



HD-TV

Technologische Einblicke
in das hochauflösende
Fernsehen der Zukunft

■ Impressum

- Herausgeber: BITKOM
Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e. V.
Albrechtstraße 10 A
10117 Berlin-Mitte
Tel.: 030.27576-0
Fax: 030.27576-400
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org
- Ansprechpartner: Michael Schidlack
030.27576-232
m.schidlack@bitkom.org
- Autor: Dr.-Ing. & MBA Ronald Glasberg
- Redaktion: Michael Schidlack, Biliana Schönberg (beide BITKOM)
- Gestaltung / Layout: Design Bureau kokliko / Anna Müller-Rosenberger (BITKOM)
- Copyright: BITKOM 2008



HD-TV

Technologische Einblicke
in das hochauflösende
Fernsehen der Zukunft

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	4
2	Was zeichnet HD-TV aus?	5
2.1	Komponenten der HD-Übertragung	6
2.2	HD-Logos für Displays und Receiver	7
2.3	Involvierte Organisationen	8
3	Wie gelangt der HD-Content zum Empfänger?	10
3.1	Digitales Satellitenfernsehen	11
3.2	Digitales Kabelfernsehen	12
3.3	Digitale terrestrische Fernsehen	13
3.4	Digitales Handheldfernsehen	14
3.5	Digitales Fernsehen über das Internet ____ Protokoll	16
4	Ausblick	18
4.1	UHDTV & 3D-HDTV	18
5	Info-Update 25.09.2009	19
5.1	Informationen zur CI-Plus-Technologie	19
5.2	Informationen zu Empfangsmöglichkeiten	19
5.3	Informationen zu Kompatibilität bzw. Nachrüstung	20

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1:	Bildaufösungen von SD zu HD	5
Abb. 2.2:	Bildaufbau mit Halbbilder(i) bzw. Vollbild(p)	5
Abb. 2.3:	Bildfrequenzen bei HD	5
Abb. 2.4:	Komponenten der HD-Übertragung	6
Abb. 2.5:	Logos für HD-taugliche Endgeräte	7
Abb. 3.1:	Alternative digitale Übertragungswege	10
Abb. 3.2:	Daten im DVB-Datencontainer (www.dvb.org)	10
Abb. 3.3:	Übertragung von HD-TV per Satellit	11
Abb. 3.4:	Übertragung von HD-TV per Kabel	12
Abb. 3.5:	Übertragung von HD-TV über Terrestrik	13
Abb. 3.6:	Übertragung via DVB-H (www.dvb.org)	15
Abb. 3.7:	Bevorzugte Einsatzgebiete von DVB-H / T	15
Abb. 3.8:	Übertragung via DVB-IPTV (www.dvb.org)	16
Abb. 5.1:	Überblick über die relevanten CI-Plus-Systemkomponenten	19
Abb 5.2:	Überblick über HD-TV Empfangsmöglichkeiten mittels Satelliten-Receiver	20

Tabellen

Tab. 2.1: Vielzahl an HD-Formaten _____	5
Tab. 2.2: Standards der DVB-Familie (www.dvb.org) _____	9
Tab. 2.3: Ausgewählte Normungsinstitute _____	9
Tab. 3.1: Erfolgreiche DVB-T Märkte (www.dvb.org) _____	13
Tab. 4.1. Ausgewählte UHDTV-Parameter _____	18
Tab. 5.1: Zusammenspiel der Modulvarianten mit den Empfängern _____	20

1 Einführung

Die großen Flat-Screens haben in den letzten Jahren die Wohnzimmer der Privathaushalte im Sturm erobert. Die Mehrzahl von ihnen ist bereits für den Empfang in High Definition (HD) Qualität gerüstet.

Um in den vollen Genuss von gestochen scharfen Bilderwelten zu gelangen, müssen die Signalquellen die benötigte HD-Qualität liefern, unabhängig davon ob es sich um TV-Programme oder eine Blu-Ray Disc handelt.

Doch wie gelangt der HD-Content von einem Sender zum Empfänger? Diese Studie weist die optionalen digitalen

Übertragungswege via Terrestrik, Kabel, Satellit, per Handheld oder Internet auf.

Die digitalen Übertragungstechnologien ermöglichen dem Konsumenten viele Annehmlichkeiten, wie zeitversetztes Fernsehen, Video-On-Demand, Auffinden von Key-Frames im laufenden Programm sowie zukünftig mehr und mehr Interaktivität. Noch gibt es aber kaum Sendungen, die den Trumpf der digitalen Übertragungstechnik ausspielen – das hochauflösende Bild.

2 Was zeichnet HD-TV aus?

High Definition Television - HD-TV ist ein Sammelbegriff für eine Vielzahl von Fernsehformaten, die den Zuschauern realitätsnahe und eindrucksvolle Bilderwelten präsentieren.

Dabei handelt es sich um eine Weiterentwicklung des aktuellen Standard Definition Television (SD-TV) mit höheren Bildauflösungen, Bildaufbauverfahren und mehreren Bildfrequenzen (Abb.2.1-2.3).

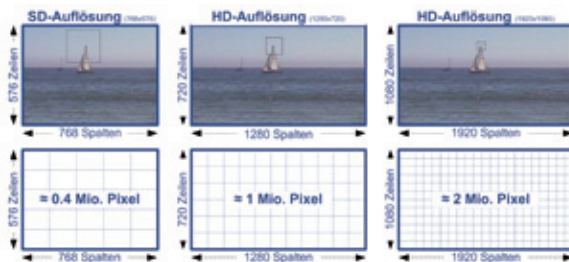


Abb. 2.1: Bildauflösungen von SD zu HD

Bei einer doppelt bis fünffach höheren Auflösung (ca. 2 Mill. Pixel) gegenüber dem klassischen SD-TV erfährt der Zuschauer damit in der Tat die Filme „schärfer und intensiver“ auf großen 16:9 Bildschirmen.

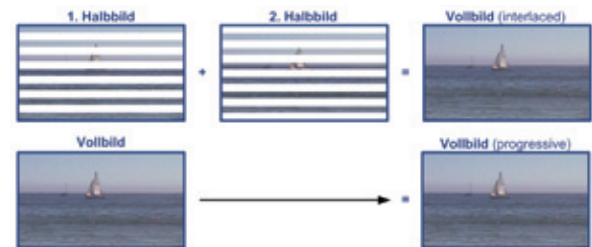


Abb. 2.2: Bildaufbau mit Halbbilder(i) bzw. Vollbild(p)

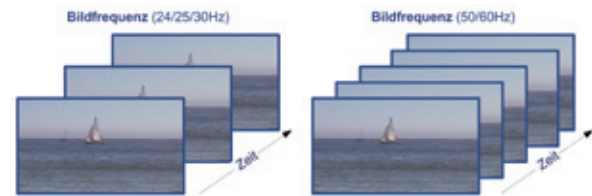


Abb. 2.3: Bildfrequenzen bei HD

Die HD-Formate sind durch Angabe der Zeilenzahl (720 bzw. 1080), Voll- oder Halbbilder (progressive p bzw. interlaced i) und Bildfrequenz voneinander abgegrenzt.

TV-Formate (Bezeichnung)	Bildauflösung (Spalten x Zeilen)	Bildaufbau (p bzw. i)	Bildfrequenz (Hz)	Gremien (Standards)
720p/24	1208 x 720	progressive	24 Hz	SMPTE 296M & EBU Tech 3299
720p/25	1208 x 720	progressive	25 Hz	
720p/30	1208 x 720	progressive	30 Hz	
720p/50	1208 x 720	progressive	50 Hz	
720p/60	1208 x 720	progressive	60 Hz	
1080i/25	1920 x 1080	interlaced	25 Hz	SMPTE 274 & ITU-R BT.709
1080i/30	1920 x 1080	interlaced	30 Hz	
1080i/50	1920 x 1080	interlaced	50 Hz	
1080i/60	1920 x 1080	interlaced	60 Hz	
1080p/24	1920 x 1080	progressive	24 Hz	
1080p/25	1920 x 1080	progressive	25 Hz	
1080p/50	1920 x 1080	progressive	50 Hz	
1080p/60	1920 x 1080	progressive	60 Hz	

Tab. 2.1: Vielzahl an HD-Formaten

Der Grund für die Vielzahl an Formaten resultiert u.a. aus ihren ursprünglichen Einsatzgebieten: Film und Fernsehen.

Während z.B. bei der Filmproduktion mit einer Bildfrequenz von 24Hz gearbeitet wird, liegen beim Fernsehen 50Hz bzw. 60Hz vor. Neu hinzugekommen ist die Darstellung in Vollbildern (p). Dadurch erscheinen die Filme zwar völlig flimmerfrei, jedoch erhöht sich die Datenrate.

Doch welcher Standard wird sich durchsetzen?

Hierzu hat die European Broadcasting Union (EBU) komprimierte und unkomprimierte HD-TV-Sequenzen unter Kombination der relevanten Parameter (Zeilenanzahl, Bildaufbau und Bildfrequenz) verglichen. Fazit ist, dass für eine gute Bildqualität die progressive Darstellung in Vollbildern vorteilhafter als die Darstellung in Halbbildern und gewichtiger als eine höhere Zeilenzahl ist!

Daher fiel in deutschen sowie auch in anderen europäischen Sendeanstalten die Entscheidung bevorzugt in 720p/50 zu senden.

Die höchste Auflösung würde jedoch die HD Vollbild-Formatvariante 1080p liefern, die für ein eindrucksvolleres und bei Bewegungen schärfer bleibendes Bild sorgt. Es sind zwar 1080p-Geräte im Handel erhältlich und auch die Voraussetzungen zur Produktion sind gegeben, dieses Format benötigt jedoch wesentlich mehr Bandbreite in der Ausstrahlung.

Das ist im Hinblick auf die begrenzten Kapazitäten der Übertragungswege ein Hindernis. Von daher ist es fraglich, wann HD-Content in 1080p ausgestrahlt werden wird.

■ 2.1 Komponenten der HD-Übertragung

Bei der Übertragung von HD-TV Signalen arbeitet eine Vielzahl an Systemmodulen eng verzahnt miteinander (Abb.2.4).

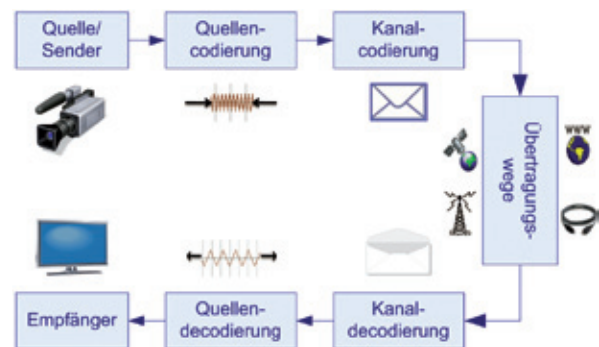


Abb. 2.4: Komponenten der HD-Übertragung

Vereinfacht beschrieben:

1. **Sender:** Film- und Fernsehstudios sowie zunehmend mehr private User produzieren den HD-Content mit speziellem Equipment. Damit wird der Grundstein für die gesamte Übertragung bis hin zum Seherlebnis der Zuschauer gelegt.
2. **Quellencodierung:** Die vom Sender generierte auflösungsbedingte große Datenmenge wird einer Datenreduktions-Stufe zugeführt. In der Vergangenheit wurde die MPEG-2 Videokompression eingesetzt. Eine bedeutend größere Datenreduktion ist z.B. mit der neuen MPEG-4 AVC Codierung insbesondere für einen HD-Kanal möglich. Diese reduziert die benötigte Bandbreite um rund 50% und bringt dadurch signifikante Vorteile. Anschließend erfolgt die Bildung eines Transportstroms. Die Gesamtheit aller Vorgänge bis zum Transportstrom wird als Quellencodierung bezeichnet.
3. **Kanalcodierung und Modulation:** Das Signal wird jetzt an den ausgewählten Übertragungsweg - Satellit, Kabel, Terrestrik oder Internet - angepasst. Hierfür wird ein kanalspezifischer Fehlerschutz hinzugefügt und das Signal mittels Modulation auf den jeweiligen Kanal geprägt.

4. **Digitale Übertragungswege:** Hier findet die eigentliche Signalübertragung über Satellit (DVB-S/S2), Kabel (DVB-C/C2), Terrestrik (DVB-T/T2), Handheld (DVB-H) oder IP-Protokoll (DVB-IPTV) statt.

Auf der Empfangsseite soll der HD-Content wiedergewonnen werden. Daher sind die durchgeführten Maßnahmen zu invertieren.

5. **Kanaldecodierung:** Auf der Empfangsseite wird das gewünschte Signal ausgewählt und mittels Kanaldecodierung der Fehlerschutz entfernt.
6. **Quellendecodierung:** Nun wird die Demultiplexierung und die Quellendecodierung im MPEG-2 bzw. MPEG-4 Decoder durchgeführt.
Durch die Demultiplexierung wird aus dem Transportstrom das gewünschte Programm selektiert, während durch den MPEG-4-Decoder das ursprüngliche Videosignal wieder gewonnen wird.
7. **Empfänger:** Abschließend kommt ein HD-tauglicher Empfänger zum Einsatz, der das hochaufgelöste Bild aufbereitet und darstellt. Als Geräte können neben einem Flat-Screen, z.B. einem LCD- bzw. Plasma-Fernseher, diverse Receiver wie Set-Top-Boxen, Personal Computer und Laptops eingesetzt werden:

- **Set-Top-Box (STB)**
Die STB ist ein Empfangsgerät, bei dem ein Display zur Darstellung nötig ist.
- **Integriertes digitales TV-Gerät (iDTV)**
Es gibt TV-Screens, bei denen das digitale Empfangsteil bereits mit integriert ist.
- **PC/ Laptop/ PDA**
Es gibt auch die Möglichkeit einen beliebigen PC, Laptop, Personal Digital Assistant (PDA) oder ein vergleichbares Gerät mit einer PC-Card bzw. USB-Stick zum digitalen Fernseher aufzurüsten.

2.2 HD-Logos für Displays und Receiver

Der europäische Geräteindustrieverband European Information, Communications and CE Industry Technology Association (EICTA) hat spezielle Logos eingeführt, um HD-taugliche Geräte zu kennzeichnen:



Abb. 2.5: Logos für HD-taugliche Endgeräte

“HD-ready” für Displays

Das Logo beschreibt die Mindestanforderungen an einen Flat-Screen, Projektor bzw. integrierten digitalen Fernseher zur Verarbeitung und Darstellung von HD-Signalen in einer Auflösung von 720p bzw. 1080i.

Auflösung: Das Display muss mindestens 720 Zeilen im 16:9 Format aufweisen.

Videoeingänge: Das Display nimmt HD-Signale über eine digitale (DVI/ HDMI inkl. HDCP-Kopierschutz) bzw. analoge Schnittstelle entgegen.

HD-Formate: Das Display stellt dar in 720p (1280x720, 50/60Hz als Voll-) bzw. 1080i (1920x1080, 50/60Hz Halbbild).

Für den Empfang von Fernsehprogrammen in HD-Qualität sind zusätzlich die mit dem „HD TV“ Logo gekennzeichnete Receiver - Empfangsgeräte erforderlich.

„HD-TV“ für Receiver

Das „HD-TV“ Logo wurde für HD-TV-taugliche Receiver (Set-Top-Boxen, Festplattenrecorder oder Flat-Screens mit integriertem Tuner) konzipiert, die HD-Signale über einen digitalen Übertragungsweg entsprechend den technischen Details des „HD ready“ Logos (720p, 1080i) empfangen und über eine kompatible Schnittstelle zu einem „HD ready“ Display übertragen können.

Empfang: Ein Receiver muss in der Lage sein, das über einen digitalen Übertragungsweg geführte HD-Signal empfangen und verarbeiten zu können.

HD-Formate: Die Geräte unterstützen

720p (1280x720, 50/60Hz als Voll-) bzw.
1080i (1920x1080, 50/60Hz Halbbild).

„HD-ready 1080p“ für Displays

Dieses Logo zeichnet Displays aus, die zusätzlich zu 720p und 1080i auch 1080p-Signale, z.B. von einem Blue-ray Player oder einer Spielkonsole anzeigen können.

2HD TV 1080p“ für Receiver

Geräte mit diesem Logo erfüllen die Spezifikationen des „HD ready 1080p“.

2Full HD 1080“

Das Logo ist nicht von der EICTA spezifiziert und kann somit unterschiedlich verwendet werden. Gemeint ist im Allgemeinen, dass ein Display die höchstmögliche Auflösung von 1920x1080 Pixel darstellen kann.

Verbraucher können an diesen Logos erkennen, dass ein Endgerät Mindeststandards erfüllt und kompatibel mit anderen HD-Geräten ist. Damit befriedigt diese Logo-Initiative das Sicherheitsbedürfnis der Konsumenten und stellt einen wichtigen Erfolgsfaktor zur Verbreitung von HD-TV dar.

2.3 Involvierte Organisationen

An der Übertragung von HD-TV Signalen ist eine Vielzahl von Systemmodulen beteiligt (Abb.2.4). Entsprechend sind verschiedene Organisationen an der Erarbeitung der Spezifikationen involviert. Zwei dieser Organisationen sind „MPEG“ - für das Modul Quellencodierung und „DVB“ - für das Modul der Übertragungswege.

Moving Pictures Experts Group MPEG

MPEG ist eine Arbeitsgruppe der Organisationen ISO und IEC, die sich u.a. mit der Standardisierung von **Videokompression** beschäftigt. Aus dieser Zusammenarbeit heraus gibt es inzwischen eine Vielzahl an Standards, die stetig effizientere Kompression ermöglichen:

MPEG-2 ist ein Standard zur Datenreduktion von Video-Signalen. Er wird auch beim digitalen Fernsehen DVB der ersten Generation eingesetzt.

MPEG-4 AVC ist eine Weiterentwicklung mit einer sehr hohen Datenkompressionsrate und damit auch für HD-TV geeignet. Die Kompression ist etwa um 50% höher als beim MPEG-2 Standard.

Digital Video Broadcasting Project

DVB ist eine ursprünglich europäische Initiative zur Entwicklung und **Standardisierung der Übertragungswege für das digitale Fernsehen**. Mittlerweile ist daraus eine weltweite Projektorganisation mit über 250 Mitgliedern aus Forschung, Industrieunternehmen, Programmveranstalter, Dienstleister, Netzbetreiber, Verbände, Institutionen und Regulierer mit Sitz in Genf entstanden. Die Standards der DVB-Familie sind heute die Normen für das digitale Fernsehen in Europa.

Bezeichnung	Standard	Details
DVB S	EN300 421	Übertragung via Satelliten - Framing structure, channel coding and modulation for satellite services
DVB S2	EN 302 307	Nachfolgestandard für DVB-S - 2 nd Generation for broadcasting and other satellite applications
DVB C	EN 300 429	Übertragung via Kabelnetze - Framing structure, channel coding and modulation for cable systems
DVB C2	TM 68	Nochfolgestandard für DVB-C
DVB T	EN 300 744	Übertragung via Terrestrik - Framing structure channel coding and modulation für digital terrestrial television
DVB T2	A 122	Nachfolgestandard für DVB-T - 2 nd Generation digital terrestrial television broadcasting system
DVB H	EN 3020304	Übertragung auf mobile Endgeräte - Transmission system for handheld terminals
DVB IPTV	TS 102 034	Übertragung von MPEG-2 TS basierte DVB Services über IP-Netzwerk

Tab. 2.2: Standards der DVB-Familie (www.dvb.org)

Die Überführung der Spezifikationen in Standards liegt im Verantwortungsbereich der europäischen bzw. der weltweit tätigen Normungsinstitute.

In Zusammenhang mit DVB spielen folgende Organisationen eine Rolle (Tab2.3).

Organisationen	Bezeichnung
ITU	International Telecommunication Union
ISO	International Organisation for Standardisation
IEC	International Electrotechnical Commission
ETSI	EU Telecommunications Standards Institute
EBU	European Broadcasting Union
CELENEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Tab. 2.3: Ausgewählte Normungsinstitute

Die International Telecommunications Union (ITU) versucht, die Standards für das digitale Fernsehen zu vereinheitlichen.

Die Umsetzung in Standards erfolgt dann durch die europäische Standardisierungsorganisation für Telekommunikation (ETSI).

3 Wie gelangt der HD-Content zum Empfänger?

Das klassische SD-TV Fernsehen bedient sich drei alternativer Übertragungswege, um den Content von einem Sender auf das Display der Fernsehzuschauer zu befördern:

■ Terrestrik, Kabel und Satellit

Der historisch älteste Übertragungsweg ist die terrestrische Verbreitung, d.h. die drahtlose Abstrahlung des Contents von auf der Erde stehenden terrestrischen Antennenmasten.

Später sind die Verbreitung im Kabelnetz und die Satellitenausstrahlung hinzugekommen und haben aufgrund der großen Programmvielfalt sehr schnell eine große Bedeutung erlangt. Neu dazugekommen ist das Internet.

Im Grunde kann der HD-Content jetzt auf allen zur Verfügung stehenden Wegen transportiert werden. Hierzu hat das DVB-Projekt das Digital Video Broadcasting System (DVB) in Europa eingeführt. Dieses setzt sich aus einer Reihe zueinander kompatibler Standards zur Übertragung via Satellit, Breitband-Kabelnetz, terrestrischer Sender, mobiler Endgeräte und IP basierter Breitband-Netzwerke zusammen:

Satellit	DVB-S/ DVB-S2,
Kabel	DVB-C/ DVB-C2
Terrestrik	DVB-T / DVB-T2,
Handheld (Mobil)	DVB-H und
Internet Protokoll	DVB-IPTV.

Die Aufgabe des DVB-Systems besteht darin, Sendungen frequenzökonomisch und mit höchster Qualität vom Sender zum Empfänger zu transportieren. Das Prinzip der Übertragung ist in Abb. 3.1 dargestellt.

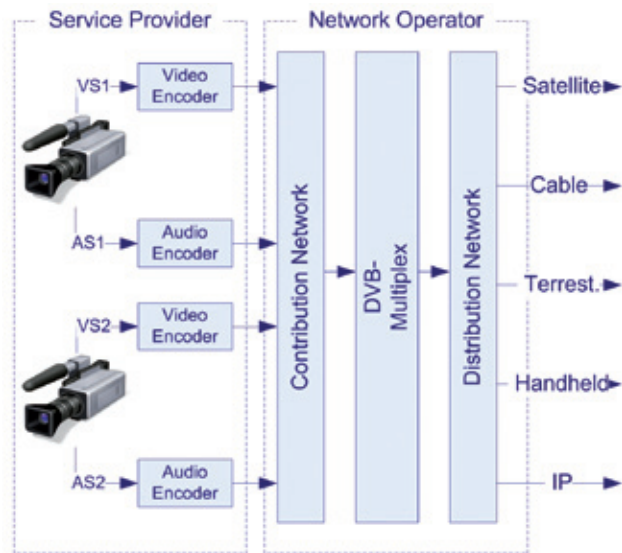


Abb. 3.1: Alternative digitale Übertragungswege

Bei allen DVB Standards kommt ein „Container“ zum Einsatz, der gleichzeitig Fernsehsignale und Zusatzdaten in einem Transportstrom überträgt.

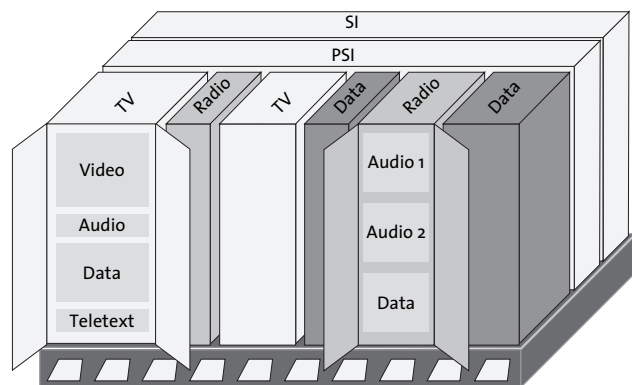


Abb. 3.2: Daten im DVB-Datencontainer (www.dvb.org)

Damit können sich mehrere Programme einen Kanal teilen. Die Datenströme einzelner Programme werden dabei zu einem Gesamt-Datenstrom gemultiplext. Je Programm sind Datenraten von 2 - 8 Mbit/s üblich bzw.

bis zu 27 Mbit/s bei HD-TV. Es ist zu beachten, dass die Bitrate dem Inhalt entsprechend variabel ist.

■ 3.1. Digitales Satellitenfernsehen

Der 1993 veröffentlichte Standard Digital Video Broadcasting Satellite (DVB-S) beschreibt die Übertragung von Fernseh- und Rundfunk-Programmen über Satellit.

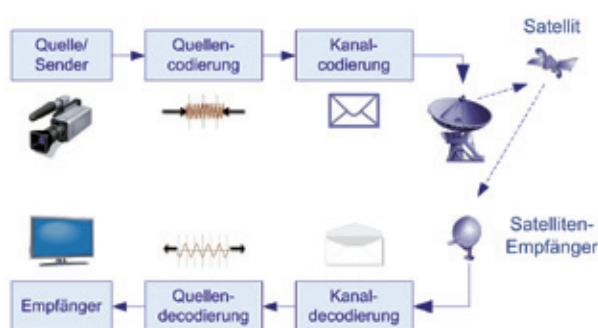


Abb. 3.3: Übertragung von HD-TV per Satellit

Im Unterschied zu den anderen Übertragungswegen ist bei DVB-S der Empfang auch in abgelegenen Gebieten möglich. So gibt es Antennen, die durch automatische Nachführung den Empfang in Flugzeugen, Schiffen oder Bussen während der Fahrt ermöglichen.

Markt-Aspekte

Die ersten digitalen Satelliten-TV Übertragungen begannen 1994 in Thailand und Südafrika. Seit damals hat sich DVB-S zu einem sehr beliebten System mit weltweit mehr als 100 Millionen Empfangsgeräten entwickelt. Nach über zehn Jahren hat sich das DVB-Projekt zu einem „Update“ entschlossen: DVB-S2. Kernelement ist eine Toolbox modernster Techniken zur Quellen- und Kanalcodierung sowie Modulation, die einer Reihe von kommerziell lukrativen Diensten die Tür öffnet, u.a. auch HD-TV.

Technische Details

Bei der Satellitenübertragung handelt es sich um eine gerichtete Funkverbindung, bei der der Satellit als eine Kombination aus einem Spiegel und Verstärker arbeitet:

Die komprimierten Signale werden mit einem Fehler-schutz versehen und von der Erdstation im „Uplink“ gesendet.

Der Satellit filtert und verstärkt die aufgrund der großen Entfernung gedämpften und atmosphärisch gestörten Signale und strahlt sie dann wieder im „Downlink“ zur Erde zurück. Dabei werden die Signale auf einzelne Signalverstärker - Transponder verteilt. Jedem ist ein bestimmtes Frequenzband zugewiesen, das eine Bandbreite zwischen 27MHz und 36MHz aufweist.

Beim Empfänger findet dann die Umkehrung der zuvor beim Sender durchgeführten Signalverarbeitung statt.

Die Zahl der zu übertragenden digitalen Programme hängt von der durch die Kanalcodierung und Modulation erreichbaren Bitrate ab. Bedingt durch die Gegebenheiten der Satellitenübertragung wird eine Netto-Bitrate von etwa 30Mbit/s bei 27MHz Transponder-Bandbreite und 40Mbit/s bei 36MHz-Transponder-Bandbreite erreicht. Unter den genannten Vorgaben kann man über einen Transponder bis zu 10 MPEG-2-Transportströme übertragen, alternativ auch komprimierte HD-TV Signale.

Je nach gewünschten Qualitätsanforderungen vermindert bzw. vergrößert sich diese Anzahl.

Next Step DVB-S2

DVB-S2 ist eine Weiterentwicklung des DVB-S Standards und zeichnet sich bei gleichen Empfangsbedingungen durch eine höhere Übertragungseffizienz aus. Dadurch wurde der Grundstein für HD-TV gelegt.

In Verbindung mit Kompressionsverfahren wie MPEG-4 AVC lassen sich 20 bis 25 Fernsehprogramme in Standard-Definition bzw. 5 bis 6 in High-Definition-Qualität über einen 36-MHz-Transponder übertragen.

DVB-S2 ermöglicht die Übertragung zweier unabhängiger Transportströme auf einem Transponder, was z.B. die parallele Übertragung eines TV-Programms in HD-TV-Auflösung und eines weiteren im normalen Standard ermöglicht.

Nimmt das Angebot an HD-Content weiter zu, kann es erforderlich werden, zusätzliche Satellitenkapazitäten aufzubauen.

Weit über 1.000 Fernseh- und Radio-Programme können derzeit mit einer einzigen Satellitenanlage empfangen werden. Darüber hinaus ist es auch möglich, mit dem Satelliten-Empfänger Internet-Inhalte und weitere Multi-Mediadienste abzurufen.

3.2 Digitales Kabelfernsehen

Der 1994 veröffentlichte Standard Digital Video Broadcasting Cable (DVB-C) beschreibt die Übertragung von Fernseh- und Rundfunk-Programmen über einen Kabelanschluss.

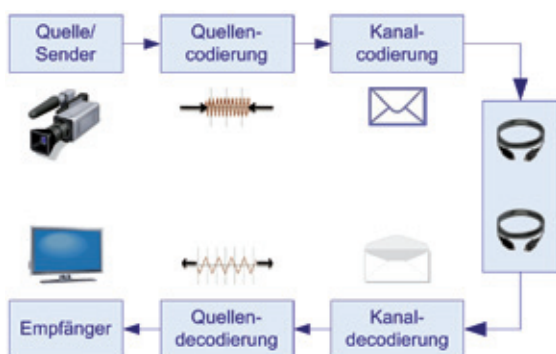


Abb. 3.4: Übertragung von HD-TV per Kabel

Die Kabelnetze weisen aufgrund ihrer Abschirmung gegen Störbeeinflussungen von Außen eine relativ hohe und konstante Übertragungsqualität auf. Daher braucht man keinen aufwändigen Fehlerschutz und man kann bezogen auf die Bandbreite eine größere Bitrate übertragen. Diese erlaubt auch die Übertragung von HD-TV.

Technische Details

Für DVB-C wurde unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen als Modulation die Quadratur-Amplitudenmodulation (QAM) im Standard gewählt. Dieses Verfahren bietet die bestmögliche Adaption des Signals an den vorhandenen Kabelkanal. Dabei kann zwischen verschiedenen Varianten (16-QAM bis zu 256-QAM) ausgewählt werden.

Im Kabelkanal steht damit eine Netto-Bitrate von 38 Mbit/s zur Verfügung, was in etwa dem Wert des Satellitenkanals entspricht. Dadurch ist es möglich, Satellitenkanäle ohne größere Schwierigkeiten in das Kabelnetz einzuspeisen.

In der Zwischenzeit haben einige Kabelnetzbetreiber bereits damit begonnen, ihre Netze „aufzuwerten“, indem sie eine 256-QAM Modulation anbieten und somit Übertragungsraten von 50 Mbit/s erzielen. Damit wollen sie die wachsende Nachfrage der Verbraucher nach einem breiteren interaktiven und personalisierten Serviceportfolio befriedigen.

So können z.B. parallel zum Fernsehsignal auch Radiosender übertragen werden, die vergleichsweise wenig Bandbreite erfordern, zum anderen können aber auch interaktive Dienste und Anwendungen realisiert werden.

DVB-C wird derzeit in Kabelsystemen von den größeren CATV-Netzen (cable television) bis hin zu den kleineren SMATV (satellite master antenna TV) eingesetzt.

DVB-C2

Die Spezifikationen von DVB-C2 befinden sich seit 2007 in der Entwicklung und werden voraussichtlich Anfang 2009 abgeschlossen sein. Neue Dienste wie Video-on-Demand (VOD) und Mehrkanal HD-TV sollen dann zur Verfügung stehen.

Dabei wird die MPEG-4 AVC Codierung zum Einsatz kommen, die eine geringere Übertragungsbandbreite erforderlich macht.

3.3 Digitale terrestrische Fernsehen

Der 1997 veröffentlichte Standard Digital Video Broadcasting Terrestrial (DVB-T) beschreibt die Übertragung von Fernseh-Programmen mittels elektromagnetischer Wellen sowie deren Empfang über eine handelsübliche Dach- bzw. Zimmerantenne.

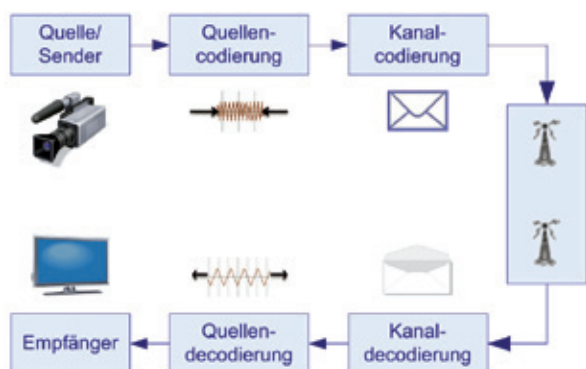


Abb. 3.5: Übertragung von HD-TV über Terrestrik

Ein DVB-T-Netzwerk kann diverse Dienste wie HD-TV und Mehrkanal SD-TV über Set-Top-Boxen, tragbare Empfänger oder PC-Einsteckkarten bereit stellen.

Im Zeitalter der mobilen Gesellschaft ist der stationäre, portable bzw. mobile Empfang mit tragbaren Geräten in hoher Qualität ein wichtiges Verkaufsargument. Damit können digitale Fernsehbilder und Datendienste von kleinen Mini-Empfängern im Urlaub, im Straßen-Café oder

im Garten mit den entsprechenden Antennen empfangen werden. Grundsätzlich ist über DVB-T auch die Hörfunk-Übertragung in einwandfreier Tonqualität möglich.

Ein weiterer Anreiz für den Konsumenten besteht in der kostenfreien Nutzung zusätzlicher Programmangebote und technisch möglicher Datendienste, wie dem schnellen Download von Spielfilmen in HD- und Musik in CD-Qualität. DVB-T bietet demnach alle Voraussetzungen für eine Vielzahl neuer Multimedia Anwendungen für zu Hause und unterwegs.

Markt-Aspekte

Seit Einführung von DVB-T wurden mehr als 60 Millionen Empfänger weltweit verkauft. Die Quellen für diesen Erfolg sind neben dem Mehrwert der Digitaltechnik, eine gemeinsam abgestimmte Vorgehensweise der Rundfunkanstalten, Netzbetreiber und Geräteindustrie beim konsequenten Aufbau eines attraktiven Programmangebots, Ausbau der Netze und Angebot an kostengünstigen Endgeräten.

Wie in Tab. 3.1 zu sehen, konnte sich DVB-T in UK, Frankreich, Deutschland, Spanien und Italien erfolgreich etablieren.

Land	Popula-tion (Mio.)	DVB-T Services Launch	Receivers Sold (Mio.)
UK	60	1998 (2002 Freeview)	27
Frankreich	64	2005	8 (incl. rentals)
Deutschland	82	2002	8
Spanien	45	2000	8
Italien	59	2004	6,5
Australien	21	2001	6,5
Taiwan	30	2005	2,5

Tab. 3.1: Erfolgreiche DVB-T Märkte (www.dvb.org)

DVB-T erfreut sich wachsender Beliebtheit. Ein exzellentes Beispiel ist Frankreich, denn dort wurden in einem Zeitraum von zwei Jahren nach der Einführung mehr als acht Millionen DVB-T-Empfänger ohne Subventionen verkauft.

Darüber hinaus steht international nahezu monatlich der Start weiterer Dienste an. So bieten Mobilfunknetzbetreiber bereits Mobiltelefone mit integriertem DVB-T Receiver an. Damit können die Kunden die Vorteile des ausgezeichneten mobilen TV-Empfangs der DVB-T Netze nutzen.

Technische Details

Wie bei allen DVB Standards wird auch bei DVB-T das Signal zunächst komprimiert und anschließend nach dem „Container-Prinzip“ transportiert. Damit können gleichzeitig Fernsehsignale, Audiosignale und Zusatz-Daten in einem MPEG Transportstrom zusammengefasst werden.

Das digitale terrestrische Fernsehen (DVB-T) ermöglicht den Transport von rund 3 bis 4 Fernsehprogrammen sowie anderer Dateninhalte auf einem einzigen Übertragungskanal (7 – 8 MHz Bandbreite). Davon ausgehend kann der Konsument in Abhängigkeit von seinem Wohnort bis zu 30 Programme über die herkömmliche Haus- bzw. Zimmerantenne empfangen.

Bei DVB-T kann z.B. der Schutz gegen Übertragungsfehler unterschiedlich hoch gewählt werden. Durch diese Flexibilität besteht die Möglichkeit, die Anzahl der auszustrahlenden Programme und die Empfangsart zu wählen, also z.B. ob mobil, portabel oder stationär empfangen werden soll.

Next Step DVB-T2

Im Juni 2008 wurde die Spezifikation für die zweite Generation des digitalen terrestrischen Übertragungsstandards DVB-T2 fertig gestellt. Diese Weiterentwicklung bietet einem Anstieg der pro Kanal verfügbaren

Datenrate um etwa 50% – ohne dass man in leistungsfähigere Sender investieren muss und auch ohne die heute bekannte Empfangsqualität zu verringern.

Ein ganzes Bündel von Ideen ist in die DVB-T2-Spezifikation aufgenommen worden. So ist die gleichzeitige Übertragung von HD-TV Programmen zu Empfängern mit einer Dachantenne und von SD-TV-Programmen zu portablen bzw. mobilen Empfängern möglich.

Markt-Aspekte

Man rechnet damit, dass DVB-T2 zuerst in UK in den kommenden Jahren eingeführt wird. Für eine Einführung in Deutschland gibt es derzeit noch keine konkreten Pläne. Nach ersten Versuchen ist mit einer breiten Einführung jedoch frühestens in einigen Jahren zu rechnen.

Unter Beachtung der technisch-wirtschaftlichen Restriktionen und insbesondere der Verbraucherinteressen sollte jedes Land darüber nachdenken, wann der richtige Zeitpunkt für eine Einführung ist. So ist ein Land, das zum jetzigen Zeitpunkt mit der Digital-Umstellung beginnt, sicherlich gut beraten, von vorneherein DVB-T2 in Betracht zu ziehen.

Anders sieht es in Ländern aus, in denen DVB-T bereits eingeführt ist. Hier wäre ein schneller Umstieg schwierig, da insbesondere neue Empfangsgeräte in den Haushalten erforderlich wären.

■ 3.4 Digitales Handheldfernsehen

Der 2004 veröffentlichte Standard Digital Video Broadcasting Handheld (DVB-H) beschreibt ein System zur Übertragung von Fernseh-Programmen auf batteriebetriebene mobile Endgeräte wie Handys, PDAs etc. DVB-H wird wie DVB-T terrestrisch ausgesendet und baut darauf auf.

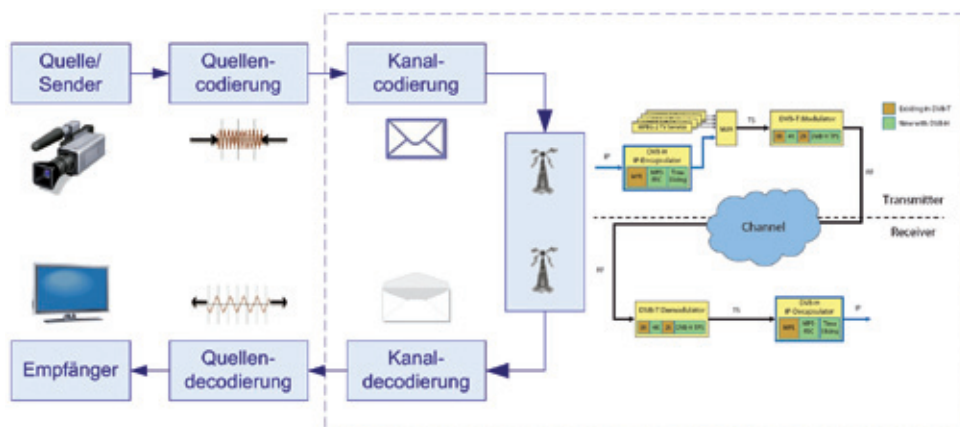


Abb. 3.6: Übertragung via DVB-H (www.dvb.org)

Markt-Aspekte

Seit einiger Zeit wächst das Interesse, Filme auch von unterwegs auf kleinen mobilen Geräten zu empfangen. Umgangssprachlich wird vom „Handy-TV“ gesprochen.

Die Technik ist inzwischen soweit, dass entsprechende stromsparende Endgeräte zu marktverträglichen Preisen vorliegen.



Abb. 3.7: Bevorzugte Einsatzgebiete von DVB-H / T

DVB-H ist bereits in vielen Ländern wie Italien, Finnland, Schweiz, Österreich und Niederlande im Dienst. Gleichzeitig finden in weiteren Ländern Erprobungen statt. Die EU-Kommission hat vor kurzem DVB-H als Standard fürs Handy-TV empfohlen.

Technische Details

DVB-H ist eine Erweiterung des DVB-T Standards mit einem verbesserten Fehlerschutz, einem integrierten Verfahren zur Reduktion des Stromverbrauchs und einer effektiveren Kompression mit dem Quellencodierungsverfahren MPEG-4 AVC. Die genauen Datenraten und Auflösungen können entsprechend der Kapazität des Sendernetzes und der Anforderungen der Endgeräte angepasst werden.

In der Regel können in einem Fernsehkanal 15 bis 25 Fernsehprogramme an das mobile Endgerät transportiert werden.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass einige Mobilfunkanbieter seit längerem im Rahmen ihrer UMTS-Offensive auch den Empfang von TV-Programmen im Portfolio anbieten. Mit zunehmender Nutzerzahl stellt dieses Angebot jedoch eine sehr hohe Belastung für das Netz dar und kann so rasch an die technischen und betriebswirtschaftlichen Grenzen stoßen.

Next Steps

Durch die IP-Fähigkeit von DVB-H können mittel- bis langfristig neben klassischen Rundfunkdiensten wie Fernsehen auch zunehmend interaktive Dienste auf den

mobilen Endgeräten Einzug halten. Hierdurch steigt wiederum der Bedarf an Übertragungsbandbreite und an anforderungs- und bedarfsgerechte Sendernetze.

■ 3.5 Digitales Fernsehen über das Internet Protokoll

DVB-IPTV ist ein Sammelbegriff für eine Reihe von Spezifikationen (TS 102 034, 102 539, 102 824) zur Übertragung von Fernseh- Programmen über ein Internet Protokoll basiertes Breitbandnetz (IPTV) in einer Qualität, die bis hin zu HD-TV reicht.

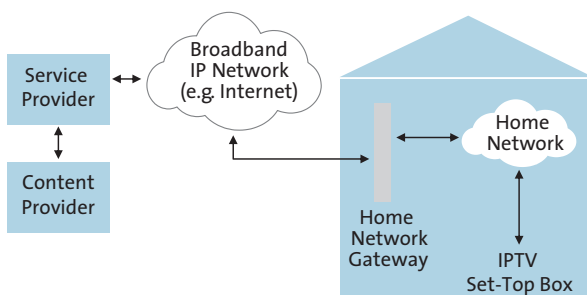


Abb. 3.8: Übertragung via DVB-IPTV (www.dvb.org)

Größter Vorteil von IPTV ist die Möglichkeit, neben Fernsehen in SD- sowie in HD-Qualität, durch einen Rückkanal interaktive Dienste anbieten zu können.

Dabei ist es naheliegend, das Internet in Form eines schnellen DSL-Netzes als Transportweg einzusetzen, denn dort wird das IP-Protokoll ohnehin schon verwendet.

Grundsätzlich aber kann IPTV über Terrestrik, Kabel, Satellit sowie über ein Mobilfunknetz verbreitet werden. Daraus ergeben sich in der Praxis häufig Missverständnisse und Verwechslungen zwischen IPTV und Internet-TV.

Grundsätzlich aber sind IPTV und Internet-TV zwei völlig verschiedene Systeme mit unterschiedlichen Geschäfts- und Marktmodellen.

Internet-Fernsehen bzw. Web-TV

Beim Internet-TV kann jeder User die von einem Sender zur Verfügung gestellten Fernseh-Programme „sehen, wann und wo man will - anywhere und anytime“. Free-TV Angebote sind dabei ebenso möglich wie kostenpflichtige Pay-TV Offerten.

Mit Internet-TV ist damit tatsächlich „Fernsehen aus dem Internet“ gemeint. Programmanbieter kann dabei jeder sein. Die Spannweite der Qualität reicht von einfachen Video-Clips bis hin zu aufwendigen Fernseh-Produktionen.

Ein relevanter Punkt ist, dass die Anbieter keine Garantie für die Servicequalität (QoS) bieten können, weil sie die Verbindung der Empfänger nicht kontrollieren und die zur Verfügung stehende Bandbreite mit allen anderen Datenquellenteilen teilen müssen.

IPTV

Bei IPTV steht ein vom Provider angebotenes Programmpaket einem registrierten Nutzerkreis mit definierter Qualität (QoS) zur Verfügung. Dieses Paket kann klassisches Fernsehen ebenso enthalten wie Filmarchive (Video-on-demand), Free-TV ebenso wie Pay-TV und sogar HD-TV ist möglich. Ergänzt wird dieses Angebot u.a. durch zusätzliche interaktive Funktionalitäten wie Video-Recorder im Netz oder lokal (Personal Video Recorder) mit zeitversetzter Wiedergabemöglichkeit sowie komfortable Programmführer (Electronic Programme Guide).

Um dieses Programmpaket empfangen zu können, muss man Kunde des Providers sein, der wiederum das Fernsehangebot in der Regel mit Telefon und einem Internet-Zugang verknüpft (Triple Play).

Markt-Aspekte

In mehreren EU-Ländern gibt es schon heute entsprechende Dienste mit wachsender Zahl von Teilnehmern. Da die Breitband-Netze immer schneller werden, sind auf diesem Wege auch HD-TV-Übertragungen möglich, und „Triple Play“ gehört praktisch zur Grundausstattung. Damit zeichnet sich derzeit ein intensiver Wettbewerb der neuen IPTV-Anbieter insbesondere mit den klassischen Kabelnetzbetreibern ab.

Im internationalen Sprachgebrauch wird mehr und mehr der Begriff „IPTV“ für beide Varianten verwendet: für Fernsehen in abgeschlossenen Netzen (managed networks) wie auch für TV und Video aus dem offenen Internet (open networks). Dies nimmt Rücksicht darauf, dass auch die Netze des offenen Internet fortwährend „schneller“ werden. Damit ist abzusehen, dass Video-Inhalte oder TV-Programme, auch wenn sie über das offene Internet bezogen werden, schon in naher Zukunft ebenfalls mit hoher Qualität empfangen und wiedergegeben werden können.

4 Ausblick

Wie aus den vorangegangenen Abschnitten ersichtlich, sind die unterschiedlichen „digitalen Straßen“ schon heute in der Lage, die auf sie anvisierten „High-Definition Datenmengen“ schnell und einwandfrei zu transportieren. Die Aufrüstung der 2. DVB-Generation unterstützt dieses Vorhaben darüber hinaus.

Doch während wir in Europa noch über HD-TV diskutieren, hat sich in den USA und Asien die kommende HD-TV-Generation bereits angemeldet!

■ 4.1 UHDTV & 3D-HDTV

Die neuesten Trends sind Ultra High Definition Television (UHDTV) und dreidimensionales HD-TV (3D-HD-TV).

In Japan wurden bereits erste Ergebnisse zur nächsten HD-TV Generation - das UHDTV bekannt auch als „Super Hi-Vision“ von Forschungseinrichtungen und von der Geräteindustrie präsentiert.

UHDTV ist ein digitales Videoformat, welches eine 16-fach höhere Bildauflösung (7680 x 4320) mit 33 Mill. Pixel als HD-TV mit 2 Mill. Pixel bietet. Weitere Details sind in der Tabelle 4.1. aufgeführt.

Parameter	UHDTV	HD-TV
Definition (Anzahl Pixel)	7680 x 4320 (33 Mio. Pixel)	1920 x 1080 (2 Mio. Pixel)
Bildseiten-verhältnis	16:09	16:09
Bittiefe	10 bzw 12	8 bzw. 10
Bildfrequenzen	50, 60	24, 25, 30, 50, 60
Datenrate (unkomprimiert)	72 Gbit/s	max. 2,49 Gbits/s
Standards	SMPTE 2036-1 ITU-R BT. 1769	SMPTE 274M ITU-R BT. 709

Tab. 4.1. Ausgewählte UHDTV-Parameter

Erste Prototypen der Komponenten einer kompletten Produktionskette existieren bereits und weitere sind in der Entwicklung:

- Studiokamera mit 4 x 8“-Megapixeln in CMOS-Technik; es gibt bereits einen Bildsensor mit 33 Mill. Pixel.
- System mit einer Speicherkapazität für 18 Minuten Aufzeichnungszeit.
- UHD-Videoprojektor als Display mit 8 Mill. Pixeln.
- Echtzeit MPEG-4 AVC-Codec, das mit parallelen Prozessoren realisiert wurde.

Einen weiteren Blick auf das Fernsehen von Morgen eröffnet die Entwicklung im Bereich 3D-HD-TV. Diese wird beispielsweise in den USA für die Live-Übertragung der NBA Playoffs eingesetzt.

Das dabei vermittelte Erlebnis steigert das Interesse der Basketball-Anhänger und hat sich zugleich für die NBA als auch für die Serviceanbieter zu einem lukrativen Geschäft entwickelt.

5 Info-Update 25.09.2009

■ HD-TV News

In den kommenden Monaten werden die Fernsehzuschauer endlich ihre hochauflösenden, High Definition (HD) fähigen Flachbildschirme und Empfangsgeräte mit einer Vielzahl von Sendern nutzen können. Denn zusätzlich zu den bereits existierenden HD-TV Programmangeboten auf Sendern wie ARTE, ANIXE HD und Sky, werden jetzt auch die öffentlich-rechtlichen Sender (ARD und ZDF) sowie RTL, VOX, ProSieben, SAT.1 und Kabel eins ihren HD-TV Regelbetrieb aufnehmen.

Eine in diesem Zusammenhang aufsehenerregende Ankündigung ist, dass RTL und VOX für November 2009, sowie ProSieben, SAT.1 und Kabel eins für Januar 2010 ihr HD-TV Programm verschlüsselt über den Satellitenbetreiber ASTRA ausstrahlen wollen. Mit dieser Verschlüsselung soll nach 12 Monaten Nutzungsdauer auch eine separate Gebühr für HD-Empfang erhoben werden. Zur Verschlüsselung soll die neue „CI-Plus-Technologie“ (CI+) herangezogen werden, die Content gezielt vor unberechtigter Nutzung und Verbreitung schützen kann.

Während bei der klassischen CI-Technologie das TV-Signal beim Empfänger entschlüsselt und dann in unverschlüsselter Form zur weiteren Signalverarbeitung vorliegt, arbeitet die CI-Plus-Technologie mit einer „Rückverschlüsselung“ im Empfangsgerät. Dieses gewährleistet, dass der Datenstrom bis unmittelbar vor dem Bildschirm verschlüsselt bleibt. Die neue Technologie setzt somit die Anforderungen der Rechteinhaber an die Datensicherheit (z.B. Einschränkung von Aufzeichnungen) weitestgehend um und ermöglicht darüber hinaus weitere Funktionen wie CI-Plus-Browser Funktionalitäten, Jugendschutz etc.

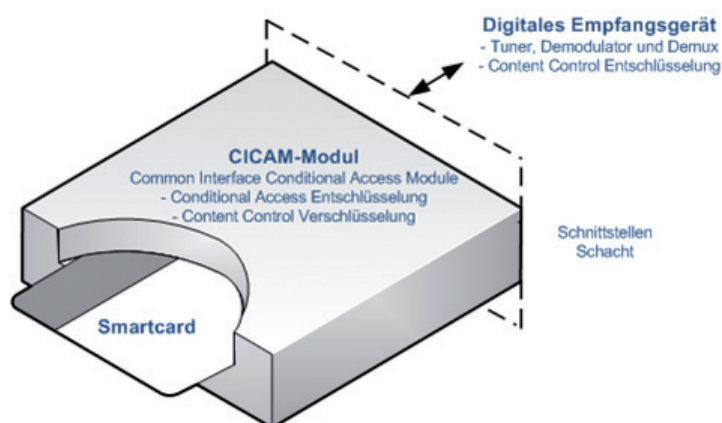


Abb. 5.1: Überblick über die relevanten CI-Plus-Systemkomponenten

■ 5.1 Informationen zur CI-Plus-Technologie

Die von der „CI-Plus Limited Liability Partnership“ (u.a. bestehend aus den Firmen Sony, Samsung, Philips und Panasonic) im Mai 2009 veröffentlichte Technologie (Version 1.2) basiert auf der vom DVB-Projekt entwickelten und standardisierten Common-Interface (CI) Schnittstelle EN-50221 bzw. TS-101699.

In die Schnittstelle wird dabei wie bisher ein „Common Interface Conditional Access Module“ (CICAM) eingesetzt, das wiederum eine Smartcard aufnimmt und damit dann das TV-Signal entschlüsselt (s. Abb. 5.1).

■ 5.2 Informationen zu Empfangsmöglichkeiten

Zum Empfang der verschlüsselten sowie der unverschlüsselten HD-TV-Programme benötigt der Fernsehzuschauer jetzt entweder ein digitales Empfangsgerät mit Common Interface CI-Plus-Schnittstelle oder einen Receiver mit HD+ Logo (s. Abb. 5.2).

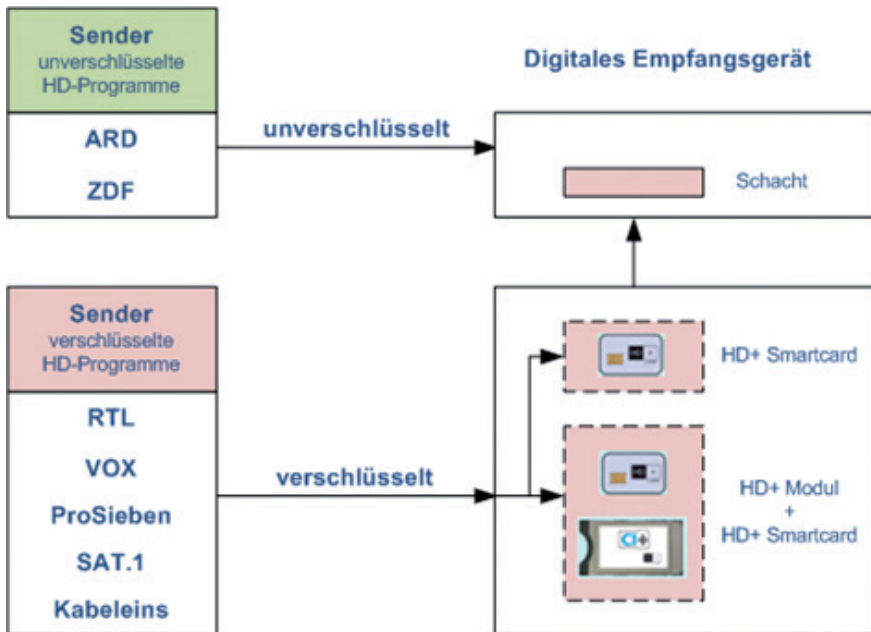


Abb 5.2: Überblick über HD-TV Empfangsmöglichkeiten mittels Satelliten-Receiver

Als HD+ wird der neue von der ASTRA-Tochterfirma HD+ GmbH angebotene Service bezeichnet, der das bisher existierende digitale Programmangebot für die Satellitenhaushalte um eine HD-TV Komponente erweitern wird. Darüber hinaus haben auch einige Kabelnetzbetreiber wie z.B. Kabel Deutschland ihre Unterstützung für die verschlüsselte Übertragung angekündigt.

- Receiver mit HD+ Logo beinhalten einen integrierten Schacht, in den eine sogenannte HD+ Smart-Card zur Entschlüsselung der Programme eingesetzt werden kann.
- Empfangsgeräte mit CI+ Schnittstelle beinhalten einen anderen Schacht. In diesen Schacht kann dann ein HD+ Modul eingesetzt und wiederum mit einer HD+ Smart-Card komplettiert werden.
- Vorhandene HD-Receiver, die einen klassischen CI-Schacht beinhalten, sollen je nach Hersteller ggf. mittels eines Spezial-Moduls (CI Legacy CAM) für den Empfang der neuen Programme nachgerüstet werden können. Hierfür sind herstellerspezifische Informationen im Internet oder über den Fachhandel verfügbar.

Der HD+ Service für RTL, VOX, ProSieben, SAT.1 und Kabeleins wird in Zukunft kostenpflichtig sein. Beim Kauf eines neuen HD+ Receivers wird jedoch eine Smartcard mitgeliefert, die dem Zuschauer für die ersten 12 Monate den kostenlosen Empfang des neuen Zusatzangebotes ermöglicht.

■ 5.3 Informationen zu Kompatibilität bzw. Nachrüstung

Bei der Entwicklung der Technologien wurde auf das Zusammenspiel der CI- und CI-Plus-Technologie geachtet. So werden die klassischen CI-Module in CI-Plus-Empfängern funktionieren und umgekehrt (s. Tabelle 5.1).

		Empfänger	
		CI	CI-Plus
Modul (CICAM)	CI	CI-Modus	CI-Modus (Modul)
	CI-Plus	CI-Modus (Empfänger)	CI-Plus Modus

Tab. 5.1: Zusammenspiel der Modulvarianten mit den Empfängern

Da es derzeit eine große Zahl von Flachbildschirmen und digitalen Empfangsgeräten mit der klassischen CI-Schnittstelle gibt, ist die Branche daran interessiert einen konzeptionellen Ansatz zu entwickeln, um diese Geräte bei Bedarf auch auf die HD+ Funktionalität nachzurüsten. Erst kürzlich haben einige Hersteller mitgeteilt, dass ihre bisher verkauften HD-Empfänger per Software-Update bzw. mit sogenannten CI-Legacy-Modulen für den Empfang von HD+ fit gemacht werden könnten.

■ 5.4 Allgemeine Hinweise

Abschließend soll kurz noch erwähnt werden, dass die Chancen der neuen CI-Plus-Technologie, z.B. Signalschutz und Interoperabilität sowohl von den Rechteinhabern der

HD-TV Inhalte, als auch von einer Reihe von TV-Sendern und Geräteherstellern gesehen werden und diese die neue Technologie unterstützen – demgegenüber weisen Verbraucherschützer verstärkt auf mögliche, bislang vom Verbraucher nicht gewohnte Einschränkungen hin, z.B. die prinzipiell mögliche Unterbindung der Aufnahmefunktionalität von bestimmten Sendungen und auch prinzipiell mögliche Einschränkungen bei dem Überspringen von Werbungen, wenn die Sendung aufgezeichnet wurde (z.B. mit Time-Shift-Funktion). Ob und inwieweit die Sendanstalten von solchen Möglichkeiten tatsächlich Gebrauch machen werden, ist offen.

Der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. vertritt mehr als 1.200 Unternehmen, davon 900 Direktmitglieder mit etwa 135 Milliarden Euro Umsatz und 700.000 Beschäftigten. Hierzu zählen Anbieter von Software, IT-Services und Telekommunikationsdiensten, Hersteller von Hardware und Consumer Electronics sowie Unternehmen der digitalen Medien. Der BITKOM setzt sich insbesondere für bessere ordnungspolitische Rahmenbedingungen, eine Modernisierung des Bildungssystems und eine innovationsorientierte Wirtschaftspolitik ein.



Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e.V.

Albrechtstraße 10 A
10117 Berlin-Mitte
Tel.: 030.27576-0
Fax: 030.27576-400
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org