

# Weiterentwicklung des Digitalen Fernsehens (DVB)

## Advancements in Digital Television (DVB) systems

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Reimers, Institut für Nachrichtentechnik der Technischen Universität Braunschweig, Braunschweig, Deutschland, [u.reimers@tu-bs.de](mailto:u.reimers@tu-bs.de)

### Kurzfassung

Das Digitale Fernsehen ist in vielen Teilen der Welt bereits eingeführt [1]. In Europa und vielen anderen Teilen der Welt sind es die Standards der DVB-Familie, die sowohl im Kabel als auch terrestrisch und per Satellit zur Ausstrahlung von Fernseh-, Hörfunk- und Datenrundfunkprogrammen genutzt werden. Die Standards der DVB-Familie werden von einem 1993 gegründeten Industriekonsortium entwickelt, das den Namen „DVB-Projekt“ trägt und derzeit 284 Unternehmen und Forschungsinstitute aus aller Welt zu seinen Mitgliedern zählt. Auch für die Versorgung von Taschenempfängern – insbesondere entsprechend ausgerüsteten Mobilfunktelefonen – gibt es geeignete DVB-Lösungen. Die technische Basis aller dieser Standards stammt aus den frühen 1990er Jahren. Seither ist einerseits die Kenntnis über die Leistungsmerkmale und Grenzen der Übertragungssysteme für Digitalsignale erheblich gewachsen und andererseits ist es möglich geworden, hochkomplexe Algorithmen in Hard- und Firmware zu realisieren, die zu Beginn der Entwicklung des Digitalfernsehens als nicht wirtschaftlich implementierbar galten. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen entstanden und entstehen derzeit Systeme der zweiten Generation für das Digitalfernsehen, die in ihrer Leistungsfähigkeit wesentlich über das hinaus gehen, was bisher weltweit in Betrieb genommen wurde. Über diese Weiterentwicklungen berichtet der vorliegende Beitrag.

### Summary

Digital Television has been introduced in many countries of the world [1]. In Europe and in many other regions it is the family of DVB standards which is used both in cable, in terrestrial networks and on satellites to distribute TV-, radio and data broadcast programs. The DVB standards are being developed by an international industry consortium which calls itself „DVB Project“. This consortium currently has 284 member organizations from around the world – content owners, industrial companies and research organizations. The delivery of programs not only to the more classical broadcast receivers but also to handheld devices – in many cases mobile phones – is supported by appropriate DVB standards. The technical foundation of the current DVB broadcast solutions dates back to the early 1990s. Since that time the understanding of the performance and the limitations of transmission systems distributing digitized signals has grown tremendously. In addition, it has become feasible to realize highly complex algorithms in both hard- and firmware which were not implementable at consumer cost levels in the early years of Digital Television. In light of these developments a second generation of systems for Digital Television has been and currently is being devised which exhibits a significantly better performance than the first generation systems in use today. This paper describes the advancements in Digital Television systems from a first to a second generation.

## 1 Digitales Fernsehen heute

Man könnte meinen, mit der Einführung des Digitalfernsehens per Satellit (DVB-S), Kabel (DVB-C) und terrestrischer Ausstrahlung (DVB-T), wie wir es heute bereits kennen und nutzen, sei ein Stand der Technik erreicht, der weitere Entwicklungen kaum mehr sinnvoll erscheinen lässt [2], [3]. Das Gegenteil ist der Fall. Mit ständig wachsender Geschwindigkeit entstehen zum Beispiel Lösungen für Hörfunk, Fernsehen und Datenrundfunk auf dem Handy (Mobile TV- DVB-H / DVB-SH) [4], Fernsehen per Internetzugang (IPTV) oder auch Fernsehen hoher Darstellungskraft (HDTV). Auf der Basis aktueller Forschung sollen bereits in wenigen Jahren in manchen Ländern Übertragungssysteme eingeführt werden, die die erste Generation des nun schon beinahe "klassischen" Digitalfernsehens ablösen können und den theoretischen Grenzen der Übertragungseffizienz so nahe kommen, dass noch weitergehende Verbesserungen dann kaum mehr

möglich sein werden. Zu diesen Systemen der zweiten Generation (generell als DVB-x2.0 bezeichnet) gehört als „Pionier“ DVB-S2 [5], das auch in Deutschland sogar bereits genutzt wird und in jedem Digitalempfänger enthalten ist, mit dem HDTV über Satellit empfangen werden kann.

Die Übertragung von HDTV-Programmen ist über die DVB-Systeme der ersten Generation und unter Verwendung der auch bereits „klassischen“ Videocodierung nach MPEG-2 problemlos möglich. Australien ist das Musterbeispiel eines Landes, in dem die DVB-T-Einführung mit dem Start von HDTV verquickt war. Allerdings erlauben die Fortschritte der Videocodierung – erwähnt sei hier insbesondere H.264/AVC/MPEG-4 part10 – eine nennenswerte Erhöhung der Zahl der bei gegebener Datenrate im Übertragungskanal nutzbaren HDTV-Programme. Die Systeme der Generation DVB-x2.0 erhöhen diese Datenrate bei gegebener Kanalbandbreite ganz erheblich. Die

Kombination der Effizienzgewinne aus modernster Videocodierung und neuester Übertragungstechnik stellt daher die ideale Lösung in einer Zeit dar, in der der Übergang vom Fernsehen mit Standard-Bildqualität (Standard Definition Television – SDTV) zu HDTV auf breiter Front erfolgen wird.

Der vorliegende Beitrag beschreibt in Abschnitt 2 das System DVB-S2, stellt in Abschnitt 3 das soeben fertig gestellte System DVB-T2 vor und gibt in Abschnitt 4 einen Ausblick auf weitere zukünftige Systeme – insbesondere auf DVB-C2.

Nicht behandelt wird in diesem Beitrag das weite Feld des IPTV (Internet Protokoll-basiertes TeleVision). DVB hat hier als eine der ersten Gruppierungen weltweit technische Spezifikationen vorgestellt, die unter der Bezeichnung „DVB-IP Phase 1 Handbook“ weite Verbreitung gefunden haben [6], [7]. Unter anderem wurde im Rahmen der Standardisierung des „Next Generation Network (NGN)“ durch das European Telecommunications Standards Institute (ETSI) eine spezielle Lösung für IPTV entwickelt, die weitgehend auf den DVB-Spezifikationen basiert.

## 2 DVB-S2

Nach der erfolgreichen Markteinführung von DVB-S existieren in diversen Ländern der Erde mehrere 10 Millionen DVB-S-Endgeräte. In Deutschland sind zum Jahresende 2007 nach Analysen des Satellitenbetreibers SES/Astra bereits 9,9 Millionen Haushalte Nutzer dieses Systems [8]. Keiner der derzeit DVB-S nutzenden Satellitenbetreiber ist mit diesem System unzufrieden, aber neu in den Satellitenmarkt drängende Anbieter, insbesondere in USA, stellten im Verlauf des Jahres 2002 zu Recht an das DVB-Projekt die Frage: „Wenn DVB heute einen Satelliten-Übertragungsstandard entwickeln würde, was könnte der mehr leisten als das 10 Jahre alte DVB-S?“ Als Antwort auf diese Anfrage entstand in dem vom Autor dieses Beitrages geleiteten Technical Module des DVB-Projektes eine Technologiestudie, die zeigte, dass eine Kapazitätserhöhung um etwa 30% - im Vergleich zu DVB-S – denkbar sein könnte. Mit dieser Aussage bewaffnet erarbeitete das Commercial Module des DVB-Projektes ein Dokument, welches die kommerziellen Anforderungen an ein neues Übertragungsverfahren dokumentiert. Beschrieben wurden Anforderungen für mehrere Anwendungsfelder. Hier soll jedoch lediglich auf die Anforderungen für ein Verfahren zur unidirektionalen Satellitenübertragung eingegangen werden, welches zu DVB-S nicht rückwärtskompatibel zu sein braucht. Dieses Verfahren trägt den Kurznamen DVB-S2a, wird jedoch meist als DVB-S2 bezeichnet.

Die hauptsächliche kommerzielle Anforderung war die nach deutlicher Steigerung der Übertragungskapazität und/oder deutlicher Verbesserung der Robustheit des Signals gegenüber Übertragungsfehlern. Eine „deutliche“ Steigerung der Kapazität entspricht hier einem Plus von mindestens 30% gegenüber dem, was DVB-S leisten kann

– gemessen bei identischem Kanal-Störabstand. DVB-S2 sollte außerdem Varianten bieten, die es ermöglichen, in einem weiten Bereich möglicher Kanal-Störabstände jeweils mit bestmöglicher spektraler Effizienz zu arbeiten. Gedacht war hier eben auch an professionelle Anwendungen in der Satelliten-Berichterstattung etc. Außerdem wurde eine kostengünstige Implementierbarkeit des neuen Verfahrens schon mit den Technologien des Jahres 2003 gefordert.

In einem überaus professionellen Prozess, der vier weltweit verbreitete Aufrufe zur Einreichung von Systemvorschlägen, sogenannte „Calls for Technology“, eine mehrstufige Simulation der Leistungsmerkmale aller vorgeschlagenen Techniken und eine Analyse der Implementierungs-Komplexität nach standardisiertem Verfahren einschloss, entwickelte die Arbeitsgruppe DVB-S2 ab Jahresmitte 2002 daraufhin eine Spezifikation, welche die kommerziellen Anforderungen nicht nur erfüllt, sondern durchaus übertrifft [5]. Ihre wichtigsten Leistungsmerkmale kann man wie folgt zusammenfassen: Über einen Bereich möglicher Kanal-Störabstände von 18 dB (- 2 dB bis + 16 dB) bietet DVB-S2 fein gestufte Systemvarianten, die jede einzelne die Shannon-Grenze bis auf einen Abstand von nur jeweils etwa 0,7 dB erreichen. Damit approximiert DVB-S2 die theoretische Leistungsgrenze so perfekt, dass man wohl annehmen darf, dass nie wieder eine Gruppe von Ingenieurinnen und Ingenieuren beauftragt werden wird, ein noch besseres System zu entwickeln. Die Implementierung eines Empfangsbausteines für DVB-S benötigt unter Einsatz von 0,13  $\mu\text{m}^2$  Technologie nur etwa 14  $\text{mm}^2$  Siliziumfläche.

Die Spezifikation bietet die Modulationsformen BPSK, QPSK, 8PSK, 16APSK und 32 APSK zur Auswahl. Als Fehlerschutz wird – anders als bei DVB-S – eine Verkettung eines BCH-Codes als dem äußeren Fehlerschutz mit einem im Prinzip seit Langem bekannten, nun aber „wieder entdeckten“ und erstmals in Systemen der Unterhaltungselektronik ausreichend kostengünstig implementierbaren Low-Density-Parity-Check-(LDPC-) Code als innerem Fehlerschutz realisiert. Dieser ist bezüglich der Code-rate in den Grenzen 1/4 bis 9/10 konfigurierbar. Diese hochmoderne Fehlerschutzcodierung ist einer der Gründe, warum die Internationale Fernmeldeunion (International Telecommunications Union (ITU)) DVB-S2 als den alleingültigen Standard für die zweite Generation des digitalen Satellitenfernsehens standardisiert hat.

Setzt man QPSK als Modulationsform ein und wählt die robusteste Variante des Fehlerschutzes, so ist ein sicherer Betrieb noch bei Störabständen von – 2dB möglich. Dabei ist das Signal dann also von Rauschen völlig verdeckt. Entsprechend komplex war es, Methoden zu finden, mittels derer auch noch in einem solch anspruchsvollen Betriebszustand die Trägerückgewinnung und die Synchronisierung erfolgen können. Als Lösung des Problems wurde eine Struktur von Pilotsignalen realisiert.

### 3 DVB-T2

Am 26. Juni 2008 verabschiedete der Lenkungsausschuss (das Steering Board) des DVB-Projektes die Spezifikation mit dem Titel „Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)“. Diese Spezifikation ist das Ergebnis einer Zusammenarbeit von ca. 60 Ingenieurinnen und Ingenieuren sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus ca. 45 Firmen weltweit, die ein Jahr lang unermüdlich daran gearbeitet haben, dass aus einem technologischen Konzept ein komplettes System wurde.

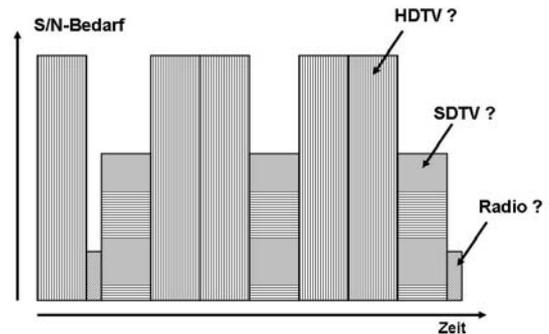
Wie bei DVB-T [9], so werden auch bei DVB-T2 die Signale mittels OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) moduliert. Im Laufe der Jahre hat dieses Modulationsverfahren immer mehr Nutzungen gefunden, nicht nur in Rundfunkstandards (wie DAB, DVB-T, ISDB-T, T-DMB, DVB-H, FLO, DMB-T/H, DVB-SH), sondern auch in Kommunikationstechniken wie WiMAX. DVB-T2 unterstützt etliche OFDM-Varianten von 1k-Trägern (unter effektiver Nutzung von 853 aktiven Trägern, die über das Frequenzband verteilt sind) bis zu 32k-Trägern (unter effektiver Nutzung von bis zu 27.841 Träger) sowie Guard Intervals mit einer relativen Länge von 1/128 bis 1/4. Die maximale Länge des Guard Intervals kann in der Konsequenz 532  $\mu$ s betragen. DVB-T2 kann in Kanälen mit Bandbreiten von 1.7MHz, 5MHz, 7MHz, 8MHz und 10MHz angewendet werden.

DVB-T2 unterstützt die Idee einer Standardfamilie aus DVB-C2, DVB-S2 und DVB-T2 unter anderem dadurch, dass es die in Abschnitt 2 bereits vorgestellte Fehler-schutzcodierung einsetzt.

Eine Vielzahl innovativer Ideen ist in die DVB-T2-Spezifikation aufgenommen worden. So werden z.B. Physical Layer Pipes (PLP) unterstützt. PLP (**Bild 1**) ermöglichen die Übertragung verschiedener Dienste innerhalb eines Rundfunkkanals mit jeweils individuell ganz unterschiedlicher Robustheit. So ist also die Übertragung von HDTV-Programmen zu Empfängern mit einer Dachantenne und von SDTV-Programmen zu portablen oder mobilen Empfängern mit kleinen und eingebauten Antennen gleichzeitig möglich, und das zusammen mit zum Beispiel Hörfunkprogrammen, die unter ungünstigsten Bedingungen von Taschengeräten empfangen werden können. Für den letztgenannten Anwendungsfall wird dann nur ein Störabstand von etwa 1 dB benötigt.

Wie DVB-T [9], so ermöglicht auch DVB-T2 den Betrieb von Gleichwellennetzen (Single Frequency Networks (SFN)). In Ländern wie Deutschland decken DVB-T-Netze große Gebiete mit nur einer Frequenz für alle teilnehmenden Sender ab. Gut geplante SFNs schaffen automatisch Netzgewinn, indem sie destruktive Interferenz, wie man sie von analogen Mehr-Sender-Rundfunknetzen

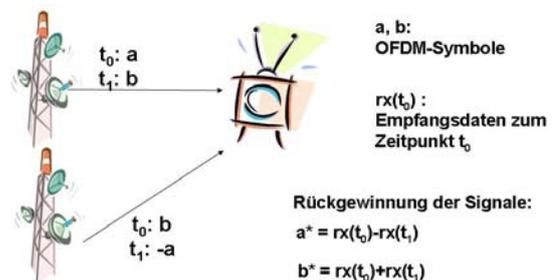
kennt, durch konstruktive Interferenz ersetzen: die Signale verschiedener Sender liefern positive Beiträge zu der empfangenen Leistung am Empfangspunkt.



**Bild 1** Das Konzept der Physical Layer Pipes (PLP) bei DVB-T2

In SFNs arbeiten die einzelnen Sender bei Sendeleistungen von zum Beispiel nur 20kW. Unter Nutzung des längsten verfügbaren Guard Intervals können mit DVB-T2 landesweite SFNs aufgebaut werden. In diesen tragen noch Signale konstruktiv zu der an der Empfängerantenne erfassten Leistung bei, die auf dem Weg von den einzelnen Sendern im Netz über Strecken eintreffen, die sich um bis zu 170 km unterscheiden.

DVB-T2 unterstützt durch die Nutzung der Multiple-Input-Single-Output- (MISO)-Technologie SFNs in bisher unbekannter Art und Weise (**Bild 2**). MISO erhöht den Netzgewinn in einem SFN, indem – anders als bisher üblich – nicht mehr exakt dieselben Daten von den einzelnen Sendern innerhalb des SFN übertragen werden. Im Gegensatz zu MIMO (Multiple-Input-Multiple-Output-) Systemen wird nur eine Empfängerantenne benutzt.



**Bild 2** Nutzung von Multiple-Input-Single-Output (MISO) bei DVB-T2

Dies war eine kommerzielle Anforderung im Hinblick auf bestehende Antenneneinrichtungen in heutigen Privathaushalten – speziell auf die Anzahl der bereits installierten Antennenkabel.

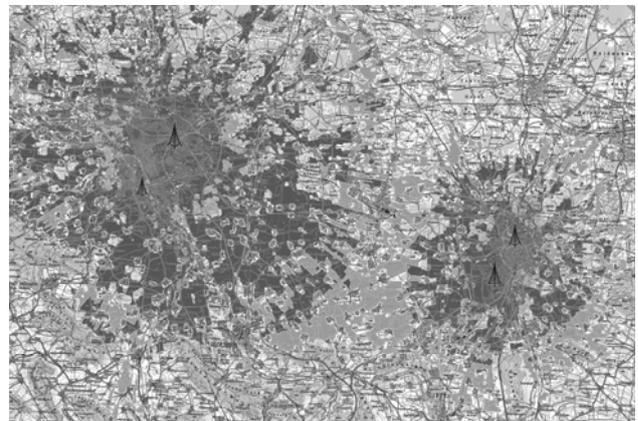
Es ist leider völlig unmöglich, alle Neuerungen, die in DVB-T2 zu finden sind, in einem Übersichtsbeitrag über die Weiterentwicklungen des Digitalen Fernsehens vorzustellen. Zu nennen wären mindestens noch Time slicing, Rotated und Delayed Constellations, Multiple Pilot Structures und Future Extension Frames.

Wird DVB-T2 jemals verbessert werden? Wahrscheinlich nicht – es hat die Grenzen des theoretisch Machbaren weitgehend erreicht und ist in der Lage, stationäre, portable und mobile Empfangsgeräte mit Diensten zu versorgen. Der robusteste Modus, den es bei DVB-T2 gibt, benötigt einen Störabstand von nur noch ca. 1 dB, um dennoch perfekten Empfang zu gewährleisten. Die maximale Datenrate, die durch DVB in einem 8 MHz-Kanal ermöglicht wird, liegt bei 50 Mbit/s. Allerdings - die Einführung echter MIMO-Technologie wäre eine mögliche Systemverbesserung, über die man eines Tages noch einmal nachdenken könnte.

Wie sieht der Leistungsvergleich von DVB-T und DVB-T2 aus? Nehmen wir zum Beispiel das deutsche DVB-T-Netz. Eine Einführung von DVB-T2 würde hier zu einem Anstieg der pro Kanal verfügbaren Datenrate von etwa 50 % führen – ohne dass man in leistungsfähigere oder mehr Sender investieren muss und ohne die heute erlebbare Empfangsqualität (portabler Empfang drinnen und draußen, mobiler Empfang in Autos, stationärer Empfang) zu verringern. Die Verbesserung der Funkversorgung bei im Vergleich zu DVB-T unveränderter Datenrate lässt sich nur mittels Ergebnissen von Planungsrechnungen aussagekräftig dokumentieren. Diese wurden im Institut für Nachrichtentechnik der TU Braunschweig vielfältig durchgeführt. **Bild 3** zeigt beispielhaft eine Versorgungskarte für die Region Braunschweig/Hannover. Es wurde hier an den vorhandenen Senderstandorten des derzeitigen DVB-T-Sendernetzes ein fiktives DVB-T MFN angenommen – also ein Netz, das im Gegensatz zu dem heute tatsächlich in Betrieb befindlichen DVB-T-Netz mit unterschiedlichen Frequenzen an den einzelnen Standorten arbeitet. Als Betriebsparameter des DVB-T-Netzes wurden die „deutschen Parameter“ (u. a.: 16 QAM) gewählt. Die mit DVB-T erreichte Versorgung in diesem fiktiven Netz ist als dunkelgraue Fläche zu erkennen. Hellgrau sieht man die bei Einsatz von DVB-T2 zusätzlich versorgten Regionen, wenn die in den beiden Varianten ausgestrahlte Nutzdatenrate nicht verändert wird.

Und wie könnte DVB-T2 eingeführt werden? Blicken wir zur Beantwortung dieser Frage zunächst noch einmal auf das Satelliten-Digitalfernsehen, das bisher mittels DVB-S übertragen wird. Wer in Deutschland aber HDTV empfangen möchte, wird sich – das wurde bereits erwähnt –

dazu einen neuen Satellitenempfänger kaufen müssen, welcher automatisch bereits das System des Satelliten-Digitalfernsehens der zweiten Generation (DVB-S2) nutzt. Zum Beispiel in Großbritannien soll HDTV nun auch terrestrisch über die Dachantenne empfangen werden können. Analog zum Satelliten-Digitalfernsehen in Deutschland wird der entsprechende HDTV-Empfänger dann gleich DVB-T2 beinhalten. DVB-T2 unterstützt also die Idee einer Standardfamilie aus DVB-C2 – für das Kabelfernsehen (siehe Abschnitt 4) -, DVB-S2 und DVB-T2. Länder, die bisher noch kein terrestrisches Digitalfernsehen nutzen, und dieses zum Beispiel erst ab 2012 einführen wollen, werden vermutlich gleich auf DVB-T2 setzen. Zum einen ist der Gewinn an übertragbarer Datenrate gegenüber dem mit DVB-T Erreichbaren wirtschaftlich reizvoll, zum anderen werden DVB-T2-Empfänger ab dem Jahr 2012 vermutlich zu ähnlich günstigen Kosten zu kaufen sein, wie DVB-T-Empfänger heute.



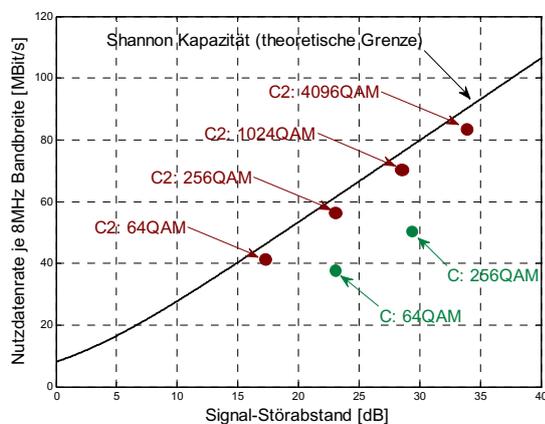
**Bild 3:** Verbesserung der Versorgung durch DVB-T2 im Vergleich zu der Versorgung durch DVB-T (16 QAM, „deutsche Parameter“) in einem fiktiven MFN bei konstanter Nutzdatenrate

Die DVB-T2-Spezifikation steht jetzt zur Verfügung. Noch im Jahr 2008 wird sie aller Voraussicht nach ein offizieller ETSI-Standard (European Telecommunications Standards Institute) werden. Erste Live-Demonstrationen von DVB-T2 hat es auf der International Broadcasting Convention (IBC) in Amsterdam im September 2008 gegeben. Man rechnet damit, dass DVB-T2 zuerst in Großbritannien – und zwar ab 2010 - eingeführt wird, und dass viele andere Länder folgen werden.

## 4 Ein Blick in die Zukunft

Wenn man den Gedanken der Standardfamilie weiterdenkt, so muss auf DVB-S2 und DVB-T2 auch DVB-C2 folgen. An DVB-C2 wird in der Tat derzeit intensiv geforscht und entwickelt. Auch hier stehen zum einen die Vergrößerung der in einem Kanal übertragbaren Datenrate und zum anderen die Anpassung an DVB-S2 und DVB-T2 im Mittelpunkt der Überlegungen. Wie in Abschnitt 2 für DVB-S2

erläutert – und für DVB-T2 natürlich ebenfalls realisiert – basiert die Systementwicklung auf den Ergebnissen einer Technologiestudie, die Grundlage der Erarbeitung von kommerziellen Zieldefinitionen (Commercial Requirements) war. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass schon unter Verwendung von DVB-C in einem einzigen Kabelkanal der Bandbreite 8 MHz Datenraten von 51 Mbit/s übertragen werden können – etwa so viel also, wie mittels DVB-T2 in einen terrestrischen Kanal derselben Bandbreite hineinpasst. Die HDTV-Einführung unter Nutzung von DVB-C ist daher problemlos möglich. Andererseits wollen Kabelnetzbetreiber aber auch in die Lage versetzt werden, „On-Demand“-Dienste, und zwar in HDTV-Qualität, anzubieten, wofür in ihren Netzen dann sehr große Datenraten von beispielsweise 70 Mbit/s pro Fernsehkanal erwünscht sind. **Bild 4** zeigt, was mit DVB-C2 möglicherweise in heutigen Kabelnetzen zu erreichen sein wird.



**Bild 4** Mögliche Datenraten pro 8 MHz-Kanal bei DVB-C2 im Vergleich zu denen bei DVB-C

Anders als bei DVB-C ist für DVB-C2 das bisher hauptsächlich von terrestrischen Übertragungskanälen bekannte OFDM im Gespräch. Sollte sich OFDM durchsetzen, so wäre es eine völlig neue Variante, keine festen Kanalbandbreiten mehr festzusetzen, sondern stattdessen dem Empfangsgerät variable Kanalbandbreiten zu signalisieren, damit sich dieses nur immer so viele OFDM-Träger aus dem belegten Band herausucht, wie für den genutzten Service benötigt werden.

Zum Jahresende 2008 wird mit der Fertigstellung der DVB-C2-Spezifikation gerechnet.

Mit DVB-H und DVB-SH hatte das DVB-Projekt zwei technische Lösungen für die Versorgung von Taschenempfängern mit Medieninhalten bereit gestellt – häufig bezeichnet man dieses Anwendungsfeld mit dem Begriff „Mobile Broadcast“. Auch auf diesem Feld ist damit zu rechnen, dass der Markt Systeme einer Folgegeneration mit weiter verbesserter Effizienz der Datenübertragung und noch besserer Robustheit fordern wird. Vor diesem Hintergrund wurde eine weitere Technologiestudie zu einem System mit dem Arbeitstitel DVB-NHG (Next Generation Handheld) angefertigt. Wie nicht anders zu erwarten,

fürte diese Studie zu der Erkenntnis, dass – wollte man heute mit der Entwicklung von Systemen des Mobile Broadcast beginnen – erheblich leistungsfähigere Systeme entstehen könnten – wobei nicht vergessen werden darf, dass der Entwicklungsstart für DVB-H ja bereits im Jahr 2000 und die Verabschiedung der Spezifikation im Jahr 2004 erfolgte. Eine maßgebliche kommerzielle Anforderung an DVB-H war es, die Rückwärtskompatibilität mit DVB-T sicher zu stellen, so dass mit einem einzigen Sender in einem gegebenen Kanal sowohl DVB-T- wie auch DVB-H-Inhalte ausgestrahlt werden können. Ein Verzicht auf eine derartige Kompatibilitätsforderung schafft neue Freiheitsgrade, die der Leistungsfähigkeit von DVB-NGH zu Gute kommen werden. Die Einbeziehung von Algorithmen, die auch bei DVB-T2 Verwendung finden, bietet sich darüber hinaus an, will man wirklich den neuesten Stand der Technik für DVB-NGH berücksichtigen. Derzeit werden Commercial Requirements für DVB-NGH erarbeitet.

## 5 Zusammenfassung

Die Weiterentwicklung des Digitalen Fernsehens ist in vollem Gang. Während in vielen Ländern der Erde die Systeme der ersten Generation bereits eingeführt sind oder gerade eingeführt werden, entstanden mit DVB-S2 bzw. entstehen mit DVB-T2 und DVB-C2 bereits die Systeme der zweiten Generation. Diese werden zum einen für spezielle Anwendungen des Digitalfernsehens Verwendung finden – zum Beispiel für HDTV –, zum anderen aber vermutlich in den Ländern eingeführt werden, die erst in einigen Jahren den Umstieg vom analogen zum Digitalfernsehen vollziehen wollen.

In Deutschland ist die Einführung von DVB-S2 beschlossene Sache, denn die Satellitenausstrahlung von HDTV-Programmen basiert auf DVB-S2. Eine Einführung von DVB-T2 ist noch nicht abzusehen, denn die terrestrische Übertragung von HDTV-Fernsehprogrammen ist in unserem Land derzeit kein Thema. Allerdings sollen ab 2009 auch in Deutschland Feldversuche mit DVB-T2 stattfinden. Wann und in wie weit DVB-C2 in die Kabelnetze in Deutschland Einzug halten wird, ist derzeit nicht zu beantworten. In Anbetracht des großen zu erwartenden Effizienzgewinnes werden die Kabelnetzbetreiber DVB-C2 aber kaum ignorieren können oder wollen.

## 6 Danksagungen

Seit dem Beginn der ersten Aktivitäten zur Entwicklung des Digitalfernsehens haben im Rahmen des DVB-Projektes viele hundert Ingenieurinnen und Ingenieure sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus mehr als 300 Unternehmen und Forschungsinstituten mit großer Begeisterung und Intensität daran mitgewirkt, die Systeme

der ersten und nun auch der zweiten Generation Realität werden zu lassen. All denjenigen sei herzlich gedankt.

Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Nachrichtentechnik der TU Braunschweig danke ich für ihre großartigen Beiträge und Erfindungen – gerade auch im Zusammenhang mit den aktuellen Arbeiten des DVB-Projektes und für die vorzügliche Unterstützung meiner Arbeit als Chairman des DVB Technical Module.

## 7 Literatur

- [1] Hirakawa, S.; Reimers, U.; Whitacker, J.; Wu, Y.: Overview of Digital Television Development Worldwide. Proceedings of the IEEE. Vol. 94, No. 1, Jan. 2006, pp. 8-21
- [2] Reimers, U.: DVB – The Family of International Standards for Digital Video Broadcasting. Proceedings of the IEEE. Vol. 94, No. 1, Jan. 2006, pp. 173-182
- [3] Reimers, U.: DVB-Digitale Fernsehtechnik. Datenkompression und Übertragung. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York (2008)
- [4] Faria, G.; Henriksson, J. A.; Stare, E.; Talmola, P.: DVB-H: Digital Broadcast Services to Handheld Devices. Proceedings of the IEEE. Vol. 94, No. 1, Jan. 2006, pp. 194-209
- [5] Morello, A.; Mignone, V.: DVB-S2: The Second Generation Standard for Satellite Broadband Services. Proceedings of the IEEE. Vol. 94, No. 1, Jan. 2006, pp. 210-227
- [6] Stienstra, A. J.: Technologies for DVB Services on the Internet. Proceedings of the IEEE. Vol. 94, No. 1, Jan. 2006, pp. 228-236
- [7] Murray, K.: Standardising IPTV – The DVB Approach. DVB World Conference 2007, Conference Proceedings (auf CD-ROM)
- [8] [http://www.ses-astra.com/consumer/de/Presse/Reichweiten\\_2007\\_D\\_A\\_CH.pdf](http://www.ses-astra.com/consumer/de/Presse/Reichweiten_2007_D_A_CH.pdf) (Stand: 18. August 2008)
- [9] Ladebusch, U.; Liss, C. A: Terrestrial DVB (DVB-T): A Broadcast Technology for Stationary Portable and Mobile Use. Proceedings of the IEEE. Vol. 94, No. 1, Jan. 2006, pp. 183-193