

HDTV in Deutschland

Situation – Positionen – Zielsetzungen

Statusbericht 2005

**zur Verbesserung der Bildqualität des digitalen Fernsehens
und zur Einführung des hochauflösenden Fernsehens
(HDTV = High Definition TeleVision) in Deutschland und Europa**

vorgelegt von der Arbeitsgruppe:

„HDTV und Bildqualitätsverbesserung“

Deutsche TV-Plattform

Deutsche TV-Plattform, AG: HDTV und Bildqualitätsverbesserung



HDTV in Deutschland

Situation – Positionen – Zielsetzungen

Statusbericht 2005 zur Verbesserung der Bildqualität des digitalen Fernsehens und zur Einführung des hochauflösenden Fernsehens (HDTV = High Definition TeleVision) in Deutschland und Europa

Vorbemerkung:

Die "Deutsche TV-Plattform" ist derzeit die einzige Institution in Deutschland, in der branchenübergreifend Mitglieder aus allen Bereichen der elektronischen Medienwirtschaft vertreten sind. Dazu gehören Programmveranstalter ebenso wie öffentlich-rechtliche und private Rundfunkanstalten und andere Dienste- und Inhaltenanbieter, Service-Provider und Unternehmen der Geräteindustrie aus den verschiedenen zusammenwachsenden Branchen, Forschungsinstitute, Landesmedienanstalten und weitere Institutionen aus Politik und Verwaltung sowie beteiligte Regulierungsbehörden.

Sie hat sich zur Aufgabe gemacht, die Einführung neuer, insbesondere digitaler Fernsehsysteme in Deutschland zu begleiten und zu unterstützen. Dies geschieht insbesondere dadurch, daß sie den Mitgliedern ein Forum bietet für die gegenseitige Information, den Meinungs-austausch und die Meinungsbildung sowie durch die Förderung der weiteren Entwicklung der Techniken und ihrer Anwendung. Darüber hinaus ist es ihr Ziel, die unterschiedlichen Interessen aller Beteiligten zu koordinieren und abzustimmen sowie Vorschläge und Lösungen zu erarbeiten, die die technischen, gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen erfüllen und den Interessen aller Beteiligter gleichermaßen gerecht werden.

In diesem Sinne hat die TV-Plattform die Aufgabe übernommen, die an der Einführung des hochauflösenden Fernsehens (HDTV) Beteiligten in der AG: "HDTV und Bildqualitätsverbesserung" zusammen zu bringen. Mit dem "Statusbericht 2005" fasst die AG die bisherigen Ergebnisse ihrer Tätigkeit zusammen und leistet damit einen Beitrag zur Koordination der weiteren Entwicklungen.

Herausgeber: Deutsche TV-Plattform e.V.
Stresemannallee 19, c/o ZVEI, 60596 Frankfurt am Main

Inhaltliche Bearbeitung:

AG: HDTV und Bildqualitätsverbesserung,
Arbeitsgruppe der Deutschen TV-Plattform
Leitung: Dr. Dietrich Westerkamp, Thomson, Hannover

Redaktionelle Bearbeitung:

Dr. Michael Thiele, Referat Öffentlichkeitsarbeit
Clausewitzstrasse 6, D-10629 Berlin

Management Summary

Seit mehr als zwei Jahrzehnten gibt es Bestrebungen, den Fernseher nicht nur flach an die Wand hängen zu können, sondern auch das Bild größer zu machen und die Darstellungsqualität zu verbessern. Erst in den letzten Jahren ist dies durch die Fortschritte bei der Digitalisierung technisch und vor allem in wirtschaftlich vertretbarem Rahmen möglich geworden.

Den Anfang gemacht hat – wie schon bei früheren Projekten (Muse, ATSC, Eureka 95) die Geräteindustrie, die neuartige Flachbildschirme mit Bildgrößen über ein Meter und Auflösungen von gut 1.000 Zeilen oder mehr entwickelt hat – und dazu die erforderlichen Produktionsverfahren, die eine kostengünstige Massenherstellung ermöglichen. Aber ohne Programme bleibt auch der hochwertigste Bildschirm dunkel und nutzlos! – Nun ist es an den Programmanbietern, nachzuziehen, was aber für die Fernsehanstalten einen tiefgreifenden Umstellungsprozess bedeutet.

Zum einen stellt sich die Frage nach geeigneten Programmen. Das vorhandene Programmarchiv ist, zumindest soweit es in elektronischer Form vorliegt, für HDTV nicht geeignet. Zum anderen gibt es das Handicap, daß HDTV-Programme nicht wie z.B. seinerzeit z.B. die ersten Farbsendungen "rückwärts kompatibel" sind. Sie müssen also während einer mehrere Jahre dauernden Übergangsphase parallel zu den normalen Programmen auf anderen, zusätzlichen Kanälen übertragen werden, weil sonst bei den Zuschauern, die noch herkömmliche Empfänger haben, der Bildschirm dunkel bliebe ("Simulcast"). Zumindest für die Programmanbieter ist dies ein nicht unerheblicher Kostenfaktor.

Was die Technik angeht: Für HDTV-taugliche Displays sind das 16:9 Breitbildformat sowie mindestens 720 physikalische Zeilen vorgeschrieben. Dies ist in den Mindestanforderungen für das europaweit in Januar eingeführte "HDready"-Label festgelegt. Empfangsgeräte sollen beide derzeit diskutierten Standards, also 720p und 1080i, empfangen und wiedergeben können. Sie müssen darüber hinaus sowohl analoge als auch digitale Schnittstellen bieten, für letztere ist ein Kopierschutz (HDCP) vorgesehen.

Wie eingangs erwähnt, wird HDTV in einem längerfristigen Übergangsprozeß eingeführt werden. Triebfeder sind dabei die großen Flachbildschirme, die oftmals heute schon HDTV darstellen können. Voraussichtlich noch in diesem Jahr folgen dann die Offline-Medien in Form von HDTV-fähigen Disks. Hier wetteifern derzeit die HD-DVD und die Blu-ray Disc um den besseren Marktstart, wobei aber im Moment noch ungewiss ist, ob beide Systeme sich durchsetzen können und nebeneinander überleben werden.

Als letzte werden sicherlich die Rundfunkanbieter den Schritt zu HDTV vollziehen. Hier sind die Businessmodelle – je nach Anbieter – sehr unterschiedlich. Auf der einen Seite Premiere, die noch für dieses Jahr einen speziellen HDTV-Kanal angekündigt haben, auf der anderen Seite die großen Free-TV Anbieter, für die der Umstieg auf HDTV einen tiefgreifenden Wandel bedeutet: Sie planen deshalb einen schrittweisen Umstieg, bei dem zunächst die Bildqualität des aktuellen digitalen Fernsehens verbessert werden soll. Der Start eines regulären HDTV-Betriebs soll dann frühestens 2008/2010 erfolgen.

Vorwort

Schon einmal hatte die Branche Anlauf genommen, die Bildqualität des Fernsehens zu verbessern: Im Projekt "Eureka 95" wurden Ende der 80er-Jahre des letzten Jahrhunderts Mittel und Wege gesucht, die Technik des Fernsehens auf eine neue Stufe zu stellen. Durch Verdoppelung der Punkt- und Zeilenzahl des Fernsehbildes sollte die Auflösung so gesteigert werden, dass nicht nur mehr Details im Bild erkennbar wären, sondern auch auf größeren Bildschirmen eine Art Kinoeffekt möglich würde.

Allein: Die Zeit war noch nicht reif für derlei revolutionäre Umwälzung.

Das Projekt konnte zwar 1992 zu den Olympischen Spielen seine grundsätzliche Funktion und Tauglichkeit unter Beweis stellen, technischer und programmlicher Aufwand waren jedoch noch zu groß, um eine wirtschaftliche Nutzung zu ermöglichen.

Außerdem: Der Zuschauer wollte damals gar kein HDTV!

Die verfügbare PAL-Technik lieferte auf den seinerzeit marktüblichen Bildschirmen von maximal 68 cm Diagonale ausreichend gute und scharfe Bilder, so dass dem damaligen Projekt der erhoffte Erfolg nicht beschieden war.

Erst in jüngerer Zeit hat sich dies geändert:

Durch das Vordringen immer größerer Bildschirme (Plasma- oder LCD- sowie diverse Projektionstechniken) am Markt wird eine höhere Auflösung des Bildmaterials immer dringlicher. Und auch die technischen Voraussetzungen sind jetzt wesentlich besser: Durch die mittlerweile weitgehend vollzogene Digitalisierung der Fernsehübertragung, durch noch wirkungsvollere Datenreduktions- und Codiervverfahren konnte der Aufwand für HDTV-Programme so weit reduziert werden, dass nunmehr eine breite Nutzung auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten in greifbare Nähe gerückt zu sein scheint.

So sind z.B. viele der großen Bildschirme, die den Markt immer schneller durchdringen, von ihrer Pixel- und Zeilenzahl her heute schon in der Lage, HDTV-Auflösung wiederzugeben. Die DVD kann - in HD-DVD oder Blu-ray-Technik - die erforderliche Programmqualität dazu liefern. HDTV kommt sozusagen "hintenherum" ins Haus.

Und mit dem gestiegenen Qualitätserlebnis werden die Ansprüche und Erwartungen der Zuschauer auch an die Übertragungsqualität der Sender steigen - dem werden diese über kurz oder lang Folge leisten müssen, wenn sie nicht an Attraktivität verlieren wollen.

Die Entwicklung hin zu HDTV ist also zwangsläufig und unumkehrbar, da stimmen alle Beteiligten überein. Allein die Vorstellungen vom zeitlichen Ablauf dieser Umstellung sind sehr unterschiedlich. Aber da mag vielleicht auch das Ausland ein wenig Anschuhilfe leisten: In mehreren Ländern rund um den Globus ist HDTV heute schon Realität - warum nicht bald auch in Deutschland? Packen wirs an!!

Dr. Dietrich Westerkamp

(Leiter der AG: HDTV und Bildqualitätsverbesserung der Deutschen TV-Plattform)

Inhaltsübersicht

1. Einführung	3
2. Begriffsbestimmung und relevante Standards	4
3. Der Übergang zu HDTV	6
3.1. Die Situation der Rundfunkanbieter	6
3.2. HDTV geht nur digital	7
3.3. Erfordernisse für HDTV	8
4. Ausgangslage	9
4.1. Übersee	9
4.2. Europa	10
4.3. Deutschland	10
5. Standpunkte und Zielsetzungen	11
5.1. Programmanbieter	11
5.1.1. Die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten (ARD, ZDF)	11
5.1.2. Die privaten Free-TV Anbieter	12
5.1.3. Die Pay-TV Anbieter	14
Premiere	14
Reine HDTV-Anbieter: HD1	15
5.2. Verbreitungsplattformen	15
5.2.1. ASTRA	15
5.2.2. Die Kabelnetzbetreiber	16
5.3. Geräteindustrie	17
5.3.1. Consumer-Produkte	17
5.3.2. Studioteknik und Übertragung	17
5.4. Gemeinsame Zielvorstellungen	18
5.4.1. Chancen für die gesamte Fernsehbranche	18
5.4.2. Deutschland und Europa hinken hinterher	18
6. Einheitliches HDTV-Label	19
7. Die nächsten Schritte	21
8. Zusammenfassung	22
9. Anhang	23
9.1. Mitglieder der AG: HDTV und Bildqualitätsverbesserung	23
9.2. Die HDTV-Bildformate	24
9.3. Abkürzungen und Fachbegriffe	24
9.4. Webadressen	24
9.5. Für HDTV relevante Standards und Normen	25

1. Einführung

Seit etwa anderthalb Jahrzehnten befindet sich die Fernsehwelt in einem globalen Prozeß der grundlegenden Umstrukturierung von analogen zu digitalen Verfahren und Techniken. Was zunächst in den Studios begann, setzte sich vergleichsweise schnell auch im Consumerbereich fort, nachdem effektive Verfahren zur Datenreduktion wie auch zur digitalen Codierung und Übertragung zur Verfügung standen.

Ein besonderes Merkmal des digitalen Fernsehens ist seine Skalierbarkeit, also die Auswahlmöglichkeit für verschiedene Qualitätsstufen bei Bild und Ton.

Als Ergänzung des bisherigen SDTV [Standard Definition TeleVision] ist dabei das hochauflösende Fernsehen HDTV [High Definition TeleVision] von besonderem Interesse, weil mit dieser Technologie die Bildqualität erheblich gesteigert werden kann. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die immer größer werdenden (Flach-) Bildschirme ("Displays") wichtig, die derzeit bei sinkendem Preisniveau den Markt rasant erobern. Hinzu kommt eine zweite Änderung: Unabhängig von der für diese Displays verwendeten Technologie ist bei HDTV grundsätzlich von dem Breitbildformat 16:9 auszugehen, das ein viel eindrucksstärkeres Bilderlebnis vermittelt, weil es dem natürlichen Blickfeld des menschlichen Auges besser entspricht.

Dieses Papier soll die Vorzüge und Bedarfe von HDTV aufzeigen.

Dabei konzentriert es sich in erster Linie auf Fragen des klassischen "Fernsehens".

Die Möglichkeit, HDTV selbstverständlich auch "OFFLINE", also z.B. von einer Disk (HD-DVD oder Blu-ray Disc) abzuspielen, bleibt weitgehend unberücksichtigt.

Das hochauflösende Fernsehen orientiert sich – wie erwähnt – an großen Bildschirmen, d.h. Bildschirmdiagonalen über 80 cm. Bei kleineren Bildschirmen lässt sich nämlich der Qualitätsgewinn durch HDTV gegenüber SDTV so gut wie nicht erkennen.

Mithilfe der aufgezeigten Aspekte sollen einerseits alle betroffenen Entscheider in die Lage versetzt werden, die Zweckmäßigkeit der Einführung von HDTV zu beurteilen.

Dabei sind nicht nur die Hersteller von Empfängern und Bildschirmen betroffen, sondern auch die Programmhersteller, Programmanbieter und die Netzbetreiber. Andererseits bietet der Bericht auch Branchenfremden, wie z.B. Journalisten, Politikern und Multiplikatoren eine umfassende, neutrale und allgemein verständliche Übersicht, wo HDTV in Deutschland heute steht und wie die weitere Entwicklung verlaufen könnte.

Für den Zuschauer stellt HDTV – ähnlich wie DVB-T – einen spontan erlebten Mehrwert dar. Somit stehen die Chancen gut, beim Zuschauer die nötige Akzeptanz zu finden, auch wenn die Empfangsgeräte – zumindest in der Anfangszeit – deutlich teurer sind.

Die Einführung von HDTV bietet aber nicht nur dem Nutzer bessere Bildqualität, sondern stellt eine technologische Entwicklung dar, die für die Industrie wie auch die Anbieter von Programmen und Diensten von großer Bedeutung ist. Dabei gibt es in Deutschland gegenüber anderen Ländern einen nicht unerheblichen Nachholbedarf.

2. Begriffsbestimmung und relevante Standards

Die heute übliche digitale Übertragung von Fernseh- und Videoprogrammen ist überhaupt erst durch die enormen Fortschritte in den 90er Jahren bei der Datenreduktion möglich geworden. Für Fernsehbilder erfolgt diese Datenreduktion in der Regel in mehreren Etappen: Für die erste Stufe, die sogenannte "Quellencodierung" wird heute weltweit fast ausschließlich das sogenannte MPEG2-Verfahren angewendet.

Erst in der zweiten Stufe (enthält im Wesentlichen die Fehlerkorrektur, Multiplexbildung und die digitale Modulation) unterscheiden sich die Verfahren, zum einen, um die Übertragungsparameter an die spezifischen Eigenschaften des Übertragungsweges anzupassen (z.B. Satellit, Kabel, terrestrisch), zum anderen, um landesspezifischen Gegebenheiten Rechnung zu tragen.

Prinzipiell lassen sich mit den heute angewandten Verfahren auch HDTV-Programme digital übertragen. Wegen der vier- bis fünffach höheren Datenmenge wäre jedoch eine entsprechend höhere Übertragungs-Bitrate erforderlich – und damit höhere Verbreitungskosten unumgänglich.

Mittlerweile konnten jedoch die Verfahren der Datenreduktion nochmals so entscheidend verbessert werden, dass es möglich geworden ist, HDTV mit nur unwesentlich größerer Kanalbitrate zu übertragen wie heute Standard-TV. Dabei sind in erster Linie die neuen Standards **H.264/AVC** und **MPEG-4** angesprochen. Mit ihnen in Konkurrenz steht das **VC1** Verfahren von Microsoft. Und für die Übertragung (Kanalkodierung und Modulation) via Satellit steht jetzt auch das **DVB-S2** Verfahren zur Verfügung, das gegenüber DVB-S ebenfalls wesentliche Verbesserungen enthält.

Neue Standards

Das Codierverfahren H.264/AVC wurde im Jahre 2003 in der Arbeitsgruppe JVT (Joint Video Team), das gemeinsam von der Moving Pictures Experts Group (MPEG) der ISO/IEC und der Video Coding Experts Group (VCEG) der ITU-T geformt wurde, verabschiedet (s. auch Bild 1).

H.264/AVC ist wie seine Vorgänger MPEG-2 und H.263 ein hybrides Codierverfahren, das mit einer zeitlichen, bewegungskompensierenden Prädiktion und einer örtlichen Transformationscodierung arbeitet.

Gemeinsame Elemente mit den Vorgängerverfahren sind u.a.:

- Macroblöcke: 16x16 Luminanz + 2 x 8x8 Chrominanz-Bildpunkte
- Blockbasierte Bewegungskompensation
- Block-Transformation
- Skalare Quantisierung der Transformationskoeffizienten
- I, P, and B Bildtypen

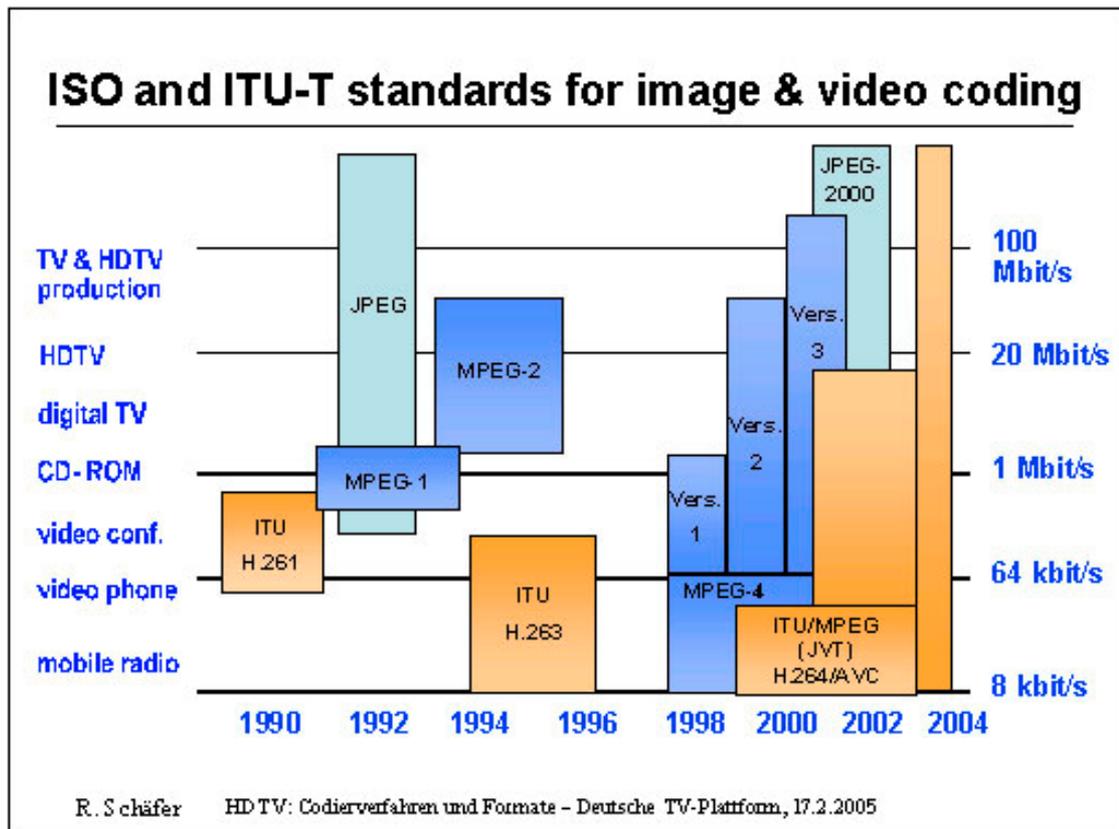


Bild 1: Übersicht über die ISO und ITU-T Standards für Bild- und Video-Codierung.
(Quelle: Dr. Ralf Schäfer, Fraunhofer Ges. [HHI], Berlin)

Durch eine Optimierung fast aller Verarbeitungsstufen und durch Hinzufügen neuer Elemente ist ein Codierverfahren entstanden, das um den Faktor 2 bis 3 effizienter ist als MPEG-2.

Aufgrund seiner hohen Effizienz ist H.264/AVC somit insbesondere für HDTV geeignet, da sich diese hochratigen Signale nun bedeutend ökonomischer übertragen lassen. Folgerichtig haben sich auch große Pay-TV-Sender wie DirecTV in den USA oder Premiere in Deutschland frühzeitig für H.264/AVC als HDTV-Kompressionsverfahren entschieden. Darüber hinaus ist H.264/AVC auch für die HD-Speichermedien Blu-ray Disc und DVD 9 neben MPEG-2 und VC1 als Codierverfahren vorgesehen.

H.264/AVC verfügt im Wesentlichen über vier Profiles (Baseline, Extended, Main und High), von denen das High Profile von DVB für die HDTV-Übertragung vorgesehen wurde. Für TV wurde das Level 3 (typisch ITU-R 601 Auflösung) und für HDTV das Level 4 (typisch 720p /1080i Auflösung) vorgesehen.

3. Der Übergang zu HDTV

Die bis Mitte der 90er Jahre ausschließlich verfügbare analoge Fernsehtechnik, die in den 40er und 50er Jahren entwickelt und eingeführt worden war, basierte weltweit einheitlich auf den Grundparametern: 625 Zeilen/50 Hz (PAL, Secam) bzw. 525/60 Hz (NTSC). Alle späteren Weiterentwicklungen waren im Prinzip nur "Verfeinerungen", änderten aber Nichts an den Grundparametern der Systeme – und konnten deshalb stets "rückwärts kompatibel" gestaltet werden! Das heißt, Sendungen im "neuen" Standard konnten immer auch mit vorhandenen "alten" Geräten gesehen werden, natürlich nur in der bisherigen Qualität.

Die genannten Basisgrößen waren zunächst auch die Grundlage für die ab Anfang der 90er Jahre entwickelten digitalen Standards und Systeme, u.a. auch der DVB-Systeme. Auch wenn es für die Rundfunkanstalten hier keine Kompatibilität mehr gibt – sie müssen die herkömmlichen analogen und die neuen digitalen Sendungen parallel, d.h. doppelt übertragen – so ist diese Umstellung aber zumindest für den Zuschauer quasi-kompatibel: Er kann die digital verbreiteten Sendungen auf seinem bisherigen Fernseher sehen, wenn er einen entsprechenden Digiteempfänger ("SetTop-Box") vorschaltet.

Eine ähnlich zuschauerfreundliche Einführung ist bei HDTV jedoch nicht möglich. Mit der Einführung von HDTV soll bzw. muß nun die bisherige gemeinsame Basis verlassen werden. Die Zeilenzahl wird vergrößert (nach heutigem Stand auf mindestens 720, später auch 1080 Zeilen), so daß keinerlei Kompatibilität mit den bisherigen Systemen und Geräten mehr gegeben ist. Hinzu kommt, daß für HDTV-Sendungen neben der höheren Zeilenzahl auch andere Komprimierungs- und Modulationsverfahren verwendet werden, so daß sie auch nicht mit digitalen SetTop-Boxen und Empfangsgeräten der bisherigen Generationen empfangen und decodiert werden können.

3.1. Die Situation der Rundfunkanbieter

Dies macht den entscheidenden Unterschied zu allen bisherigen Neuerungen: Die HDTV-Einführung ist weder für den Zuschauer noch für die Sender kompatibel! Die neuen Sendungen können nicht in den bisherigen Übertragungskanälen verbreitet werden (weil sonst alle Zuschauer ohne speziellen HDTV-Empfänger vor einem schwarzen Bildschirm sitzen würden), sondern benötigen neue, zusätzliche Übertragungskanäle!

Bei Satellit (und Kabel in den bis 862 MHz ausgebauten Regionen) ist dies weniger ein Kapazitätsproblem als vielmehr eine Kostenfrage, und die stellt sich bei den einzelnen Sendern durchaus unterschiedlich.

Während Pay-TV und Spezialanbieter, die einen reinen HDTV-Kanal betreiben und dort außerhalb des üblichen Programmschemas ausschließlich spezielle HDTV-Inhalte übertragen, damit rechnen können, durch das neue Angebot auch neue Kunden zu gewinnen,

stellt sich die Situation für Sender mit breitem Programmangebot, also die öffentlich-rechtlichen und alle großen privaten Free-TV Anbieter, weniger aussichtsreich dar. Sie müssten alle HDTV-Programme für den gesamten Zeitraum der Umstellungsphase parallel, also zusätzlich zu den bisherigen verbreiten (sogenannter "Simulcast-Betrieb").

Zum jetzigen Zeitpunkt würde das für diese Sender bedeuten, die gleichen Programme insgesamt drei Mal (!) verbreiten zu müssen: Analog, digital und in HDTV – ohne dafür einen einzigen Zuschauer mehr zu gewinnen.

Deshalb tendieren auch die meisten dieser Anbieter für einen schrittweisen Übergang zu HDTV! Dabei soll zunächst einmal die Digitalisierung weiter vorangetrieben werden, um mittelfristig die Analog-Übertragung möglichst abschalten zu können. Darüber hinaus bietet dieser Schritt bereits verschiedene Möglichkeiten, die Bildqualität zu verbessern, so z.B. durch einen größeren Anteil an 16:9-Sendungen oder durch Erhöhung der Datenrate auf dem Übertragungsweg. Dadurch werden die Möglichkeiten der neuen, HDTV-fähigen Großdisplays zwar nicht ausgereizt, dennoch gibt es hier noch hinreichend Spielraum, die Bildqualität auch ohne sofortigen Übergang auf HDTV zu verbessern.

3.2. HDTV geht nur digital!

Das scheint auch aus einem anderen Grunde für diese Anbietergruppe durchaus vernünftig. Was nämlich bei der Diskussion um HDTV häufig nicht beachtet wird: Für HDTV ist eine durchgehend digitale Infrastruktur unabdingbare Voraussetzung! – In den Studios der Rundfunkanstalten ebenso wie auf den Übertragungswegen und natürlich auch beim Zuschauer.

Allerdings ist diese Infrastruktur in Deutschland noch lange nicht vorhanden!

Besonders auf Zuschauerseite besteht hier teilweise noch großer Nachholbedarf: Gerade mal gut 20 Prozent, d.h. jeder fünfte Zuschauer nutzt derzeit digitale Empfangsgeräte.

Den Anfang macht der Satellit

Am Weitesten ist zweifellos die Satellitenübertragung: Hier werden seit geraumer Zeit schon mehr Programme digital als analog angeboten, und in den Wohnzimmern stehen mittlerweile rund 5 Mio. Digital-Empfänger, das sind immerhin schon fast 40 Prozent der Satellitenhaushalte insgesamt – mit weiter steigender Tendenz. Und auch das bisher einzige HDTV-Programm, HD1 (früher: EURO 1080) nutzt zur Verbreitung den Satelliten.

Recht bescheiden sieht es dagegen beim Kabel aus, dem nach wie vor von gut 60 % der Zuschauer meist genutzten Übertragungsweg: Gerade mal 2 Mio. digitale Kabelboxen weist die Statistik aus – das sind, bezogen auf die Gesamtzahl der Kabelhaushalte, weniger als zehn Prozent! Das digitale Programmangebot im Kabel ist – je nach Netzbetreiber und vorhandener Infrastruktur - regional stark unterschiedlich.

Bei der Terrestrik ist die Digitalisierung derzeit kräftig im Aufwind: Knapp 2,5 Mio. DVB-T Boxen konnten bis Jahresmitte 2005 in den Projektbereichen an den Konsumenten verkauft werden – das sind mittlerweile mehr, als es vor Beginn der Umstellung noch Antennenzuschauer gab. Und die Tendenz ist weiter steigend.

Dennoch ist das Segment der Terrestrik – trotz der erfolgten deutlichen Wiederbelebung – für HDTV insgesamt eher unbedeutend. Das liegt auch daran, daß die terrestrischen Übertragungskanäle schmäler sind als die von Kabel und Satellit: Eine HDTV-Übertragung, die deutlich mehr Übertragungskapazität erfordert als die „normalen“ Programme, würde also den gerade erzielten Vorteil der Programmvielfalt zu einem großen Teil wieder zunichte machen. So sehen die meisten Beteiligten denn auch die entscheidenden Vorteile der Terrestrik und ihre Zukunftschancen eher in den Möglichkeiten des portablen und mobilen Empfangs (den Satellit und Kabel nicht bieten können) als in der ausschließlichen Übertragung von Fernsehprogrammen ins Wohnzimmer.

Daneben wird HDTV natürlich auch – unabhängig von den Fernsehsendern – über die neuen Offline-Medien, wie z.B. die HD-DVD und die Blu-ray Disc, seinen Einzug ins Wohnzimmer halten, auch wenn diese Medien zum aktuellen Zeitpunkt am Markt noch keine große Rolle spielen. Überdies stehen sie derzeit (noch) in erbittertem Wettbewerb zueinander. Zwar gibt es Anzeichen für eine „Vernunftehe“, d.h. für eine Einigung auf einen gemeinsamen Standard, ob (und wann?) es allerdings zu einer Zusammenführung kommen wird, ist zum Zeitpunkt, da diese Zeilen geschrieben werden, noch völlig offen.

3.3. Erfordernisse für HDTV

Mehraufwand für HDTV entsteht bei den Rundfunkanstalten jedoch nicht nur bei der Verbreitung der Programme. Auch bei der **Inhalteproduktion** muß vieles geändert und auf HDTV abgestimmt werden. Das beginnt damit, daß durch das größere Bild und vor allem durch das Breitbildformat andere Kameraführung, Bildgestaltung und ggf. sogar andere Dramaturgie erforderlich sind. Streng genommen müssten eigentlich – zumindest bei hochwertiger Produktionen – zwei Varianten gedreht werden: Eine für analoges und digitales Standard-TV (SDTV), die zweite für HDTV! Das wird aus Kostengründen zwar in den meisten Fällen nicht möglich sein, dennoch steigen die Personal- und Betriebskosten, Produktionsteams müssen zusätzlich geschult werden usw. usw....

Technisch ist es zwar ganz einfach möglich, 16:9 in 4:3 umzuwandeln (und bei Bedarf auch umgekehrt). Dabei gehen aber entweder Bildanteile verloren oder der Betrachter muß Streifen an den Bildrändern in Kauf nehmen. Hinzu kommt, daß durch die höhere Bildauflösung bei HDTV plötzlich Details erkennbar werden, die früher nicht zu sehen waren. Das stellt neue Anforderungen an die Dekoration ebenso wie an die Maske.

HDTV bedeutet also für die Sender eine grundlegende Neuordnung des Fernsehens und läßt sich nicht einfach durch neue Geräte und das Umlegen eines Schalters realisieren.

4. Ausgangslage

Andere Länder – andere Gebräuche! Da in fast allen anderen Ländern der Welt das Fernsehen anders strukturiert und organisiert ist als in Deutschland, stellt sich auch die Ausgangssituation für die Einführung von HDTV anders dar. Deshalb ist HDTV außerhalb Deutschlands und Europas oftmals heute schon Realität, so z.B. in Japan, den USA, Korea und China sowie in Australien.

4.1. Übersee

Japan gilt als der eigentliche "Urheber" des HDTV-Gedankens. Bereits 1964 begann NHK (Nippon Hoso Kyokai) mit Grundlagenuntersuchungen für ein verbessertes Fernsehsystem, dessen Basisdaten 1969 feststanden. 1975 wurde dann das Abtastformat 1125/60/5:3 festgelegt. Das sogenannte "MUSE" Übertragungssystem (Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding) erlebte zur Expo '85 in Tsukuba seine Weltpremiere. Zu Beginn der 90er Jahre begannen dann regelmäßige Sendungen mit diesem analogen Verfahren, die bis heute andauern.

Daneben ist man jedoch auch in Japan zur volldigitalen Übertragung übergegangen. Im Dezember 2000 startete man mit (digitalen) HDTV-Sendungen über den BS-4b Satelliten mit 7 Kanälen im 1080/60i Standard. Das terrestrische digitale Fernsehen begann Ende 2003 in Tokyo/Osaka/Nagoya; es soll 2006 auf das gesamte Land ausgeweitet werden.

In den **USA** ist HDTV seit Anfang der 90er Jahre eines der meistdiskutierten Themen im Bereich der elektronischen Medien. Ursprünglich konzipiert zur Verbesserung der in den USA damals absolut dominierenden terrestrischen Verbreitung (-> ATSC-Standards) hat sich das Anwendungsfeld seither stark erweitert. HDTV ist heute bei Offline-Medien ebenso im Gespräch wie bei der terrestrischen, Satelliten- und Kabelübertragung, die im letzten Jahrzehnt in den USA stark an Bedeutung gewonnen hat. Viele Satelliten (z.B. Voom, Dish, DirecTV, ...) und Kabelanbieter (z.B. Cablevision, ...) sowie über 1.000 der terrestrischen "Stationen" übertragen heute zwischen fünf und etwa 30% ihres Gesamtprogramms in einem HDTV-Standard, vorwiegend in der Prime-Time. Nach Umfragen sind die Zuschauer bereit, für vier bis fünf HDTV-Programme vom Satelliten etwa zehn Dollar monatlich zu bezahlen. Die Kabelanbieter (z.B. Comcast, TimeWarner Cable, Cox u.a. ...) bieten meist drei HD-Kanäle, teilweise sogar kostenlos. Zur Anwendung kommen dabei sowohl der 1.080/60i als auch der 720/60p-Standard. Viele Studios stellen ihre Programme zukunftsicher fast ausschließlich in HDTV her.

In **Korea** haben Ende 2000 terrestrische HDTV Testsendungen begonnen, und seit Dezember 2001 wird HDTV im Simulcast-Betrieb regelmäßig ausgestrahlt. Als Standard findet 1.080/60i Anwendung. Die Digitalisierung des gesamten Rundfunksystems soll 2005 in Korea abgeschlossen sein.

In **Australien** schließlich starteten das digitale Fernsehen und HDTV (1.080/50i sowie 576i oder 576p) im Januar 2001. Der Regelbetrieb begann zur SMPTE '03.

4.2. Europa

In Europa sind die meisten Programmanbieter noch dabei, die Möglichkeiten und Chancen von HDTV zu untersuchen. Bislang gibt es als einzige Initiative den belgischen Sender Euro 1.080 (mittlerweile umbenannt in HD1), der im Januar 2004 mit regelmäßigen Satelliten-Ausstrahlungen im HDTV Standard begann.

Die Gerätepopulation ist jedoch noch sehr gering. Darüberhinaus handelt es sich derzeit noch um SetTop Boxen mit MPEG2 Decodierung, die aus heutiger Sicht wenig zukunftssicher sind.

Der Satellitenbetreiber SES-Astra hat einen HDTV Demo-Kanal gestartet, der heute im Wesentlichen dazu dient, HDTV-fähige Displays im Handel zu demonstrieren. Auch dieser Demo-Kanal läuft zur Zeit noch mit DVB-S und MPEG2.

4.3 Deutschland

Aus den zu Beginn dieses Kapitels beschriebenen Gründen sind in Deutschland die Aktivitäten von Seiten der öffentlich-rechtlichen wie auch der privaten Sendeanstalten zur Zeit noch verhalten. Ein umfassenden Überblick über die aktuelle Situation lieferten die Beteiligten anlässlich des 14. Symposiums der TV-Plattform im Februar 2005 in Stuttgart.

Demnach fordern Geräteindustrie und Satellitenbetreiber, allen voran ASTRA, unisono eine möglichst zügige Einführung von HDTV.

Auf der Seite der Rundfunkbetreiber hat jedoch lediglich Premiere konkrete Pläne und will im November 2005 mit einem entsprechenden Angebot starten – mit einem separaten zusätzlichen Kanal, versteht sich.

Die öffentlich-rechtlichen Anstalten hingegen planen, wie auch im nächsten Kapitel ausgeführt wird, einen schrittweisen Übergang, wobei zunächst die Möglichkeiten zur Bildqualitätsverbesserung durch die Digitalisierung generell ausgeschöpft werden sollen (z.B. durch größere Datenraten bei der Übertragung, vgl. TV-Zukunft 2/05). Dieser Schritt kommt allen Zuschauern, die ihre Programme digital empfangen, zu Gute. Regelmäßige HDTV-Übertragungen von diesen Anbietern seien frühestens 2008 / 2010 zu erwarten.

Die Interessen und Ziele der Beteiligten sind also durchaus unterschiedlich. Im folgenden Kapitel haben deshalb alle Beteiligten jeweils Gelegenheit, ihre Standpunkte und Zielsetzungen selbst darzustellen und zu erläutern. Die Beiträge stellen jeweils die Meinung der Autoren dar und sind deshalb mit Angaben zu Namen und Herkunft der Autoren gekennzeichnet.

5. Standpunkte und Zielsetzungen

5.1. Programmanbieter

5.1.1. Die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten (Autor: Eckhard Matzel, ZDF)

Obwohl auch die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten davon überzeugt sind, dass sich HDTV langfristig in Europa durchsetzen wird, reicht es nach Ansicht der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten (ARD und ZDF) mittelfristig zunächst einmal aus, alle Möglichkeiten der Qualitätsverbesserung im SDTV-Standard auszunutzen, um die Bildqualität beim Konsumenten zu verbessern.

Während das Studiosignal in den Rundfunkanstalten in der Regel bereits heute als hochwertiges digitales Komponentensignal vorliegt, gibt es durchaus noch Verbesserungsmöglichkeiten bei der Kodierung, der Übertragung und bei der internen Signalverarbeitung in den Endgeräten. ARD und ZDF werden in den nächsten Jahren schrittweise alle Möglichkeiten der Qualitätsverbesserung bei der digitalen Satellitenverbreitung ausschöpfen und z.B. die Datenrate je Programm erhöhen und den Programmanteil im Breitbildformat 16:9 steigern.

Bevor dann mit echten HDTV-Übertragungen gestartet werden kann, sind allerdings noch einige Aufgaben zu lösen. U. a. muss H.264/AVC auf Empfängerebene implementiert sein, verbunden mit einer abschließenden Klärung der Lizenzrechte bei MPEG LA. Auch die Einführung von DVB-S2 ist erforderlich, bevor zu wirtschaftlich vertretbaren Bedingungen HDTV-Signale dauerhaft über Satellit übertragen werden können. Darüber hinaus ist die Finanzierungsfrage für HDTV-Ausstrahlungen noch völlig offen.

Im Unterschied zur digitalen Fernsehübertragung für SDTV-Signale ist in Deutschland bzw. Europa für HDTV-Signale bisher kein einheitlicher Standard festgelegt und zwischen den Programmveranstaltern, Netzbetreibern und Geräteherstellern noch nicht einvernehmlich abgestimmt worden. Das Signalformat für HDTV, z.B. 1080 oder 720 Bildzeilen, muss festgelegt werden. Aus technischen Gründen wird ein progressives Bildformat bei Produktion und Ausstrahlung favorisiert. Gleichzeitig kommen für Europa nur Standards mit 50 Hz Bildwechselfrequenz in Frage. Die in der EBU zusammengeschlossenen Rundfunkanstalten sind in diesem Zusammenhang gerade dabei, die Standardisierung des sogenannten 720/50p Formats voranzutreiben.

In der Diskussion um ein HDTV-Label muss aus Sicht des Rundfunks nicht nur über die Mindestanforderungen an Displays, sondern insbesondere auch über die Anforderungen an die Empfangsgeräte geredet werden. Die bisher festgelegten Mindestanforderungen für DVB-Empfänger müssen auch für zukünftige HDTV-Empfänger gelten und fortgeschrieben werden. Insbesondere sollten HDTV-Empfangsgeräte unverschlüsselt empfangene Free-TV-Signale auch unverschlüsselt über die analogen und die digitalen HDTV-Schnittstellen in HDTV-Auflösung abgeben können.

Es gibt also noch einiges zu erledigen, bevor mit einer HDTV-Ausstrahlung auf gesicherter Basis, mit Investitionssicherheit sowohl für den Konsumenten als auch für die Rundfunkanstalten, begonnen werden kann.

5.1.2. Die privaten Free-TV Anbieter

(Autor: Sebastian Artymiak, VPRT)

Für die privaten Programmveranstalter ist der Prozess der **Digitalisierung** noch nicht abgeschlossen. Zwar wurden bzw. werden noch die komplette Technik, Produktions- und Sendeabwicklung auf digitale Technik umgestellt. Doch während die hohen Investitionen in die Digitalisierung kaum erwirtschaftet worden sind, beginnt bereits die **nächste Entwicklungsstufe**: Der Übergang zu „High Definition TeleVision“ (HDTV), der nochmals viele Veränderungen erfordert.

Dabei muss genau beachtet werden, in welchen Bereichen sich eine Umstellung lohnt. Im werbefinanzierten Fernsehen sind andere Entwicklungen bedeutend als im Abo-Fernsehen. Bei der Umstellung auf HDTV sind weder Kosteneinsparungen noch Refinanzierungen zu erwarten. Hinzu kommt, dass während jeglicher Umstellungsprozesse ein Parallelbetrieb notwendig ist, welcher Zusatzkosten verursacht. Insbesondere die Programmverbreitung muss mittelfristig doppelt, also sowohl in Standard Definition (SD) als auch in HD weitergeführt werden.

Der Umstellungsprozeß

... in den Haushalten

Eine weitere Umstellung der Technik, Produktions- und Sendeabwicklung der werbefinanzierten Programmveranstalter ist erst dann möglich, wenn sich ein Trend bei der Umrüstung der **Haushalte** entwickelt. In den Haushalten müssen **HDTV-fähige Displays**, angeschafft werden. Zusätzlich müssen aber auch HD-fähige **Set-Top-Boxen** mit „HD ready“-Label in den Haushalten vorhanden sein. Die momentan vorhandenen Set-Top-Boxen müssen also ersetzt werden.

... bei der Übertragung

Die Umstellung auf HDTV hat eine Erhöhung der Übertragungsbandbreite und damit der Kosten zur Folge. Dabei müssen moderne Kodierverfahren (H.264) als auch moderne Übertragungsverfahren (DVB-S2) genutzt werden, um die Kosteneffizienz zu optimieren. Dies stellt insofern kein zusätzliches Problem dar, als ohnehin neue Receiver angeschafft werden müssen.

... bei der Produktion

Um Inhalte im HDTV-Format produzieren zu können, muss die gesamte Technik erneuert werden. Dies kann nur schrittweise geschehen. Dies beinhaltet sowohl

Kameras, Monitore, Camcorder, MAZ, Keyer, Kreuzschiene, Bildmischer, Schnittplätze, Effektgeräte, 5.1-Dolby-Digital-Audio-Produktionsverfahren usw., als auch eine spezielle Übergangsintegration von SD/HD-Produktions- und Sendeabwicklungen. Außerdem entstehen deutlich höhere Zuleitungskosten.

Auch die **Studioeinrichtungen und –ausstattungen** müssen für die höhere Auflösung umgebaut werden. In HDTV werden plötzlich Details sichtbar, die vorher nicht zu erkennen waren. Das erfordert Änderungen bei der **Dekoration** bis hin zum Styling und zur **Maske**. Und schließlich: Bei HDTV-Aufnahmen haben selbst erfahrene Kameramänner Schwierigkeiten, die Schärfe optimal einzustellen bzw. bei schnell bewegten Objekten zu halten. Dadurch sind aufwändige Trainings der Produktionsteams erforderlich.

Zusätzliche Belastungen auf der Kostenseite

Für die Verwendung der neuen Standards ebenso wie für die digitalen Kopierschutzverfahren fallen zusätzliche **Lizenzkosten** in noch nicht bekannter Höhe an. Zur **Archivierung** müssen spezielle Komprimierverfahren eingesetzt werden, da sonst die riesigen Datenmengen deutlich erhöhte Kosten verursachen. Durch die mehrjährige Simulcast-Phase ist es erforderlich, alle bisherigen **Prozesse parallel** mit neuer und alter Technik zu betreiben (und zu finanzieren!).

Erste Schritte zu HDTV

Im Free-TV bringt HDTV vorerst keine zusätzlichen Zuschauer und keine zusätzlichen Werbeeinnahmen! Neben den vielen notwendigen und kostenintensiven Veränderungen können aber auch andere kleine Schritte eine Anpassung an die Anforderungen der neuen Flachbildschirme und Beamer erreichen. Dies gilt insbesondere z.B. für eine Erhöhung des Anteils an 16:9 Sendungen, d.h. im Format der neuen Flachbildschirme. Künftige Eigenproduktionen sollten ggf. in HDTV erstellt werden, um zukunftssicher zu sein und auch eine bessere Vermarktung zu ermöglichen.

Zusammenfassung

HDTV wird sich langsam mit steigendem Ersatz der Technik und höherer Marktpenetration beim Zuschauer etablieren. Pay-Programmanbieter können ihren Zuschauern bereits frühzeitig HDTV anbieten. Bei Free-TV-Anbietern müssen allerdings jegliche Investitionen durch Werbung erwirtschaftet werden. Dies erfordert eine gewisse Mindestreichweite für HDTV-Ausstrahlungen und benötigt entsprechend mehr Zeit.

Bei aller Begeisterung über die beeindruckenden Möglichkeiten von HDTV muss doch klargestellt werden, dass es zum jetzigen Zeitpunkt so gut wie noch keine HD-Empfangshaushalte in Deutschland gibt.

5.1.3. Pay-TV-Anbieter

Premiere

(Autor: Stephan Heimbecher, Premiere)

Aus Sicht des Abo-TV-Anbieters Premiere ist die Einführung von HDTV-Angeboten ein weiterer logischer Schritt auf dem Weg in die digitale Fernsehzeit. Premiere ist der Motor des digitalen Fernsehens in Deutschland und Österreich und hat als solcher bereits in der Vergangenheit entscheidende Impulse für die Entwicklung und Einführung neuer Technologien gegeben. Das weitere Vorantreiben der Digitalisierung und von Innovationen sind Aspekte der Motivation, die hinter dem klaren Bekenntnis von Premiere als Vorreiter der HDTV-Einführung in Deutschland stehen.

Das hochauflösende Fernsehformat HDTV wird ein neues Zeitalter einläuten, vergleichbar mit dem Wechsel von Schwarz-Weiß- auf Farbfernsehen. Premiere sieht hier die Möglichkeit, sich durch das Fernsehen der „neuen Dimension“ beim Endkunden noch nachhaltiger gegenüber dem Standard Definition Free-TV zu differenzieren.

Nach der langen (analog) Vergangenheit von HDTV und mit Blick auf die Erfahrungen im Ausland hält Premiere den deutschen Markt jetzt reif für die Einführung von HDTV. Diese Einschätzung begründet sich auch durch die Tatsache, dass der Absatz von großformatigen Displays verschiedenster Technologien (LCD, Plasma, Rückprojektion, etc.) aufgrund der fallenden Preise deutlich zugenommen hat und weiter zunehmen wird.

Diese Endkunden sind daher schon heute bestens für HDTV-Inhalte ausgestattet und bemerken sehr wohl, dass die herkömmliche Bildauflösung des SD-Fernsehens für die neuen großen Bildschirme nicht ausreichend ist.

Andererseits haben weitere technische Fortschritte im Bereich der Video-Codierung (H.264) sowie -Übertragung (DVB-S2) dazu beigetragen, dass heute hochwertige HD-Inhalte mit einem Bandbreitenbedarf auskommen, der noch vor wenigen Jahren für ein SD-Signal nötig war. Damit wird heute eine wirtschaftlich rentable Übertragung von HDTV möglich, die es erlaubt, realistische Geschäftsmodelle umzusetzen, die attraktiv für den Endkunden sind.

In Bezug auf die Technik wird Premiere bei Einführung von HDTV weiterhin an seiner offenen Plattform-Strategie festhalten. Dieses klare Bekenntnis zum Wettbewerb garantiert eine neue Generation einfacher zu bedienender und günstiger Digital-Receiver für das hochauflösende Fernsehen. Damit auch die Zukunftssicherheit der eingesetzten Technologie sichergestellt werden kann, hat sich Premiere bereits zugunsten von H.264 und DVB-S2 entschieden.

Reine HDTV-Anbieter: HD1

Anfang 2004 begann der belgische Sender Euro1080 mit der Ausstrahlung von HDTV, zunächst in zwei Kanälen: Ein frei zugänglicher Kanal mit Dokumentationen, Konzertmitschnitten und Sportveranstaltungen und ein zweiter Event-Kanal, der nur zu ausgewählten Großveranstaltungen (Sport, Konzerte) Signale in Kinos oder Sportbars überträgt. War der Empfang des offenen Kanals zunächst kostenlos, wurde Mitte 2004 eine Verschlüsselung vorgenommen, für die eine Smart-Card zu erwerben ist. Darüber hinaus firmiert der Sender jetzt unter dem Namen HD1 und der Event-Kanal unter HDe.

Eine weitere Ankündigung von der Betreiberfirma Alfacam betrifft die Technik: Ab Mitte 2005 soll das Programm auch unter Verwendung von MPEG4/AVC ausgestrahlt werden. Die MPEG2 Übertragung soll aber bis mindestens 2008 zusätzlich beibehalten werden.

5.2 Verbreitungsplattformen

5.2.1. ASTRA

(Quelle: Ferdinand Kayser, SES-ASTRA)

Aus der Sicht des größten Satellitenbetreibers Europas hat das Thema HDTV im Verlauf des Jahres 2004 in Deutschland und Europa rasant an Dynamik gewonnen. Führende Programmanbieter haben mit Testübertragungen den Boden für die Einführung von Bouquets im Jahr 2005 bereitet. Nach eigenen Worten folgt SES ASTRA dabei seiner Tradition als Pionier und engagiert sich kräftig bei dieser Innovation.

Als Beleg werden folgende Beispiele genannt: Seit dem 1. Januar 2004 sendet Euro1080 / HD1 sein Programm; am 1. Februar konnte man an ausgewählten Plätzen den Super Bowl in HDTV miterleben; im März konnte erstmals ein Bundesligaspiel live in HDTV gesehen werden. Ferner hat der Fachhandel seit dem 1. September durch die Verfügbarkeit eines speziellen Demo-Kanals die Möglichkeit, am POS den Konsumenten HDTV live zu präsentieren. Das Löwenabenteuer „Pride“ wurde am 14. Oktober 2004 von ProSieben sowohl in normalem Standard als auch im HD-Format ausgestrahlt. Und Premiere hat bereits im September die Einführung eines aus drei Kanälen bestehenden HDTV-Pakets zum 1. November 2005 angekündigt. Gemeinsam mit europäischen TV-Sendern und Geräteherstellern leistete SES ASTRA Pionierarbeit im Hinblick auf Standards, Zeitfenster und ein Gütesiegel, mit dem HDTV-taugliche Geräte versehen werden.

Bis zum Jahr 2010 wird HDTV die Strukturen des europäischen TV-Marktes bedeutend beeinflussen. Dabei werden Deutschland, Großbritannien und Frankreich dann in Europa 73 Prozent des Marktes für HDTV-Geräte repräsentieren.

Es ist Bewegung im Thema!

5.2.2. Kabelnetzbetreiber

(Autor: Dr. Peter Charissé, ANGA)

Für die Übertragung von HDTV wird gegenüber dem herkömmlichen digitalen Fernsehen vor allem mehr Bandbreite benötigt. Dafür sind die Breitbandkabelnetze – nicht nur ihrem Namen nach – in besonderer Weise geeignet.

In technischer Hinsicht ist in erster Linie eine Erweiterung der Kabelkopfstellen erforderlich.

Die Hersteller der Kabelaufbereitungstechnologie haben zugesagt, das notwendige Equipment rechtzeitig zur Verfügung stellen zu können. Im Kabel kann deshalb die Übertragung sehr kurzfristig starten, sobald die Programmveranstalter ihre Programme im HDTV-Standard ausstrahlen. Solange dies nicht der Fall ist, können sie auch nicht im Kabel weiterübertragen werden.

Und solange wird HDTV der endgültige Durchbruch versagt bleiben.

Eine verbindliche Ankündigung gibt es bislang aber nur von dem Abonnement-sender Premiere. Hier laufen folgerichtig auch bereits sehr konkrete Gespräche über die Kabeleinspeisung. Die etablierten FreeTV-Sender haben dagegen leider noch keinen Starttermin genannt.

Die Zurückhaltung der privaten FreeTV-Veranstalter erscheint aufgrund der mit der HDTV-Verbreitung verbundenen höheren Ausstrahlungskosten nachvollziehbar. Wünschenswert und zumutbar wäre jedoch ein baldiges Engagement der öffentlich-rechtlichen Anstalten – möglichst schon zur Fußballweltmeisterschaft in 2006. Denn aufgrund ihrer Finanzierung aus der Rundfunkgebühr sind ARD und ZDF dem Gemeinwohl in besonderer Weise verpflichtet.

Von einem solchen Impuls würde eine ungewöhnlich lange Wertschöpfungskette profitieren: Einen Boom erleben würden insbesondere großflächige Flachbildschirme aber auch hochwertige HD-Set-Top-Boxen und neue Kamera- und Studioteknik. Zudem ginge mit HDTV ein zusätzlicher Anreiz für den weiteren Ausbau der Kabelnetze einher - mit allen positiven Wirkungen für Industrie, Handel und Handwerk.

5.3. Geräteindustrie

5.3.1 Consumer-Produkte

(Quelle: Dr. Dietrich Westerkamp, Thomson)

Es ist unübersehbar: Die Fernsehgeräte fürs Wohnzimmer werden immer besser, größer und flacher. Und die neuen großen Displays sind auch fast ausnahmslos Breitbild-Geräte im Format 16:9. Damit keine sichtbaren Zeilenstrukturen den Seh-Genuss trüben, haben die neuen Großbildschirme in aller Regel mehr Zeilen auf dem Schirm als der gute alte Röhrenfernseher: Hier hat HDTV also bereits den Markt erreicht.

Einzig die empfangenen Rundfunksignale folgen immer noch dem guten alten Standardsystem mit 625 Zeilen. Die digitale Übertragung ermöglicht zwar bessere Bilder als PAL, aber leider wird hier vielfach die Anzahl der Programme als wichtiger angesehen als die erreichbare Bildqualität, die oftmals ziemlich auf der Strecke bleibt. Mancher Kunde greift dann lieber zu einer guten DVD als sich einen Spielfilm in einem der vielen empfangbaren Programme anzusehen.

Es ist also nun der Zeitpunkt gekommen, an dem die Bildqualität der ausgestrahlten Programme besser werden muß, um den gestiegenen Kundenwünschen gerecht zu werden.

Viele aufwendige Produktionen werden – um zukunftssicher zu sein – heute bereits in HDTV erstellt, da die Mehrkosten (gegenüber der herkömmlichen Produktionsweise) zwischenzeitlich bei nur noch 15% liegen und sich weiter kontinuierlich verringern. Auch große Sportereignisse werden in HDTV produziert, aber leider nur für Märkte außerhalb Europas.

Die Technologie für besseren Fernsehgenuss ist vorhanden: Flache Großbilddisplays mit hoher Auflösung können mit einer SetTop Box über geeignete digitale Interfaces wie DVI oder HDMI verbunden werden und so HDTV zur Realität werden lassen, das über DVB-S2 und MPEG4/AVC ökonomisch übertragen werden kann.

5.3.2 Studioteknik und Übertragung

(Autor: Jürgen Burghardt, SONY)

Videoproduktionen für Film- und Fernsehen werden seit vielen Jahren mit Hilfe von HD-Produktionstechnik durchgeführt. Die Anwendungen reichen von der Fernsehproduktion über Werbung bis hin zu Film- und Kinoanwendungen. Der internationale Programmaustausch mit HD-Video unterstützt die wirtschaftliche Bedeutung dieses digitalen Signalformates. Es sind schätzungsweise viele zehntausend HD-Kameras und Aufzeichnungsgeräte der wichtigsten Hersteller weltweit im täglichen Einsatz bei HD-Produktionen.

In Ländern wie den USA oder Japan werden Neuinstallationen von Fernseh- und Produktionsstudios fast nur noch in HD-Technik durchgeführt. Bei Sony in USA liegt der Anteil von HD-Geräten am Gesamtumsatz professioneller Systeme bereits bei über 50% und ist damit zum dominierenden Umsatzträger in diesem Bereich geworden.

In Europa liegt der Anteil von HD-Systemen am Gesamtumsatz derzeit noch wesentlich niedriger, aber die Zuwachsraten sind auch hier deutlich ansteigend.

5.4. Gemeinsame Zielvorstellungen

Bei aller Unterschiedlichkeit der Standpunkte und vor allem der Zeitvorstellungen – über das endgültige Ziel, für die größer werdenden Displays im Wohnzimmer künftig Bilder mit höherer Auflösung zu senden, sind sich alle einig. Und auch in vielen wichtigen Details gibt es Übereinstimmung:

So sind sich alle Beteiligten einig, bereits zum Start von HDTV-Übertragungen die effizientesten verfügbaren Technologien zu verwenden. Das bedeutet z.B. die Verwendung von MPEG4/AVC zur Datenreduktion und DVB-S2 zur Übertragung im Satellitenkanal (bzw. DVB-C mit 256 QAM im Kabel).

Ebenfalls Konsens innerhalb der AG besteht bezüglich der Empfänger-Konfiguration: Die Geräte müssen "format-neutral" sowohl 720/50(60)p als auch 1080/50(60)i empfangen und verarbeiten können, und sie müssen – dies ist insbesondere eine Forderung der Rundfunkanstalten – rückwärts kompatibel sein (DVB-S, DVB-C, MPEG2) ... und das ist auch genau die Konstellation, die sich derzeit sowohl in Frankreich (TPS) als auch in England (BSkyB) herauskristallisiert.

5.4.1. Chancen für die gesamte Fernsehbranche. (Autor: Jürgen Burghardt, SONY)

Die Vermarktung von HDTV für den Endverbraucher muss weiter intensiviert werden, um auch das Marktbedürfnis des Endkunden an HDTV zu steigern. Hochauflösende Bilder können für den Konsumenten neue Seh- und Hörerlebnisse darstellen und damit die entsprechende Zuschauerbegeisterung erzeugen. Hierin besteht noch eine große Herausforderung für die Endgeräteindustrie. Für die Videoproduktion bedeutet HDTV die Chance einer Marktbelebung, sowohl für die Gerätehersteller, aber auch für die Produzenten. HD bietet neue kreative Gestaltungsmöglichkeiten, eine bessere internationale Vermarktbarkeit und damit erweiterte Wertschöpfungsketten durch Diversifizierung.

Deutschland und Europa hinken bei der Einführung von HDTV hinterher.

In vielen Ländern der Welt, wie Japan und USA haben sich sowohl die HDTV Produktion als auch die Ausstrahlung bereits etabliert. Aber es gibt auch schon Sender in Europa, die mit der Ausstrahlung von HDTV begonnen, oder sie zumindest angekündigt haben. Die föderale Struktur in Europa und die nur auf den Marktgesetzen beruhende Akzeptanz von HDTV machen die Einführung sicherlich nicht so einfach wie in den USA. Dort ist der Umstieg auf digitales Fernsehen, einschließlich HDTV, durch Regierungsbeschlüsse gesteuert worden.

Ob sich HDTV in Europa schnell durchsetzen wird, hängt heute nicht mehr von der Technik ab, sondern von den inhaltlichen und finanziellen Angeboten sowie den Vermarktungskonzepten für Programme und Endgeräte. Die Investitionskosten für HD-Produktionssysteme sind nur noch um ca. 10 – 30 % höher als für SD-Systeme.

6. Einheitliches HDTV-Label

Eine wirkliche Verbesserung der Bildauflösung ist nur zu erzielen, wenn alle Komponenten der Signalkette, also Signalquelle (Programm), Übertragung und Empfang /Wiedergabe bestimmte Mindestanforderungen erfüllen und zudem aufeinander abgestimmt sind. Empfänger, Recorder und Display müssen nicht nur die gleichen Standards beherrschen, sondern auch an den Schnittstellen "zueinanderpassen". Genau definierten Schnittstellen zwischen den einzelnen Gliedern kommt demnach eine große Bedeutung zu.

Damit Kunden, die sich heute ein neues Gerät kaufen, sicher sein können, dass dieses Gerät auch morgen im Zeitalter von HDTV den Anforderungen noch genügt und mit künftigen HDTV-Komponenten fehlerfrei zusammenarbeitet, ist ein HDTV-Label, das die Einhaltung bestimmter Mindestanforderungen in Bezug auf Standards und Schnittstellen signalisiert, ein geeigneter Weg. Allerdings sollte dieses Label mindestens europaweit einheitlich gültig sein.

Prinzipiell wäre ein derartiges HDTV-Label denkbar für:

- Displays (Bildschirme)
- Empfänger (Receiver bzw. SetTop-Box) und andere HDTV-Quellen (Blu-ray Disc bzw. HD-DVD)
- Programme

Eine nähere Betrachtung zeigt allerdings, dass ein solches Label nur für Displays und HDTV-Quellen bzw. Empfangsgeräte sinnvoll und realistisch ist; bei den Programmen sind die möglichen Parameter zu vielfältig, um in ein starres „Anforderungs-Konzept“ gepresst zu werden.

HDTV Label für Displays:

Hier ist die Entwicklung am weitesten fortgeschritten: Seit Mitte Januar 2005 gibt es das europaweit einheitliche HDTV-Label (HD-ready Logo) für Displays. Es wurde vom europäischen Verband der Geräteindustrie (EICTA) entwickelt und kann von den Geräteherstellern genutzt werden, wenn das Display HDTV-tauglich ist und die Mindestanforderungen der EICTA erfüllt.



Bild 2: Das HD ready-Label ist ein Qualitätszeichen zur Kennzeichnung von Displays, die den Mindestanforderungen der EICTA genügen und damit uneingeschränkt HDTV-tauglich sind.

Die Bedingungen, die erfüllt werden müssen, um das HD-ready Label tragen zu dürfen, wurden von der EICTA in Zusammenarbeit mit den europäischen öffentlichen und privaten Rundfunkanstalten, mit Infrastruktur- und Service-Providern sowie diversen nationalen HDTV-Initiativen festgelegt.

Folgende Mindestbedingungen müssen erfüllt werden:

1. Display, Display Engine

- Mindestauflösung von 720 Zeilen (physical lines)
- Breitbildformat

2. Video-Schnittstelle

- Eingänge sowohl für analoges YPbPr Signal als auch DVI oder HDMI (digital)
- HD-Eingänge müssen sowohl 1280x720 @ 50 und 60 Hz progressiv (720p) als auch 1920x1080 @ 50 und 60 Hz interlaced (1080i) verarbeiten können, und
- Die (digitalen) DVI oder HDMI-Eingänge müssen mit Kopierschutz (HDCP) ausgerüstet sein.

HDTV Label für Empfänger:

Über ein vergleichbares HDTV Label für Empfangsgeräte (SetTop-Box oder Receiver) gibt es derzeit noch keine Einigung. Hier liegt ein erster Entwurf von ARD und ZDF für "Mindestanforderungen an HDTV-Receiver" vor, der sich mittlerweile auch in den von der Arbeitsgruppe B/TQE der EBU vorgelegten europäischen "Requirements for ... HD-Receiver" (vgl. EBU-Tech. 3307) wiederfindet. Darüber hinaus gibt es von der EICTA – analog zum HDready-Label für Displays – auch einen Entwurf für Minimalanforderungen an HD Receiver, die mit einem "HDTV-Logo" verknüpft werden sollen.

Inhaltlich werden in dem Entwurf – entsprechend dem Label für Displays – die Bildformate 720p und 1080i gefordert, ferner für die Quellencodierung der H.264/AVC Standard und – für Satellitenreceiver – die Übertragungsverfahren DVB-S2 und DVB-S. Darüber hinaus wird die vollständige Rückwärtskompatibilität von HDTV-Empfängern zum Empfang von SDTV (also mit den heute gebräuchlichen Verfahren der Codierung [MPEG2] und der Übertragung [DVB-S]) ausdrücklich gefordert. Alle Mindestanforderungen an SDTV-Empfänger müssen somit auch für HDTV-Empfänger gelten.

Strittig ist derzeit noch die Frage des Kopierschutzes an der digitalen Schnittstelle. Während die Programmhersteller, allen voran die großen Hollywood-Studios, diesen Kopierschutz (HDCP = High Definition Copy Protection) kompromisslos fordern, lehnen insbesondere die öffentlich-rechtlichen Fernsehanstalten dies kategorisch ab: "HDTV-Receiver müssen unverschlüsselt empfangene HDTV-Signale nach der Decodierung auch unverschlüsselt über die analogen und die digitalen Schnittstellen im HDTV-Bildformat abgeben" lautet die Forderung von ARD und ZDF.

7. Die nächsten Schritte

Mit der offiziellen Einführung des HDready-Labels auf europäischer Ebene ist ein großer und wichtiger Schritt in Richtung Verbraucherinformation und -Sicherheit bereits getan.

Handlungsbedarf besteht deshalb momentan vorwiegend in zwei Punkten:

Wünschenswert aus Verbrauchersicht wäre, wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, eine Spezifikation für Receiver (SetTop-Box oder eingebaut), eventuell ebenfalls kombiniert mit einem entsprechenden HDTV-Label. Von Seiten der Rundfunkanstalten wird diese sogar ausdrücklich gefordert: "Bei den Empfängern muss die Kompatibilität zum Empfang von Free-TV Programmen verschiedener Anbieter zwingend gewahrt sein," heißt es dazu in einem Papier von ARD und ZDF. Diesem Thema widmen sich derzeit auf europäischer Ebene u.a. die EBU-Arbeitsgruppe B/TQE und die EICTA (European Information & Communications Technology Industry Association), die ja bereits das HDready-Label für Displays entwickelt hat (vgl. Abschnitt 6).

Vor Festlegung einer solchen Spezifikation und möglichst auch vor einer breiten Markteinführung sollte dringend auch die strittige Frage des Kopierschutzes an der digitalen Schnittstelle einvernehmlich geklärt sein.

Von großer Bedeutung für den weiteren Fortgang der Umstellung ist es auch, daß jeder Free-TV Programmanbieter auf der Basis einer weiter fortschreitenden Digitalisierung definitive Migrationsschritte von SDTV nach HDTV entwickeln muß. Dies betrifft nicht nur die HDTV-Distribution, sondern auch die HDTV-Produktion und die HDTV-Contribution unter Berücksichtigung der parallelen Existenz von SDTV und HDTV.

Wer morgen HDTV senden möchte, muss heute bereits in HD produzieren.

Film- und Fernsehproduzenten haben die Bedeutung von HD-Produktionen, auch in Deutschland, längst erkannt. Die meisten Fernsehsender haben zwar noch keine Einführungsstrategie für HD-Übertragung veröffentlicht, aber viele beginnen bereits in HD zu produzieren, zum einen um die Technik zu testen, zum anderen aber auch, um die notwendigen Erfahrungen zu sammeln. Großereignisse, wie die FIFA WM 2006 in Deutschland helfen dabei, die HD-Produktion auf eine breite Basis zu stellen. Mehrere Betreiber von Übertragungs- und Live-Produktionssystemen haben Aufträge für den Bau von Systemen erteilt.

Die Produktionsaufträge für die FIFA WM sind vergeben. Folgeaufträge für HD-Produktionen werden erwartet und die langfristige Auslastung der HD-Produktionssysteme sicherstellen. Sportliche und kulturelle Grossereignisse werden vermehrt in HD produziert werden, aber auch Produktionen für die internationale Vermarktung wie z.B. Dokumentationen, szenische Produktionen, Werbung und Kinofilme.

8. Zusammenfassung

Der Prozess der Umstellung von den bisherigen Fernsehsystemen auf HDTV hat weltweit längst begonnen. Das Marktangebot an großen Flachdisplays, die in der Lage sind, die für HDTV geforderte höhere Auflösung wiederzugeben, wächst schnell. Die grundsätzlichen Spezifikationen, die solche Geräte erfüllen müssen, sind europaweit einheitlich und verbindlich geregelt, das "HDready"-Label gibt den Herstellern Gelegenheit, ihre Geräte entsprechend zu kennzeichnen und damit den Markterfolg weiter zu beschleunigen, und Verbrauchern die Gewißheit, ein zukunftssicheres Gerät zu erwerben. Entsprechende Spezifikationen für HDTV-Empfangsgeräte sind derzeit in Arbeit.

Auf der Inhaltseite wird aller Voraussicht nach noch in diesem Jahr das Angebot an Programmen auf den neuen HD-fähigen Disks (HD-DVD und Blu-ray Disc) den Markt erreichen. Damit ist es nur noch eine Frage der Zeit, wann der Nachfragedruck nach entsprechenden Fernsehprogrammen die TV Anbieter zwingen wird, nachzuziehen.

Hier gibt es bei den verschiedenen Anbietern – je nach geschäftlicher Orientierung – unterschiedliche Konzepte: Von Premiere, die einen (zusätzlichen) HDTV-Kanal noch für dieses Jahr angekündigt haben, bis zu den öffentlich-rechtlichen und den großen privaten Free-TV Anbietern, die auf ein schrittweises Migrationskonzept setzen. Dabei soll zur Reduzierung der Übertragungskosten zunächst die Digitalisierung auf der Verbraucherseite weiter vorangetrieben werden, um mittelfristig die analoge Programmverbreitung abschalten zu können. Gleichzeitig sollen alle Möglichkeiten zur Verbesserung der Bildqualität im Rahmen der heutigen Digital-Standards ausgeschöpft werden, bevor der endgültige Schritt zu HDTV vollzogen wird. Dementsprechend planen diese Anbieter den Beginn eines HDTV Regelbetriebs nicht vor 2008/2010.

Die Verbreitung von HDTV-Programmen wird sich zunächst auf die Satellitenübertragung konzentrieren und dabei das neue DVB-S2 Verfahren nutzen. Die Verbreitung im Kabel ist derzeit noch unklar; hier muß zunächst der weitere Fortgang der Digitalisierung und seine Akzeptanz durch den Zuschauer abgewartet werden. Technisch wird die Übertragung im Kabel in DVB-C mit 256 QAM erfolgen. Eine terrestrische Verbreitung ist – obschon technisch prinzipiell möglich – derzeit in Deutschland nicht vorgesehen. Bei diesem Medium konzentriert sich die Entwicklung stärker auf die besonderen Eigenschaften dieses Übertragungsweges, den portablen und vor allem mobilen Empfang.

9. Anhang

9.1 Mitglieder der AG: HDTV und Bildqualitätsverbesserung

Artymiak, Sebastian	VPRT
Bach, Dr. Uwe	LOEWE.
Braig, Rudi	BN Breitbandnetze
Burghardt, Jürgen	SONY
Engelke, Carsten	ANGA
Erkelenz, Michael	Panasonic ME
Exler, Ralf	Kathrein
Fährnich, Martin	Panasonic
Fegesch, Henrik	Thomson
Freyer, Ulrich	LfM NRW
Fritz, Markus	ASTRA
Go, Simon	HUMAX
Gottner, Johann	Grundig
Graf, Wolfgang	IRT
Haase, Heinrich E.	Pace
Heimbecher, Stephan	Premiere
Heiß, Dr. Rüdiger	Panasonic
Höhler, Dr. Dieter	Thomson
Hofmann, Dr. Andreas	RTL Television
Hofmann, Stefan	Panasonic ME
Kofink, Rolf	SONY
Kürten, Bernd	Metz-Werke
Lilli, Herbert	BR
Lütteke, Dr. Georg	PHILIPS
Matzel, Eckhard	ZDF
Meier, Gerhard	SHARP
Mösle, Frank	SONY
Reuter, Sven	StellaCom
Riedel, Alfred	WDR
Schneider, Dr. André	Samsung
Schu, Marcus	Micronas
Schulz, Detlef	ASTRA
Schweer, Rainer	Thomson
Silverberg, Dr. Michael	Grundig
Stracke, Jürgen	Grundig
Thiele, Dr. Michael	Deutsche TV-Plattform
Wächter, Thomas	T-Systems M&B
Werrner, Dr. Oliver	WDR
Westerkamp, Dr. Dietrich	Thomson (Leiter der AG)
Wöhrstein, Wolfgang	SONY
Wrede, Thomas	ASTRA

9.2. Die HDTV-Bildformate

Kurze Erläuterung der **Bildformate 720p / 1080i**

720/50 (60)p bedeutet:

1280 Pixel pro Zeile x 720 (physikalische) Zeilen, 50 (60) Bilder pro sec,
Bildaufbau progressiv (d.h. Vollbilder, kein Zeilensprungverfahren)

1080/50 (60)i bedeutet:

1920 Pixel pro Zeile x 1080 (physikalische) Zeilen, 50 (60) Bilder pro sec,
Bildaufbau interlaced (d.h. Halbbilder mit Zeilensprungverfahren)

Für beide Bildformate gilt das 16:9 Breitbild (Seitenverhältnis)

9.3. Abkürzungen und Fachbegriffe

- DVI** **Digital Visual Interface** (auch: Digital Video Interface)
Schnittstelle bzw. kompakter Stecker für digitale Videosignale
- DVB-S2** **Digital Video Broadcasting – Satellite 2**
Für HDTV vorgesehener DVB-Standard für die digitale Satellitenübertragung
(Multiplexing, 2. Generation)
- H.264/AVC** **Codierverfahren für Audio-/Video-Signale**,
aufgrund seiner hohen Effizienz besonders für HDTV geeignet
- HDCP** **High-Bandwidth Digital Content Protection**
System zur Verschlüsselung der digitalen Bildübertragung,
z.B. vom Empfänger zum Display
- HDMI** **High-Definition Multimedia Interface**
Schnittstelle für digitale Video- (Bild- und Ton-) signale
- MPEG2** **Moving Pictures Expert Group, Standard 2**
Verfahren zur Datenreduzierung von Videosignalen. Findet heute weltweit
in nahezu allen digitalen Fernsehsystemen Anwendung.
- MPEG4** **Moving Pictures Expert Group, Standard 4**
Weiterentwicklung von MPEG2 mit noch höherer Datenkompression;
für künftige HDTV-Übertragungen vorgesehen.

9.4. Webadressen mit weiteren Informationen zu HDTV

www.tv-plattform.de
www.eicta.org/
www.ebu.ch
www.ses-astra.com

9.5. Für HDTV relevante Standards und Normen

Den Mindestanforderungen für das HDready-Label liegen die nachfolgend aufgeführten Technischen Referenzen in der angegebenen oder einer neueren Version zugrunde:

DVI DDWG	“DVI Visual Interface”, rev. 1.0, April 2, 1999 as further qualified in EIA/CEA-861 rev. B, “A DTV Profile for Uncompressed High Speed Digital Interfaces” May 2002, furthermore allowing both DVI-D and DVI-I connectors, requiring compliance to both 50 and 60Hz profiles, and requiring support for both 720p and 1080i video formats.
HDMI	HDMI Licensing, LLC, “High-Definition Multimedia Interface”, rev. 1.0, December 9, 2002
HDCP	Intel, “High-Bandwidth Digital Content Protection System”, rev. 1.1, June 9, 2003 (Note: on DVI HDCP rev. 1.0 or rev. 1.1 will apply)
YPbPr	CEA-770.3 rev. C, November 2001, with the notice that the connectors required may be available only through an adaptor

Weitere Standards

- [1] **ETSI EN 300 421**: “Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services”
- [2] **ETSI EN 302 307**: “Digital Video Broadcasting (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications”
- [3] **ETSI EN 300 429**: “Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for cable systems”
- [4] **ITU-T Rec H.222.0 / ISO/IEC 13818-1** (2nd edition, 2000): Information Technology – Generic Coding of moving pictures and associated audio: Systems and ITU-T Rec H.222.0 / ISO/IEC 13818-1:2000/Amd.3:(2003). Amendment 3: Transport of AVC video data over ITU-T Rec H.222 / ISO/IEC 13818-1 streams.
- [5] **ETSI EN 300 468**: “Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems”
- [6] **ITU T Rec. H.262 | ISO/IEC 13818-2** (2nd edition, 2000): “Information Technology - Generic Coding of moving pictures and associated audio: Video”
- [7] **ITU T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496 10 AVC**: “Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services”, May 2003 / ISO/IEC 14496-10:2004/AM 1, Part 10: Advanced Video Coding AMENDMENT 1: AVC fidelity range extensions
- [8] **ETSI TS 101 154**: “Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for the use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications based on the MPEG-2 Transport Stream”
- [9] **ISO/IEC 11172-3 (1993)**: “Information Technology - Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1,5 Mbit/s - Part 3: Audio”
- [10] **ETSI TS 102 366 V1.1.1** Digital Audio Compression (AC-3, Enhanced AC-3) Standard
- [11] **ETR211**: Guidelines for DVB-SI: final reference to be provided.
- [12] **ISO/IEC 62216-1** Digital Terrestrial Receivers for the DVB-T system, 2001

Raum für eigene Notizen