), Satellit (DVB-S, DVB-S2, DVB-S2X, DVB-SH) und terrestrische Übertragungen (DVB-T, DVB-T2, DVB-H), Rückkanal (DVB-RCS / RCT / RCC), Mikrowelle Rundfunk (DVB-MC / MS) und die Übertragung von High-Speed-Datendienste (DVB-Daten). Sie definieren auch Serviceinformationen (DVB-SI), gemeinsame Verschlüsselungsalgorithmus (DVB-CSA), gemeinsame Schnittstellen (DVB-CI), Netzwerk-unabhängige Protokolle, Java-basierte Multimedia-Home-Plattform (DVB-MHP) sowie eine Untertitelung, Messung, Multiplexing, 3D-TV, IPTV, Quellencodierung, usw.

Folgende Teilabschnitte befassen sich mit aktuellen DVB-Standards, die Methoden und Algorithmen auf Datenverbindung und physikalische Schicht des Kommunikationsmodells für TV-Übertragung zu festen und mobilen Endgeräten definieren. Sie verwenden den gleichen Multiplexprozess um den DVB-Transportstrom zu erzeugen. Sie unterscheiden sich in einer Art und Weise, wie dieser Strom für die Übertragung über das gegebene Medium eingestellt wird.

5.1 Digitale Rundfunksendung – terrestrisch (DVB-T)



Die DVB-T Dienste wurden zunächst in Großbritannien im Jahr 1998 umgesetzt. Bisher wurde DVB-T in mehr als 70 Ländern eingesetzt. Die gleiche Anzahl von Ländern hat sich für DVB-T2 entschieden, die ist in der Lage die hohe und extrem hohe Definition, Mobil-TV und Radio anzubieten.

DVB-T / T2 Dienste werden terrestrisch, innerhalb des Ultrahochfrequenz (UHF) Bandes, das einen Bereich von 300 MHz bis 3 GHz [1] umfasst, ausgestrahlt. Sie teilen sich das gleiche Band mit Analog-TV weshalb ihr Einsatz abhängig von Freigabe der Frequenzen ist. Ein 8-MHz-Kanal der einen analogen TV-Kanal trägt, kann innerhalb von DVB-T mehrere digitale Fernseh- und Radiokanäle mit anderen Informationen tragen.



DVB-T-Technologie kann die Infrastruktur des analogen terrestrischen Fernsehens (die bestehenden Sender) wiederverwenden.



Auf der Empfangsseite müssen Benutzer einen neuen End-Empfänger in Form eines Standalone-Gerätes (Set-to-Box) oder integrierte Empfängerdekoder (IRD), der in TV-Geräten eingebaut sein kann, verwenden.

Tabelle 1 Vergleicht DVB-T mit DVB-T2 [7].



Neue Fehlerkorrekturcodes: **LDPC** (*Low Density Parity Check*) mit **BCH** (*Bose-Chaudhuri-Hocquengham*) kombiniert, ermöglichen DVB-T2 ein sehr resistives Signal zu übertragen. Beide basieren auf **OFDM** (*orthogonal frequency division multiplex*) Modulation mit einer großen Anzahl von Subträgern (Frequenzen), die sehr robust in einer Mehrwegausbreitungsumgebung ist und beide verwenden Bit, Zeit- und Frequenz-Interleaving. Im allgemeinen ist DVB-T2 sehr flexibel, da es eine Menge von Modi unterstützt.

OFDM legt Schutzintervalle zwischen die OFDM-Symbole, die zusammen mit einer niedrigen Symbolrate die Intersymbol Interferenz beseitigen können. Dieses Prinzip bietet auch eine Möglichkeit den Betreibern das Einzigfrequenz Netzwerke zu verwenden, wobei ein Sender ein Signal auf derselben Frequenz überträgt. DVB-T-Standards können eine hierarchische Modulation integrieren die in der Lage ist, zwei getrennte Transportströme für zwei verschiedene Arten von Empfängern in einem DVB-Stream zu kombinieren.

Tabelle 1 Vergleich von DVB-T und DVB-T2 Standards

Parameter	DVB-T	DVB-T2
FEC	Convolutional & Reed Solomon Coding - 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDPC + BCH 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6
Modulation	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
Schutzintervall	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/128, 1/8, 19/256, 1/16, 1/32, 1/128
Anzahl der Subträger	2k, 8k	1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k
Bandbreite	6, 7, 8 MHz	1.7, 5, 6, 7, 8, 10 MHz
Typische Datenrate	24 Mbit/s	40 Mbit/s
Max. Datenrate (20 dB C/N)	31.7 Mbit/s (8 MHz Kanal)	45.5 Mbit/s (8 MHz Kanal)
Erforderliches C/N Verhältnis (24 Mbit/s)	16.7 dB	10.8 dB

5.2 Digitale Rundfunksendung - Satelliten

Eine natürliche Fähigkeit von Satelliten, die Signale auf große Flächen der Erdoberfläche zu verteilen, wurde für die Ausstrahlung von analogen Fernsehen und Radio seit Jahrzehnten genutzt. Diese Fähigkeit bezieht sich hauptsächlich auf geostationäre Satelliten, die in einer geostationären Umlaufbahn, das heißt in Abstand von etwa 36.000 km (über dem Äquator) platziert sind.



Jeder geostationäre Satellit erscheint für den Benutzer der Erde als am Himmel fixiert und damit gibt es keine Notwendigkeit für den Einsatz eines Antennenverfolgungssystems.



Auf der anderen Seite leiden die Satellitenübertragungen unter fehleranfälligen Satellitenverbindungen und daher muss jedes Signal vor der Übertragung für solche schwierigen Ausbreitungsbedingungen angepasst werden.

Eine Kommunikationsnutzlast von Satelliten besteht aus Transpondern. Ihre Aufgabe ist es zu erhalten, wiederherzustellen, zu verstärken, zu verarbeiten, das Signal erneut zu modulieren und zurück zur Erde zu senden. Derzeit enthalten die herkömmlichen geostationären Satelliten etwa 20 bis 30 Transponder und ein einzelner Transponder kann meistens eine Bandbreite im Bereich von 26 bis 72 MHz (beispielsweise 36 MHz auf dem ASTRA 3A Satellit) verwenden. Bei Satelliten für das analoge Fernsehen kümmerte sich ein einzelner Transponder um einen TV-Sender.



Die DVB-Technologie kann eine Reihe von TV-Kanälen in einem einzigen 36 MHz Satellitentransponder (4 - 20, je nach Auflösung, Videocodierung und Bitraten) oder Funkkanäle (150) übertragen.

Derzeit bieten die Satelliten-Systeme DVB-Dienste für die ganze Welt. Der DVB-S-Standard entwickelte sich in den 90er und nutzt MPEG-2 für Video-Codierung. Im DVB-S-Sender wird ein Transportstrom mit einem äußeren Reed-Solomon-Code ausgestattet (mit einer Codierungsrate 188/204) verschachtelt (Widerstand gegen Blockfehler) und mit einem inneren Faltungscode kodiert (mit einer Kodierungsrate von 1/2 bis 7/8). Danach wird der kodierte Transportstrom mit einer **QPSK** (*Quaternary Phase Shift Keying*) Modulation [1] moduliert.

DVB-S2 (*DVB - Satelliten der 2. Generation*) nutzt DVB-S und integriert neue Funktionen und Algorithmen [8]. Es stützt sich auf die gleichen FEC-Codes wie DVB-T2 (LDPC + BCH). QPSK und 8-PSK-Modulationen verwenden für die TV-Übertragung, 16-APSK und 32-APSK (Amplitude und Phase Shift Keying) Modulationen für professionelle Anwendungen (interaktive Dienstleistungen, Nachrichten sammeln). Für die Abwärtskompatibilität mit DVB-S wird auch die hierarchische Modulation unterstützt.



DVB-S2 ermöglicht auch adaptive Änderung der Kodierung und die Modulationsparameter (ACM) um das Signal für tatsächlichen Übertragungsbedingungen (Einzelbild für Einzelbild) für jeden Benutzer (interaktive und Punkt-zu-Punkt-Dienste) anzupassen. DVB-S2 erhöht die Übertragungseffizienz um 30% (verglichen mit DVB-S).

DVB-S2X (standardisiert in 2014) erweitert die DVB-S2-Spezifikation durch zusätzliche Rahmung, Kodierungs- und Modulationsoptionen, um die spektrale Effizienz zu erhöhen und eine bessere Unterstützung für UHD-TV und zukünftige interaktive Breitbandnetze anzubieten.

5.3 Digitale Rundfunksendung - Kabel

Der erste Standard für eine digitale TV-Distribution über das Koaxialkabel (DVB-C) wurde in 1994 veröffentlicht und begann langsam das analogen Kabel-TV zu ersetzen [1], [2]. DVB-C wird in verschiedenen Netzwerken wie *community antenna/access TV (CATV)* Fernsehnetze, kleinere *satellite master antenna TV (SMATV, Abb. 7)* Systeme, sowie *Hybrid Fiber Coax (HFC)* Netze benutzt. Dieser Standard verwendet Reed Solomon Codes um einen Transportstrom zu kodieren. Der Transportstrom überträgt MPEG-2 oder MPEG-4-codierte Videos und wird durch *Quadraturamplitudenmodulation (QAM)* moduliert.

Damit Kabelbetreiber zu anderen Satelliten- und terrestrischen TV-Anbietern wettbewerbsfähig bleiben, mehr verfügbare Bandbreite effizienter nutzen und mehr TV-Kanäle und neue Dienste für die Nutzer anbieten können, wurde der DVB-C2-Standard [9] definiert (2008).



Neben SD- und HD-TV-Übertragung kann dieser Standard den Benutzern auch die innovativen interaktiven Dienste (zum Beispiel Video on Demand) zur Verfügung stellen. Wie DVB-T2, implementiert DVB-C2 auch LDPC + BCH für FEC-Funktionen, sowie die OFDM-Modulation mit Modulationsschemen 16- bis 4096-QAM, um eine 30% Erhöhung der Übertragungseffizienz zu erreichen.



Wenn beispielsweise eine 4096-QAM-Modulation auf 8 MHz Bandbreite verwendet wird, können Bitraten bis zu 83,1 Mbit/s erreicht werden.

Das DVB-C2-Signal kann für verschiedene Netzwerkbedingungen und Anforderungen angepasst (optimiert) werden, da es eine Reihe von Modi und Optionen unterstützt. Es wird erwartet, dass beide Standards (DVB-C und DVB-C2) für viele Jahre nebeneinander existieren werden.

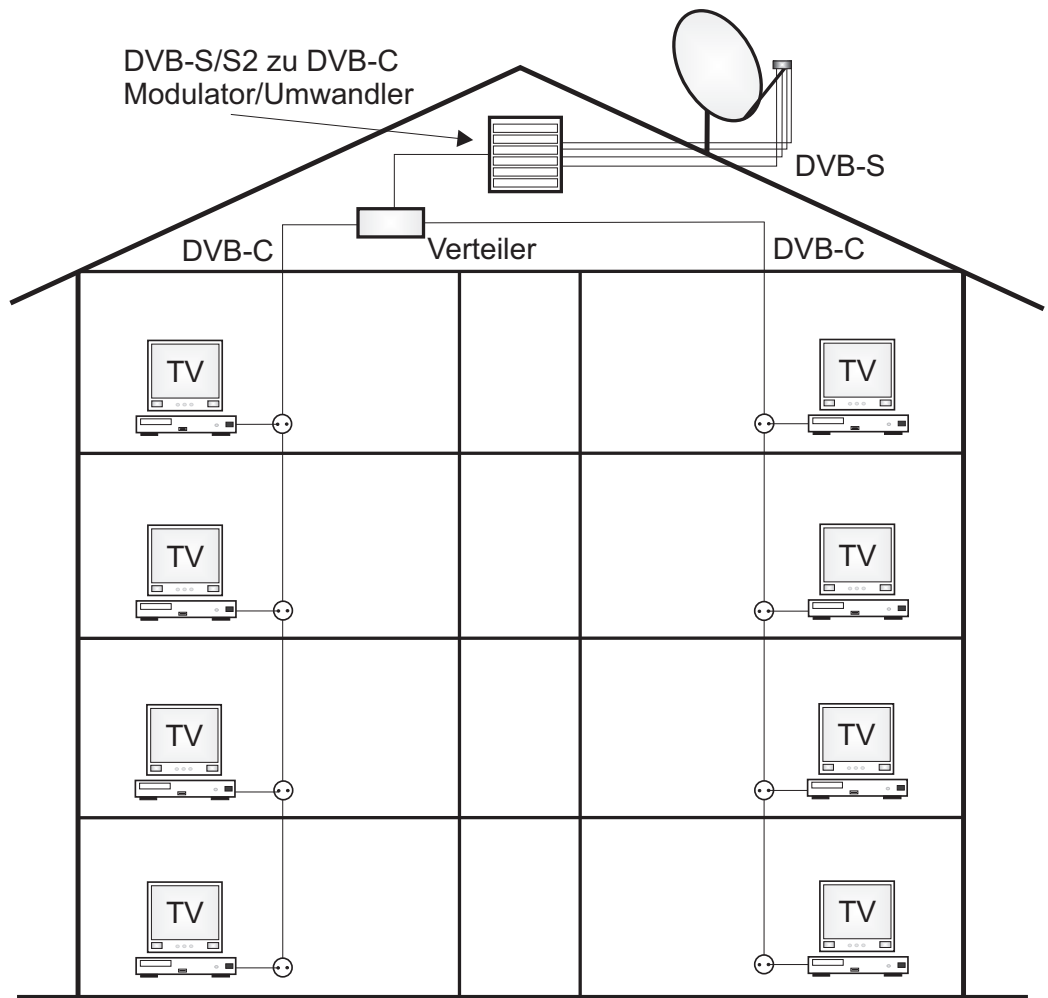


Abb. 7 - Beispiel für DVB-S auf DVB-C CATV-Anwendung

5.4 Digitale Rundfunksendung für Handhelds



Der DVB-T-Standard ist eine bewährte Technologie für die Versorgung fest installierter Fernseh-Geräte. Auch mobile Geräte können die Rundfunksendung empfangen, aber solche Übertragungen sind nicht effizient, weil sie die Batterielebensdauer und schwierige Empfangsbedingungen nicht berücksichtigen.

Das war der Grund, warum DVB-H 2004 mit dem Ziel festgelegt wurde, das digitale Fernsehen auf Handheld Geräte (Mobiltelefone und PDAs) zu ermöglichen. Dieser Standard basiert auf DVB-T und kann denselben Multiplex teilen. DVB-H unterstützt auch Datenübertragungen zu Handhelds dank Multiprotocol Encapsulation in MPEG-2-Streams. Frequenzbänder die dem DVB-H zugewiesen sind, sind VHF, UHF und L (1,452-1,492 GHz). Um den Energieverbrauch in Handhelds zu minimieren, verwendet man Time Slicing. DVB-H-Dienste werden in Bursts übertragen und Handhelds können bei Unterbrechung von ausgewählten Diensten in den Schlafmodus gehen (Abb. 8).



Im Jahr 2013 veröffentlichte das ETSI den neuen Standard für **DVB-NGH** (*DVB Next Generation Handheld*), der DVB-H [10] aktualisiert und ersetzt.

Um digitales Video, Audio und Daten auf Handhelds als DVB zu liefern, definierte man auch einen anderen Standard DVB-SH, der ein Hybrid für Satelliten/terrestrischen Systeme darstellt und im S-Band (etwa 2,2 GHz) arbeitet. DVB-SH benutzt die Satelliten die eine Versorgung von großen Flächen und die terrestrischen Lückenfüller für Orte ohne Signal von Satelliten. Satelliten können OFDM oder Zeitmultiplexverfahren für ein Rundfunk-Signal verwenden. Für FEC wird ein Leistungsstarker 3GPP2 Turbo-Code verwendet. Die höheren Schichten des DVB-SH (Protokolle, Signalisierung, etc.) werden vom DVB-IPDC Standard definiert.



Versuche und Implementierungen von DVB-Standards für Handhelds begannen im Jahr 2007 in vielen Ländern (z.B. Finnland, Indien, Italien, USA, China, Südafrika), aber diese Technologie war nicht erfolgreich, weil es wenige Geräte gab und auch der Mängel am Geschäftsmodell und neue Technologien wie 4G / LTE, die benötigte Kapazität für diese Art von Service bieten.

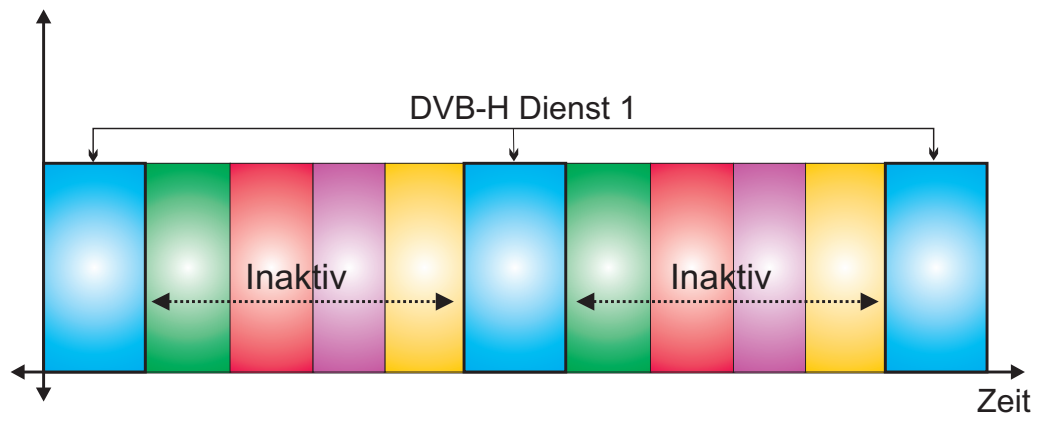


Abb. 8 - Time-Slicing-Prinzip

5.5 Digitale Rundfunksendung - Multimedia Home Plattform

Um das digitale Fernsehen den Benutzern anzubieten, hat das DVB-Projekt den DVB-MHP-Standard definiert und veröffentlicht [11]. Dienste wie Spiele, Abstimmungen, Einkäufe und andere Informationsdienste werden im DVB-Stream zusammen mit Video- und Audio-Streams übertragen. Dieser Standard definiert ein offenes Software-System (Middleware), das entwickelten Anwendungen in Java ermöglicht, auf herstellerunabhängigen TV-Endgeräten ausgeführt zu werden. Für bestimmte Gruppe von Dienstleistungen (Abstimmung, E-Mail, Shopping, etc.) erwartet diese Plattform vom TV-Terminal ein Rückkanal, der durch eine Telefonleitung, Breitbandkanal (DSL) oder z.B. DVB-RTC realisiert werden kann.



DVB-MHP wurde in einigen Ländern in Europa (Italien, Belgien, Polen) sowie in Korea, Australien eingesetzt.



Derzeit bieten die großen TV-Hersteller die Smart-TVs mit Breitband-Schnittstelle eigene Plattformen für die Installation und Ausführung von Web-basierten Anwendungen an (entwickelt in HTML), z.B. Samsung TV Smart Hub. Eine alternative Lösung für DVB-MHP ist HbbTV die ebenfalls Anwendungen für Benutzer in den DVB-Stream liefert.

6 HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband TV)

$E=m \cdot c^2$

Hybrid broadcast broadband TV (HbbTV) ist eine globale Initiative die sich auf die Harmonisierung von Rundfunksendungen und Breitbanddienstleistungen konzentriert und über den Vorschlag der technischen Spezifikationen definiert, wie man diese Dienste und Anwendungen liefern soll.

Die Technische Spezifikation (TS) wird von dem *Joint Technical Committee (JTC)*, der *European Broadcasting Union (EBU)*, dem *Comité Européen de Normalisation ELECTrotechnique (CENELEC)* sowie dem *European Telecommunications Standards Institute (ETSI)* verwaltet.

Abb. 9 zeigt die HbbTV Gesamtsystemarchitektur mit einem Hybrid-Terminal [12]. Die Beschreibung der HbbTV-Systemarchitektur ist in [12] beschrieben. Weitere Details sind in [12], [13], [14], [15] zu finden.

Die Funktionalitäten des Hybridendgerät bilden die Bedingungen für die Verbindung mit den beiden Segmenten eines Hybrid-Netzwerk (Broadcast und Breitband). Auf diese Weise kann das Hybrid-Terminal A/V-Inhalt, Anwendungsdaten und Signalisierungsinformationen empfangen. Zusätzlich kann das Hybridendgerät mit dem Internet über eine Breitband-Schnittstelle angeschlossen werden. Dies ermöglicht eine bidirektionale Kommunikation mit dem Anwendungsanbieter. Über diese Schnittstelle kann das Terminal die verschiedenen Arten von Multimedia-Inhalten erhalten (z.B. A/V-Inhalt Streaming auf Nachfrage), das Herunterladen von A/V-Inhalt, usw. Die Breitband-Schnittstelle kann auch den Anschluss zusätzlicher Bildschirme (wie Smartphone, Tablet usw.) mit dem gleichen lokalen Netzwerk wie der Hybrid-Terminal (Abb. 9) erstellen.

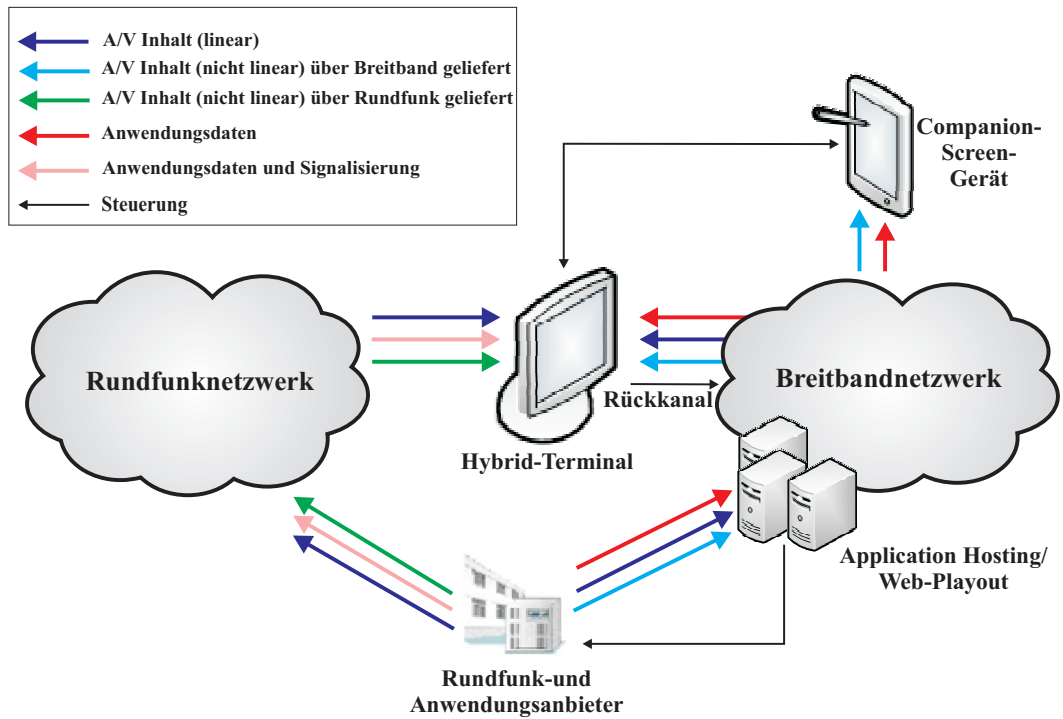


Abb. 9 - HbbTV Gesamtsystemarchitektur

6.1 HbbTV Standards



Die HbbTV *Technische Spezifikationen (TS)* wurde von Branchenführern als das Video User Experience für Endbenutzer (Verbraucher) entwickelt, um das Angebot durch Einführung von innovativen interaktiven Diensten über integrierte Rundfunk- und Breitbandnetze zu verbessern. In den Prozess der Entwicklung von HbbTV TS wurden die Elemente der bestehenden Spezifikationen von anderen Standards, einschließlich **OIPF** (*Open IPTV forum*), **CEA** (*Consumer Electronics Association*) sowie des **W3C** (*World Wide Web Consortium*) verwendet.

ETSI TS 102 796 V1.1.1

Diese Technische Spezifikation "ETSI TS 102 796 V1.1.1" wurde vom Normungsinstitut ETSI im Juli 2010 veröffentlicht.

Dieses Dokument definiert eine Plattform für die Signalisierung, den Transport und die Präsentation von erweiterten und interaktiven Anwendungen für den Betrieb auf Hybrid-Endgeräten (DVB Broadcast-Verbindung und Breitbandverbindung zum Internet) [13].

Die wichtigsten Anwendungen der Rundfunksende-Verbindung sind die folgenden:

- Übertragung von Standard-TV, Radio- und Datendiensten.
- Signalisierung von rundfunkbezogenen Anwendungen.
- Transport von rundfunkbezogenen Anwendungen und zugehörigen Daten.
- Synchronisation von Anwendungen und TV / Radio / Datendienste.

Die wichtigsten Verwendungen der Breitbandverbindung sind die folgenden:

- Beförderung von On-Demand-Inhalten.
- Transport von rundfunkbezogenen und Broadcast-unabhängigen Anwendungen und zugehörigen Daten.
- Austausch von Informationen zwischen Anwendungen und Anwendungsservern.
- Entdeckung von Broadcast-unabhängigen Anwendungen.

Die Anträge werden von einem HTML / JavaScript-Browser dargestellt.

Ausführliche Beschreibung der technischen Spezifikation "ETSI TS 102 796 V1.1.1" wird in [13] eingeführt.

ETSI TS 102 796 V1.2.1

Die neueste Version 1.5 der HbbTV-Spezifikation wurde vom Normungsinstitut ETSI als Technische Spezifikation "ETSI TS 102 796 V1.2.1" im November 2012 [14] veröffentlicht.

Wesentliche Ergänzungen der HbbTV1.5 Standard enthalten:

- Zugang zu Pay-TV-Dienste mit mehreren DRM-Unterstützung unter Verwendung einer gemeinsamen Verschlüsselung
- Unterstützung für HTTP Adaptive Streaming (basierend auf MPEG-DASH) um dynamisch die Bildqualität / Bandbreite trade-off zu optimieren, Erweiterung von Inhalt Lieferung (Themen- und Ereigniskanäle, etc.)
- Zugang zum DVB EIT Zeitplan-Tabelle aus der HbbTV-Applikation um einen erweiterten 7-Tage Electronic Program Guide (EPG) zu bauen.

Detailbeschreibung der Technischen Spezifikation "ETSI TS 102 796 V1.2.1" sind in [14] eingeführt.

ETSI TS 102 796 V1.3.1

Ende des Jahres 2012 wurde die Arbeit an der HbbTV 2.0 gestartet. Die Anforderungen für die wichtigsten Teile der HbbTV-Spezifikation wurden gesammelt. Die HbbTV-2.0-Spezifikation wurde von der HbbTV Vereinigung März 2015 veröffentlicht.

Die Version 2.0 der HbbTV-Spezifikation wurde als Technische Spezifikation "ETSI TS 102 796 V1.3.1" im Oktober 2015 veröffentlicht [12].

Einige Technologien wurden aktualisiert und einige neue Funktionen innerhalb dieses ETSI TS 102 796 V1.3.1 angegeben.

Zu den Neuerungen gehören:

- Die grundlegenden Web-Standards wurden von der HTML4, CSS2, DOM2 Generation auf die HTML5, CSS3, DOM3 Generation aktualisiert.
- Das Profil von MPEG DASH wurde aktualisiert und basiert auf der zweiten Ausgabe der ISO / IEC 23009-1 und enthält zusätzliche Funktionen
- Eine aktualisierte Version von CI Plus einschließlich der Möglichkeit ein Hybrid Endgerät mit DRM-System in einem CICAM haben kann, anstelle von oder zusätzlich zu einem integrierten Terminal; die Möglichkeit das CICAM Hilfs File System (ETSI TS 103 205, Abschnitt 9) zu benutzen mit Option das ein Host die Daten/Ressourcen aus dem CICAM abrufen.

Des weiteren:

- Lieferung eines Video über Breitband, das in HEVC kodiert ist .

- Lieferung und Präsentation von Untertitel im Zusammenhang mit ISOBMFF Inhalt.
- Eine Anwendung auf dem Hybrid-Terminal kann eine Anwendung auf einem Companion-Screen-Gerät starten und umgekehrt.
- Kommunikation zwischen Anwendungen, die auf einem Hybrid-Terminal und Anwendungen auf einem Companion-Screen-Gerät oder einem zweiten Hybridterminal.
- Einfügen von Werbung in On-Demand-Inhalte.
- Lieferung von A/V-Inhalt über der Sendung (nicht in Echtzeit) für die spätere Präsentation.
- Synchronisation innerhalb eines Hybrid-Terminal zwischen Inhalt über Breitband und anderen Inhalt die über Broadcast geliefert werden.
- Synchronisation zwischen Inhalt auf einem Hybrid-Terminal und Anwendungen oder zwischen Inhalt auf einem Companion-Screen-Gerät oder einem zweiten Hybridterminal.
- Caching von DSM-CC Objektkarussellen.
- Starten von Anwendung auf dem CICAM.

Das vorliegende Dokument definiert eine Plattform für die Signalisierung, den Transport und die Präsentation von erweiterten und interaktiven Anwendungen für den Betrieb auf Hybrid-Terminals, die sowohl eine DVB-konforme Broadcast-Verbindung und eine Breitbandverbindung zum Internet umfassen.

Die wichtigsten Anwendungen der Rundfunkverbindung sind die folgenden:

- Übertragung von Standard-TV, Radio und Datendiensten.
- Signalisierung von rundfunkbezogenen Anwendungen.
- Transport von rundfunkbezogenen Anwendungen und zugehörigen Daten.
- Transport von On-Demand-Inhalte für Push-Dienste.
- Synchronisation von Anwendungen und TV/Radio/Datendienste.

Die wichtigsten Anwendungen des Breitbandverbindung sind die folgenden:

- Beförderung von sowohl On Demand als auch Live-Inhalte.
- Transport von rundfunkbezogenen und Broadcast-unabhängigen Anwendungen und zugehörigen Daten.
- Austausch von Informationen zwischen Anwendungen und Anwendungsservern .
- Starten von Anwendungen auf einem Companion-Screen-Gerät.

- Kommunikation mit Anwendungen auf einem Companion-Screen-Gerät oder einem zweiten Hybridterminal.
- Synchronisierung von Medien und Anwendungen zwischen einem Hybrid-Terminal und einem Companion-Screen-Gerät oder einem zweiten Hybrid Endgerät.

Die Anwendungen werden mit einem HTML / JavaScript-Browser dargestellt.

Detailbeschreibung der Technischen Spezifikation "ETSI TS 102 796 V1.3.1" wird in [12] eingeführt.

Die Übertragung von bestehenden Standards von DVB, EBU, OIPF, CEA, W3C, CI+, ISO, IEC (*International Electrotechnical Commission*) auf die technische Spezifikation ETSI TS 102 796 V1.3.1, wie HbbTV-2.0-Spezifikation deklariert, wird auf Abb. 10 illustriert.

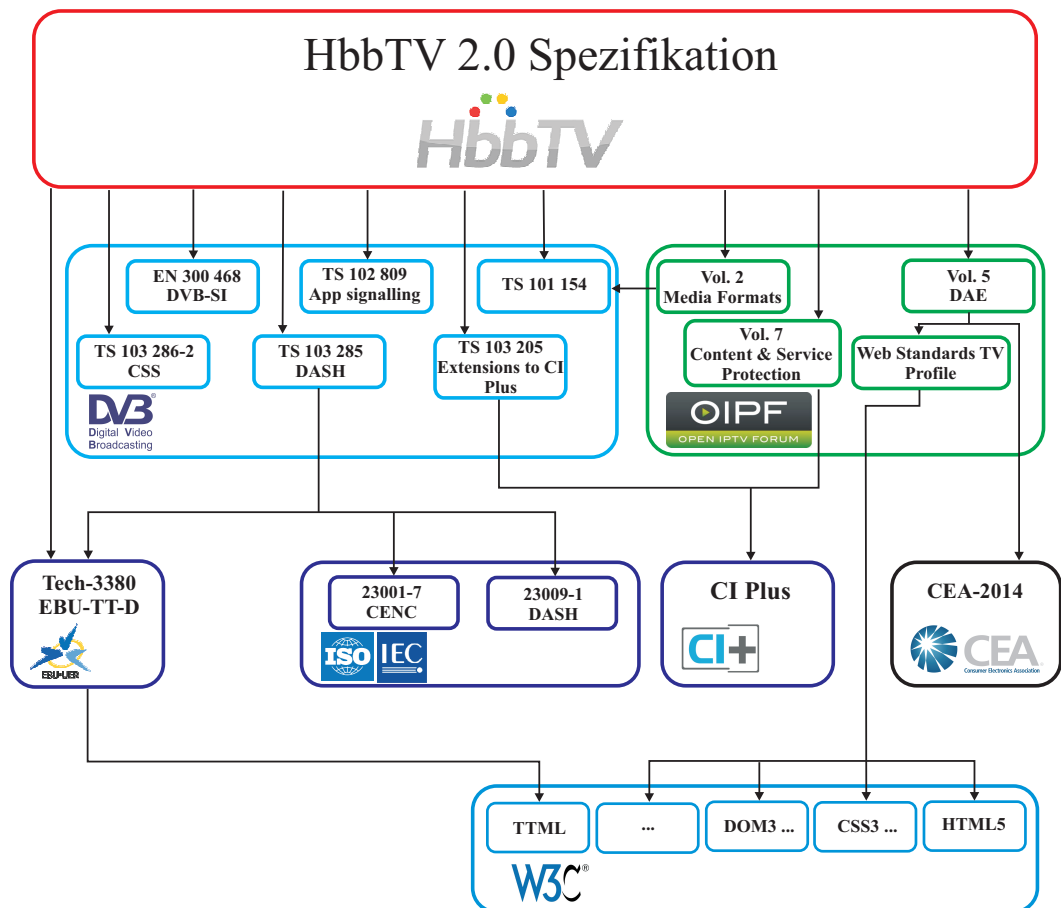


Abb. 10 - Die Übertragung von bestehenden Standards von DVB, EBU, OIPF, CEA, W3C, CI+, ISO, IEC auf die technische Spezifikation ETSI TS 102 796 V1.3.1

Die Penetration des HbbTV in Europa und in der Welt ist in Abb. 11 dargestellt.

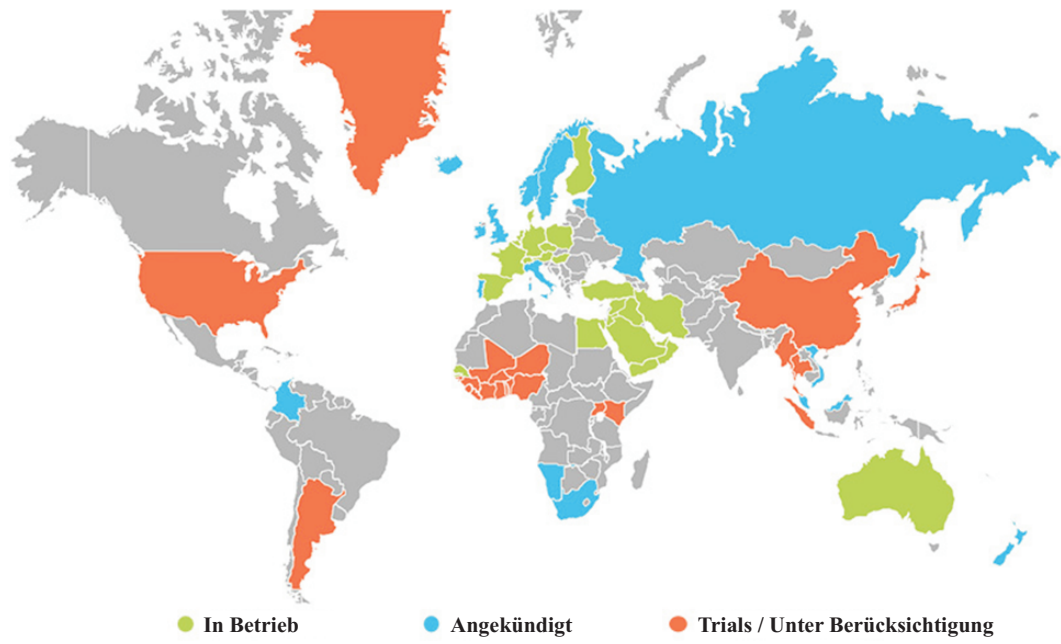


Abb. 11 - Die Penetration des HbbTV in Europa und in der Welt

6.2 HbbTV Dienstleistungen



Die Liste der HbbTV-Dienste, die durch die HbbTV-Infrastruktur geliefert werden, wird im Folgenden vorgestellt.

- Verbesserter Videotext,
- Catch-up-Dienste und Video-on-Demand (VOD),
- Elektronischer Programmführer (EPG),
- Interaktive Werbung,
- Live-Streaming,
- PVR - persönliche Videoaufzeichnung,
- Web-Portale,
- Personalisierung,
- Abstimmung und Spiele,
- Soziales Netzwerk,
- Andere Multimedia-Anwendungen.

Die Beschreibung der HbbTV-Dienste wird in Lernmodul LM12 eingeführt: „Neue Generation von Multimedia-Dienste-Anwendungen“, [16].

7 Anhang: Moderne TV-Standards - Internet Protocol Television

Thema Internet Protocol Television - IPTV wird erarbeitet und zur Verfügung gestellt für Schüler und Lehrer im Rahmen des separaten Lernmodul LM 19 A: Moderne TV-Standards - Internet Protocol Television.