

# Seminararbeit zum Thema:

## DVB-T2: 2nd Generation Terrestrial

Erstellt durch **Daniel Seidenstücker (4204281)**  
im Rahmen des Proseminars Technische Informatik

Die bisherige Entwicklung und Weiterentwicklung von hochauflösendem Fernsehen erfordert gleichzeitig eine Weiterentwicklung vorhandener Fernsehübertragungsstandards. Da HD-TV (High Definition Television) höhere Auflösungen als jetziges Fernsehen benutzt (auch SD-TV genannt: Standard Definition Television) und somit mehr Bildqualität bietet, muss eine höhere Anzahl Informationen übertragen werden. Bisher war der leistungsfähigste Standard im terrestrischen Bereich (über Antenne) DVB-T. Sein Nachfolger DVB-T 2 bringt unter anderem eine höhere Datenrate, um frequenzeffektiver noch mehr Inhalte zu übertragen.

# Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung.....	3
2. Entwicklung	
2.1. Ziele/Motivation.....	3
2.2. Chronologie.....	4
3. Technik	
3.1. Allgemein.....	4
3.2. Fehlerkorrektur.....	5
3.3. Komprimierung .....	6
3.4. Modulation.....	6
3.5. Datenrate.....	7
3.6. Gleichwellennetz .....	7
3.7. Mehrwegeempfang.....	8
3.8. CPCM .....	8
3.9. Flexibilität.....	8
3.10. Kompatibilität.....	9
4. Auswertung	
4.1. Vorteile.....	9
4.2. Erfolg und Marktchancen	
4.2.1 Allgemein.....	9
4.2.2 in der Welt .....	10
4.2.3 in Deutschland .....	10
5. Fazit.....	11
6. Literaturverzeichnis.....	12

# 1. Einleitung

Für das Verständnis von DVB-T 2 ist die Erläuterung von DVB-T Voraussetzung. DVB-T steht für „Digital Video Broadcasting Terrestrial“ und ist ein Standard zur Übertragung von Digitalem Fernsehen auf terrestrischem Wege (über Antenne). Dazu werden die analogen Frequenzen genutzt, die nach dem Abschalten von analoger Ausstrahlung frei werden[2].

In Deutschland begann die Umstellung 2002 in Berlin und wird bei den öffentlich-rechtlichen Sendern, laut eigenen Angaben, Ende 2009 deutschlandweit abgeschlossen sein. Im Gegensatz dazu senden die privaten Sender ihre Programme ausschließlich in einigen Ballungsgebieten Deutschlands über DVB-T. Da dort mehr Menschen leben, die DVB-T empfangen können, ist das Senden rentabel[16]. DVB-T wurde 2008 von etwa 10,5% der Menschen in Deutschland genutzt, um Fernsehen zu empfangen[9].

Entwickelt wurde es von dem internationalen DVB-Konsortium, welches auch Schöpfer der anderen DVB-Standards ist (Bsp.: DVB-S, DVB-C, ...)[1]. DVB-T wurde 1997 veröffentlicht, und bietet im Gegensatz zu analoger Ausstrahlung eine höhere Reichweite und eine höhere Datenrate (Anzahl Daten pro Sekunde), womit man sogar das neue HD-TV (hochauflösendes Fernsehen) ausstrahlen könnte[2]. Um die Übertragung noch effizienter zu gestalten, wurde am Nachfolger gearbeitet.

In dieser Arbeit werden Entwicklung, technische Spezifikation, Pros und Contras dieses neuen Standards beschrieben.

## 2. Entwicklung

### 2.1. Ziele/Motivation

Der Hauptgrund für die Entwicklung, des hier zu beschreibenden neuen Standards DVB-T 2, war eine höhere Datenrate, sodass dann unter anderem auch mehr HD-TV Sender übermittelt werden können. Weiterhin soll DVB-T 2 das Frequenzband schonen, die Übertragung von Multimedialinhalten ermöglichen, die Umschaltzeiten beim Senderwechseln reduzieren, dem sogenannten „zappen“, und die Ausstrahlkosten für die Sender sollen sinken. Eine Verbesserung des Bildes soll durch bessere Signalqualität und geringere Störanfälligkeit realisiert werden. Zusätzlich soll es Besitzern von DVB-T Geräten möglich sein, DVB-T 2 Signale zu empfangen[4]. Durch diese und noch einige weitere Eigenschaften soll DVB-T 2 konkurrenzfähig zur Übertragung via Satellit und Kabel werden[15].

## 2.2. Chronologie

Erste Verbesserungsvorschläge gegenüber DVB-T gab es schon Anfang 2006. Das DVB-Technik-Team des DVB-Konsortiums erstellte eine Liste von möglichen Verbesserungen, die dazu führte, dass im März 2006 die DVB-T 2 Projektgruppe ihre Arbeit aufnahm. Nachdem die Anforderungen klar waren, begann die Arbeit am Empfang mit fixen und portablen Geräten. Später wurde die Übertragung verbessert und am Schluss am mobilen Empfang gearbeitet. Im April 2007 veröffentlichte das DVB-Konsortium eine Liste mit den Anforderungen an DVB-T 2 und rief gleichzeitig dazu auf, ihnen Wünsche und Vorschläge für DVB-T 2 zu senden, um möglichst alle Menschen einzubinden, die später damit arbeiten wollen[5].

Mit all diesen Anforderungen wurde auf die technische Spezifikation zugearbeitet, die dann im Juni 2008 ratifiziert und veröffentlicht wurde. Außerdem wurde sie an das ETSI (European Telecommunications Standards Institute) übergeben[13]. Das ist eine Organisation der Europäischen Kommission, die internationale, kommunikationstechnische Standards veröffentlicht. Damit will das Institut bezwecken, dass die Technik sicherer, flexibler und qualitativ besser ist. Das ETSI führt DVB-T2 unter der Nummer: EN 302 755[7]. Im September 2008 wurde das fertige DVB-T 2 auf der IBC 2008 (International Broadcast Conference) in Amsterdam vorgestellt und mit ersten Prototypen seine Lauffähigkeit bewiesen. Inzwischen arbeiten Hersteller an Empfangsgeräten, so dass der Verkauf wahrscheinlich Ende 2009 starten könnte[14].

## 3. Technik

### 3.1. Allgemein

Für eine Übertragung der Daten mit DVB-T (im Speziellen DVB-T 2), müssen sie davor codiert, komprimiert und moduliert werden. Dabei versteht man unter Codierung die Nutzung der Fehlerkorrektur, unter Komprimierung die Datenreduktion und unter Modulation die Nutzung von Trägerwellen.

Beim Empfänger erfolgt dieses dann umgekehrt, damit die Daten wieder zur Verfügung stehen. Sie werden demoduliert, dekomprimiert und zuletzt decodiert. Außerdem bietet DVB-T 2 eine Menge anderer technischer Spezifika.

## 3.2. Fehlerkorrektur

Die zu übertragenden Daten werden durch Fehlerkorrektur abgesichert, da Übertragungsfehler auftreten, die so fast immer gefunden und korrigiert werden können. DVB-T 2 benutzt hierbei eine Vorwärtsfehlerkorrektur (FEC). Das heißt, dass die Fehlerkorrektur den Daten zusätzliche redundante Daten hinzufügt, die dem Empfänger ermöglichen, den Fehler nicht nur zu erkennen, sondern auch zu korrigieren[20].

Genauer betrachtet werden bei DVB-T 2 die zu übertragenden Daten mit BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem-Code) geschützt und das Ergebnis (Daten + BCH-Daten) wird nochmals über LDPC (Low-Density Parity-Check Code) abgesichert[6]. Dieses mehrfache Absichern wird auch Verkettete FEC genannt[18].

BCH ist eine zyklische Fehlerkorrekturmethode (CRC), bei der die Daten entweder durch ein Generatorpolynom geteilt oder mit ihm multipliziert werden. DVB-T 2 benutzt die Division zur Erzeugung des BCH-Codes. Dabei werden die Daten, die in  $\mathbb{Z}_2$  vorliegen, mit  $k$  Nullen ergänzt, wobei  $k$  der Grad des Generatorpolynoms ist. Danach werden die ergänzten Daten durch das Generatorpolynom geteilt und der errechnete Rest an die zu übertragenden Daten hinzugefügt. Diese Sequenz wird später beim Empfänger ebenfalls durch das Generatorpolynom geteilt und der errechnete Rest ausgewertet. Wenn er gleich null ist, trat kein Übertragungsfehler auf und falls er ungleich null ist, kann er korrigiert werden[6].

Der BCH-Code wird zusätzlich durch LDPC abgesichert. Das Verfahren basiert auf Matrizenmultiplikation des BCH-Codes (in Form eines Vektors) mit einer sogenannten Generatormatrix. Die Generatormatrix (Abb. 1) besteht aus zwei Teilen, wobei der erste Teil eine Einheitsmatrix ist.

$$\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Abbildung 1: Generatormatrix

Das ist eine Matrix, die als Hauptdiagonale Einsen hat und wo der Rest aus Nullen besteht. Ihre Eigenschaft, neutrales Element gegenüber der Matrizenmultiplikation zu sein, wird hier verwendet. Wenn der BCH-Code mit der Einheitsmatrix multipliziert wird, kommt als Ergebnis der BCH-Code raus. Der zweite Teil der Generatormatrix erzeugt den redundanten Teil des durch LDPC gesicherten BCH-Codes und besteht aus vielen Prüfsummen. Der LDPC-Code besteht nun aus BCH-Code und Prüfsummen, wenn er verschickt wird. Beim Empfänger wird er dann auf Fehler überprüft, indem eine Prüfmatrix (Abb. 2) mit dem Code multipliziert wird (diesmal als Spaltenvektor).

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Abbildung 2: Prüfmatrix

Das Ergebnis wird wie bei BCH ausgewertet (null heißt: kein Fehler, ungleich null bedeutet: ein Fehler)[8].

### 3.3. Komprimierung

Die von der Fehlerkorrektur bearbeiteten Daten werden dann komprimiert, um weniger Daten übertragen zu müssen. Dazu wird MPEG-4 AVC (H.264) verwendet (gehört nicht zum DVB-T 2 Standard)[13], welches eine verlustbehaftete Methode zur Datenkomprimierung ist. Das heißt, dass die dekomprimierten Daten auf Empfängerseite nicht zu 100% dem Original entsprechen. Das ist unproblematisch, da an Stellen gespart wird, die nicht oder kaum vom menschlichen Auge erfasst werden können[19]. MPEG-4 AVC (H.264) braucht bei gleicher Auflösung ca. 11mal weniger Daten als sein Vorgänger MPEG-2[25].

### 3.4. Modulation

Die bereits komprimierten Informationen werden anschließend moduliert. Das ist ein sehr essentieller Bestandteil der Telekommunikation und bedeutet, dass man sie auf eine Trägerfrequenz moduliert, wenn Daten mithilfe von Wellen übertragen werden sollen. Das heißt, dass man mithilfe der Modifikation von der Amplitude, der Frequenz oder der Phase der Trägerfrequenz Informationen codiert, die auf der Empfängerseite wieder demoduliert werden können. Dadurch erreicht man eine höhere Datenrate, weil jedes Trägermedium bestimmte Frequenzbereiche favorisiert, die dann als Trägerfrequenz genutzt werden. Weiterhin erhöht Modulation die Anzahl der Programme, weil man verschiedene Trägerfrequenzen für verschiedene Programme benutzt, sodass sie sich nicht gegenseitig stören. Wenn sie alle auf der gleichen Frequenz gesendet worden wären, würden sie das tun. Außerdem kann man verschiedene Datenströme auf ein und dieselbe Trägerfrequenz modulieren und spart so Frequenzen[22].

DVB-T 2 benutzt als Modulationsmethode COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) in Kombination mit Quadraturamplitudenmodulation (QAM)[6]. Dabei wird der komprimierte Datenstrom durch COFDM in mehrere tausend Datenströme geteilt, die auf viele Träger moduliert werden. Diese Träger werden orthogonal (senkrecht) zueinander gewählt. Dadurch erreicht man eine effektivere Frequenzbandausnutzung, da sich orthogonale Frequenzen überlappen und trotzdem noch eindeutig identifizieren lassen. Das Aufteilen auf viele Träger schafft die Möglichkeit, sich an den Kanal optimal anzupassen[23]. Das Aufmodulieren der vielen Datenströme auf die Träger wird mit QAM realisiert, was eine Mischung aus Amplituden- und Phasenmodulation ist. Es werden immer 2 verschiedene Datenströme auf 2 verschiedene Hilfsträgerwellen gleicher Frequenz mithilfe von Amplitudenmodulation gespeichert und anschließend wird eine der beiden Hilfsträger um  $90^\circ$  in der Phase verzögert und dann werden beide zusammenaddiert zu einem Träger, sodass man letztlich weniger Trägerfrequenzen braucht, um die vielen Datenströme zu transportieren. Das schont das Frequenzspektrum.

Bei der Amplitudenmodulation werden die Wellen in ihrer Amplitude verändert, um Daten zu speichern. Dabei kann man eine Anzahl verschiedener Amplitudenstärken wählen (sogenannte Symbole). Je mehr Symbole man nimmt für seine Übertragung, desto größer ist die Datenrate. Allerdings wird es auch immer schwieriger, die Symbole auf Empfängerseite zu unterscheiden[24]. DVB-T 2 unterstützt hier 4 Modi: 4-QAM, 16-QAM, 64-QAM und 256-QAM[12]. Die Zahl an sich entspricht der Anzahl Symbole und ihr Logarithmus zur Basis 2 der Anzahl Bits, die übertragen werden können (Bsp.: 256-QAM  $\log_2 256 = 8$ ).

### 3.5. Datenrate

Wie bereits erklärt, gibt die Datenrate an, wie viel Daten pro Sekunde übertragen werden können. Durch Komprimierung und digitale Modulation erreicht DVB-T 2 eine höhere Datenrate als analoge Übertragung[12].

Sie steigt um das bis zu Siebenfache an und erreicht eine maximale Bruttodatenrate von 60,4 MBit/s (DVB-T: 39,3 MBit/s). Bruttodatenrate bedeutet, dass bei diesem Wert die redundanten Fehlerkorrekturdaten noch nicht abgezogen worden sind. Als Nettodatenrate sind Werte bis zu 50,1 MBit/s (DVB-T: 31,7 MBit/s) realisierbar. Das ist aber nur bei bestmöglichen Übertragungsbedingungen, wie fixer Empfang (Dachantenne), zu erreichen. Um DVB-T 2 auch portabel und mobil empfangen zu können, müssen die Symbolanzahl verringert und der Fehlerkorrekturanteil erhöht werden. Dadurch sinkt die Datenrate auf 45,3 MBit/s Brutto und 22,5 Netto (DVB-T: Brutto 26,1 MBit/s; Netto 16,0 MBit/s)[26].

Die bei DVB-T 2 zusätzlich verfügbare Datenrate kann zum Beispiel zur Steigerung der Signalqualität genutzt werden, indem man der Fehlerkorrektur mehr Daten zur Verfügung stellt. Alternativ kann die Bildqualität gesteigert werden. Beim Ausstrahlen von HD-TV können bis zu 3 Sender übertragen werden auf der Bandbreite *eines* ehemaligen analogen Senders[14]. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Tonqualität zu verbessern oder zusätzliche Multimediainhalte zu übermitteln[12].

### 3.6. Gleichwellennetz

Eine weitere Nutzung der höheren Datenrate ist ein Gleichwellennetz (SFN – Single Frequency Network). Dabei vereinigen sich bis zu 7 ehemalige Analogsender [13] und jeder von ihnen strahlt einen DVB-T 2 Datenstrom auf der gleichen Frequenz aus, der alle Sender enthält (SD-TV als Qualität)[12]. Dieses Empfangspaket der Sender nennt man Bouquet. Durch Gleichwellennetze erhöht man den Empfangsbereich aller Programmanbieter, da nun siebenmal so viele Sendestationen ausstrahlen und spart bis zu 6 Frequenzen, da bei analoger terrestrischer Ausstrahlung unterschiedliche Frequenzen genutzt werden mussten, um Interferenzen vorzubeugen[12]. DVB-T 2 dagegen nutzt diese Interferenzen positiv für sich als Verstärkung des Signals[21].

### 3.7. Mehrwegeempfang

Man spricht von Mehrwegeempfang, wenn auf Empfängerseite zwei Signale empfangen werden, wovon eins zum Beispiel auf dem Übertragungsweg reflektiert wurde. Dadurch ist es zeitlich verzögert und ist in seiner Signalstärke geschwächt.

Bei analoger Übertragung wurde Mehrwegeempfang als sogenanntes „Geisterbild“ wahrgenommen. Man sah das zweite Bild als Kopie des ersten Bildes leicht nach rechts versetzt (zeitlich verzögert) und sehr stark transparent (geschwächtes Signal) auf seinem Fernseher[12].

Damit sich bei DVB-T 2 die Signale nicht gegenseitig behindern, werden Schutzintervalle (Guard Interval) eingefügt. Dadurch werden die Signale weitgehend immun gegen durch Mehrwegeempfang verursachte Störungen[11], sodass DVB-T 2 die empfangenen zweiten Signale nutzen kann, um die Bildqualität zu steigern. Dabei werden die redundanten Daten als Kontrolle genutzt (zusätzliche Fehlerkorrektur)[12].

### 3.8. CPCM

DVB-CPCM (Content Protection & Copy Management) ist ein eigener Standard und nicht zwangsweise mit DVB-T 2 verbunden. Die Sender können es aber dafür benutzen, um zu regeln, wer die über DVB-T 2 ausgestrahlten Inhalte konsumieren darf. Weiterhin kann die Nutzungsdauer begrenzt, das Abspeichern der empfangenen Daten verhindert und die Nutzbarkeit geographisch eingeschränkt werden. Außerdem kann CPCM dafür sorgen, dass Empfangsgeräte von bestimmten Herstellern die empfangenen DVB-T 2 Daten nicht nutzen können[15].

Die GEZ könnte damit zum Beispiel nichtzahlenden Kunden den Empfang verwehren.

### 3.9. Flexibilität

Neben den bereits beschriebenen technischen Spezifika ist die hohe Flexibilität besonders erwähnenswert. Ausdruck für Flexibilität bei DVB-T 2 sind die vielen Einstellungsoptionen. Man kann unter anderem die Informationsrate (Fehlerkorrektur), die Anzahl der Trägerfrequenzen (Modulation), die Anzahl der Symbole (Modulation) und die Größe des Schutzintervalles (Mehrwegeempfang) einstellen. Weiterhin kann man die Signalqualität je Kanal unterschiedlich wählen und so Prioritäten setzen[3]. Dadurch ist DVB-T 2 in der Lage, sich an alle Situationen gut anzupassen und kann auch bei den folgenden drei Empfangsmöglichkeiten eingesetzt werden. Man wird es mit fixen, portablen und sogar mobilen Geräten nutzen können[12]. DVB-T 2 muss auch so flexibel sein, da es den Anspruch hat, in der ganzen Welt eingesetzt zu werden. Falls zukünftig weitere Anforderungen an DVB-T 2 gestellt werden sollten, kann es erweitert werden, um den Ansprüchen gerecht zu werden[3].



## 3.10. Kompatibilität

DVB-T 2 ist zu allen anderen DVB Standards kompatibel, die nichts mit dem physikalischen Trägermedium (Schicht 1 OSI-Modell) zu tun haben. Also ist es zum Beispiel kompatibel zu DVB-CPCM (Content Protection & Copy Management), aber nicht zu DVB-S 2 (Übertragung via Satellit)[4]. Zu DVB-T ist es abwärtskompatibel. Das bedeutet, dass DVB-T 2 Empfangsgeräte DVB-T-Signale decodieren können[13]. DVB-T -Empfangsgeräte können allerdings DVB-T 2-Daten nicht verarbeiten. Deren Besitzer müssten erst Geld in neue Geräte investieren[16].

## 4. Auswertung

### 4.1. Vorteile

Im Folgenden betrachte ich DVB-T 2 mit MPEG-4 AVC (H.264) und DVB-T mit MPEG 2. Es ist zwar möglich DVB-T mit MPEG-4 AVC (H.264) zu betreiben, wird aber in der Praxis weniger angewendet (zurzeit ca. 4 Länder)[2].

DVB-T 2 hat aufgrund der besseren Codierung und Komprimierung eine mindestens 30% höhere Datenrate. Wie bereits beschrieben, können damit zum Beispiel mehr Programme je Kanal übertragen werden. Bei HD-TV-Qualität sind das 3 anstatt 1[14] und bei SD-TV 7 anstatt 4[17]. Dadurch hat DVB-T 2 eine 30 bis 50% höhere Frequenzeffizienz[13]. Weiterhin sorgt die bessere Fehlerkorrektur auch für eine höhere Signalstabilität und somit -qualität. Das ist besonders für den mobilen Empfang wichtig. Nicht zuletzt ist die Flexibilität ein wichtiger Vorteil. DVB-T 2 ist noch einstellbarer und modifizierbarer als es DVB-T ist[3].

### 4.2 Erfolg und Marktchancen

#### 4.2.1. Allgemein

Aufgrund der Vorteile ist eine Nutzung von DVB-T 2 auf jeden Fall wünschenswert. Das DVB-Konsortium empfiehlt den Umstieg aber nur, wenn im Land bereits DVB-T genutzt wird und die analoge Abschaltung (ASO Analogue Switch-Off) stark fortgeschritten oder bereits abgeschlossen ist[14]. Dann müssen nur noch die Empfangsgeräte ersetzt werden, da DVB-T Geräte die DVB-T 2 Signale nicht empfangen können [16]. Da die neuen Geräte dann beide Signale lesen können, wird vom DVB-Konsortium ein Parallelbetrieb erwartet, bis es zum vollständigen Wechsel auf DVB-T 2 kommt[14].

## 4.2.2. In der Welt

Dank des Erfolges des DVB-T-Standards gibt es viele Länder, die DVB-T nutzen. DVB-T wird zurzeit in mehr als 35 Ländern ausgestrahlt und es sollen in den folgenden Jahren noch etliche dazukommen. So haben 2006 in Geneva mehr als 100 Länder ihre Absicht bekundet, DVB-T zukünftig einzusetzen[2]. Das sind viele Länder, die später auch DVB-T 2 nutzen werden.

England wird Vorreiter werden. Dort sollen Ende 2009 bereits erste Programme in HD-TV-Qualität über DVB-T 2 empfangbar sein. Die Tests dafür fingen schon kurz nach Veröffentlichung des DVB-T 2 Standards im Juni 2008 an [3].

Nicht ganz so interessant ist DVB-T 2 für die Länder, die schon mit MPEG-4 AVC (H.264) komprimieren. Dadurch nutzen sie bereits einen großen Teil der höheren Datenrate und die Vorteile der DVB-T 2-Einführung sind geringer. Das sind zum Beispiel Länder wie Frankreich, Norwegen, Singapur und Estland. In Irland, Portugal, Slowenien und anderen soll ebenfalls in diesem Jahr DVB-T mit MPEG-4 AVC (H.264) starten[2].

## 4.2.3. In Deutschland

Im Gegensatz zu vielen Ländern der Welt wird DVB-T 2 in Deutschland, wenn überhaupt, erst später eingeführt[13].

Die Menschen in Deutschland nutzen eher Satellitenübertragung, um digitales Fernsehen zu empfangen. Im Jahr 2008 wurden 59,1% des digitalen Fernsehens über Satellit übertragen und nur 22,5% terrestrisch[9].

Weiterhin ist die Empfehlung zur Einführung, das Erreichen des ASO, nicht gegeben, so dass eine Nutzung von DVB-T 2 in nächster Zeit unwahrscheinlich ist[17].

Die öffentlich-rechtlichen Sender planen, die Komplettversorgung Ende 2009 zu erreichen und werden solange weiterhin über DVB-T ausstrahlen[10]. Frühestens 2012 soll DVB-T 2 von den Öffentlichen genutzt werden.

Ob sich die privaten Sender engagieren wollen, ist ungewiss[13]. Sie hatten den Vorgänger nur dort genutzt, wo das Ausstrahlen rentabel war[16], so dass eine Einführung des Nachfolgers bei den Privaten Sendern höchstens aufgrund der Vorteile gegenüber DVB-T zu begründen ist[13]. Allgemein ist zu vermuten, dass die Umstellung zeitgleich mit der Umstellung auf HD-Inhalte erfolgen wird. Aufgrund der gestiegenen Datenrate können von DVB-T 2 fast genauso viele HD-TV-Sender ausgestrahlt werden, wie gegenwärtig SD-TV-Sender über DVB-T.

## 5. Fazit

Zusammenfassend kann man Folgendes sagen:

Digital Video Broadcasting Terrestrial, der Vorgänger von DVB-T 2, sowie DVB-T 2 selbst, wurde vom internationalen DVB-Konsortium als Standard zur Datenübertragung auf terrestrischem Wege entwickelt. Obwohl die Entwicklung erst im Jahr 2006 begann und DVB-T 2 in 2008 fertiggestellt und veröffentlicht wurde, wird es schon Ende 2009 in England eingesetzt. Dieser neue Datenübertragungsstandard hat in einem Land überzeugt und wird das auch aufgrund der bekannten Vorteile in anderen Ländern.

Im Vergleich zu DVB-T besticht der DVB-T 2-Standard durch eine höhere Datenrate, eine höhere Frequenzeffizienz, eine höhere Signalstabilität und eine viel höhere Flexibilität. Deswegen wird er seinen Vorgänger über kurz oder lang ablösen und beim Umstieg auf HD-TV noch stärker an Bedeutung gewinnen.

Da DVB-T und DVB-T 2 das gleiche Trägermedium zur Datenübertragung nutzen, sind ihre Techniken ähnlich. Sie nutzen beide die gleiche Modulation, wobei DVB-T 2 durch eine bessere Fehlerkorrektur eine höhere Symbolanzahl erreicht. Zusätzlich wird für DVB-T 2-Daten die neue Komprimierung MPEG-4 AVC (H.264) verwendet, die erst seit ein paar Jahren verfügbar ist und für die ersten DVB-T-Einführungen zu spät kam. DVB-T 2 konnte demnach von ein paar technischen Neuerungen profitieren und damit seine Leistung steigern.

Außerdem ist zu erwarten, dass der Empfang mit mobilen Geräten weiter wachsen wird. Dort kann – im Gegensatz zu den konkurrierenden Übertragungswegen Satellit oder Kabel – unter anderem DVB-T 2 verwendet werden, um die Daten zu übertragen. DVB-T 2 ist also ein würdiger Nachfolger.

## 6. Literaturverzeichnis

- [1] Homepage des DVB-Konsortiums  
<http://www.dvb.org/>
- [2] DVB-Konsortium: DVB-T Fact Sheet; November 2008  
[http://www.dvb.org/technology/fact\\_sheets/DVB-T%20Fact%20Sheet.1108.pdf](http://www.dvb.org/technology/fact_sheets/DVB-T%20Fact%20Sheet.1108.pdf)
- [3] DVB-Konsortium: DVB-T 2 Fact Sheet; August 2008  
[http://www.dvb.org/technology/fact\\_sheets/DVB-T2%20Fact%20Sheet.0808.pdf](http://www.dvb.org/technology/fact_sheets/DVB-T2%20Fact%20Sheet.0808.pdf)
- [4] DVB-Konsortium: „Commercial Requirement for DVB-T2“; April 2007  
[http://www.dvb.org/technology/dvbt2/a114.cm0831r1.CRs\\_DVB-T2.pdf](http://www.dvb.org/technology/dvbt2/a114.cm0831r1.CRs_DVB-T2.pdf)
- [5] DVB-Konsortium: „DVB-T2 Call for Technologies“; 16.04.2007  
[http://www.dvb.org/technology/dvbt2/sb1644r1.01.T2\\_CfT.pdf](http://www.dvb.org/technology/dvbt2/sb1644r1.01.T2_CfT.pdf)
- [6] DVB-Konsortium: „Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)“; Juni 2008  
<http://www.dvb.org/technology/dvbt2/a122.tm3980r5.DVB-T2.pdf>
- [7] Homepage des European Telecommunications Standards Institute (ETSI)  
<http://www.etsi.org/WebSite/homepage.aspx>
- [8] Robert G. Gallager: „Low-Density Parity-Check Codes“; 1963  
[http://www.ldpc-codes.com/papers/Robert\\_Gallager\\_LDPC\\_1963.pdf](http://www.ldpc-codes.com/papers/Robert_Gallager_LDPC_1963.pdf)
- [9] GSDZ und ALM: „Digitalisierungsbericht 2008“; August 2008  
[http://www.alm.de/fileadmin/forschungsprojekte/GSDZ/digitalisierungsbericht2008\\_D.pdf](http://www.alm.de/fileadmin/forschungsprojekte/GSDZ/digitalisierungsbericht2008_D.pdf)
- [10] Task Force DVB-T Deutschland: „Pressemitteilung“; 20.06.2007  
[http://www.ueberallfernsehen.de/data/pm\\_task\\_force\\_210607.pdf](http://www.ueberallfernsehen.de/data/pm_task_force_210607.pdf)
- [11] ORS / AFV: „Die Technik des digital terrestrischen Fernsehen (DVB-T)“; 09.11.2007  
[http://www.dvb-t.at/fileadmin/user\\_pics/downloads/DVB-T\\_Technik\\_2007-11-09.pdf](http://www.dvb-t.at/fileadmin/user_pics/downloads/DVB-T_Technik_2007-11-09.pdf)
- [12] Werbepapa GmbH: „DVB-T ist ein Übertragungsstandard für das digitale terrestrische Fernsehen“  
<http://www.dvb-t-technik.de/Wie-funktioniert-DVB-T.html>
- [13] Heise.de: „DVB-T2: ÜberallFernsehen, die Zweite“; 07.07.2008  
<http://www.heise.de/newsticker/DVB-T2-UeberallFernsehen-die-Zweite--/meldung/110514>

- [14] Heise.de: „IBC: DVB-T2, Super Hi-Vision und 3D in HD-Qualität“; 16.09.2008  
<http://www.heise.de/newsticker/IBC-DVB-T2-Super-Hi-Vision-und-3D-in-HD-Qualitaet--/meldung/116039>
- [15] satundkabel.magnus.de: „DVB-T2 wird Nachfolger des DVB-T-Fernsehens ab 2009 - auch HD-Signale“; 17.04.2007  
<http://satundkabel.magnus.de/terrestrik/artikel/dvb-t2-wird-nachfolger-des-dvb-t-fernsehens-ab-2009-auch-hd-signale.html>
- [16] Netzwelt.de: „DVB-T2: Das Überallfernsehen geht neue Wege“; 30.09.2007  
<http://www.netzwelt.de/news/76228-dvb-t2-das-ueberallfernsehen-geht-neue.html>
- [17] Laptopkarten.de: „DVB-T2: Nachfolger von DVB-T vorgestellt“; 10.07.2008  
<http://www.laptopkarten.de/mobile-tv/dvb-t2.html>
- [18] Kriebelverlag.de: „Kriebel Wissen: DVB“  
[http://kriebelverlag.de/index.php?option=com\\_content&task=view&id=17&Itemid=33](http://kriebelverlag.de/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=33)
- [19] Rob Koenen: „MPEG-4 Overview - (V.21 – Jeju Version)“; März 2002  
<http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-4/mpeg-4.htm>
- [20] ITWissen: „Vorwärts-Fehlerkorrektur“  
<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Vorwaerts-Fehlerkorrektur-FEC-forward-error-correction.html>
- [21] ITWissen: „Gleichwellennetz“  
<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Gleichwellennetz-SFN-single-frequency-network.html>
- [22] Elektronik-Kompendium.de: „Modulation / Modulationsverfahren“  
<http://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/0211195.htm>
- [23] Elektronik-Kompendium.de: „Multiplex und Multiplexing“  
<http://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/0211292.htm>
- [24] Elektronik-Kompendium.de: „QAM - Quadrature Amplitude Modulation / Quadratur-Amplituden-Modulation“  
<http://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/1304151.htm>
- [25] Tom's Hardware: „MPEG-4-Grundlagen“; 23.08.2000  
<http://www.tomshardware.com/de/mpeg-4-grundlagen,testberichte-193-6.html>
- [26] Sascha Teichmann: „DVB-T(2)/H-Rechner“; 09.11.2008  
<http://www.saschateichmann.de/dvb-t-hf.html>