

# Modellversuch

## DVB T2



## Modellversuch DVB-T2 in Norddeutschland

### Zwischenbericht

**Berichtszeitraum 01.08.2009 – 31.12.2010**

Version 1.00, 04.03.2011

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Reimers  
Dipl.-Ing. Jörg Robert  
Dipl.-Ing. Peter Schlegel

Technische Universität Braunschweig  
Institut für Nachrichtentechnik  
Schleinitzstraße 22  
38116 Braunschweig

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
1 Einleitung.....	3
2 DVB-T2 – Die nächste Generation des digitalen Fernseh Rundfunks.....	5
3 Einführungsstrategien und Migrationsszenarien von DVB-T nach DVB-T2 .....	7
3.1 Möglichkeiten für DVB-T2 in Deutschland .....	7
3.2 Frequenzplanungen für DVB-T2 .....	8
4 Das DVB-T2-Pilotnetz .....	9
4.1 Konzept des Versuchsnetzes .....	9
4.2 Status des Sendernetzes und der Infrastruktur.....	9
4.3 Online-Betriebstagebuch.....	10
5 Technische Untersuchungen zu DVB-T2 .....	11
5.1 Arbeitsgruppe „Messen“ und Aktivitäten der Gruppe.....	11
5.2 Theoretische Betrachtungen, Labormessungen und Feldmessungen .....	11
5.2.1 Codiergewinn durch H.264 im Vergleich zu MPEG-2.....	11
5.2.2 DVB-T2-Parametersätze .....	11
5.2.3 Bewertung der DVB-T2-Funktionalitäten.....	11
5.2.4 DVB-T2-Simulationsergebnisse im Mobilkanal .....	12
5.2.5 Verwendung von M-PLP (Multiple Physical Layer Pipes).....	12
5.2.6 Messsystem auf Basis einer Audiomessmethode.....	12
5.2.7 IRT-Labormessungen .....	12
5.2.8 Messbericht der Arbeitsgruppe Messen.....	13
5.2.9 Messbericht zum DVB-T2-Analysesystem PerMIT .....	13
6 Öffentlichkeitsarbeit und Projekttreffen .....	14
6.1 Regelmäßige Treffen des Technischen Fachausschusses.....	14
6.2 Teilnehmer der Treffen.....	14
6.3 Zulieferung der Teilnehmer (Gäste) zum Projekt.....	15
6.4 Internetauftritt des Projekts.....	15
6.5 Pressemitteilungen .....	15
7 Weitere Ziele des Projekts .....	16
8 Literatur- und Dokumentenverzeichnis .....	17

# 1 Einleitung

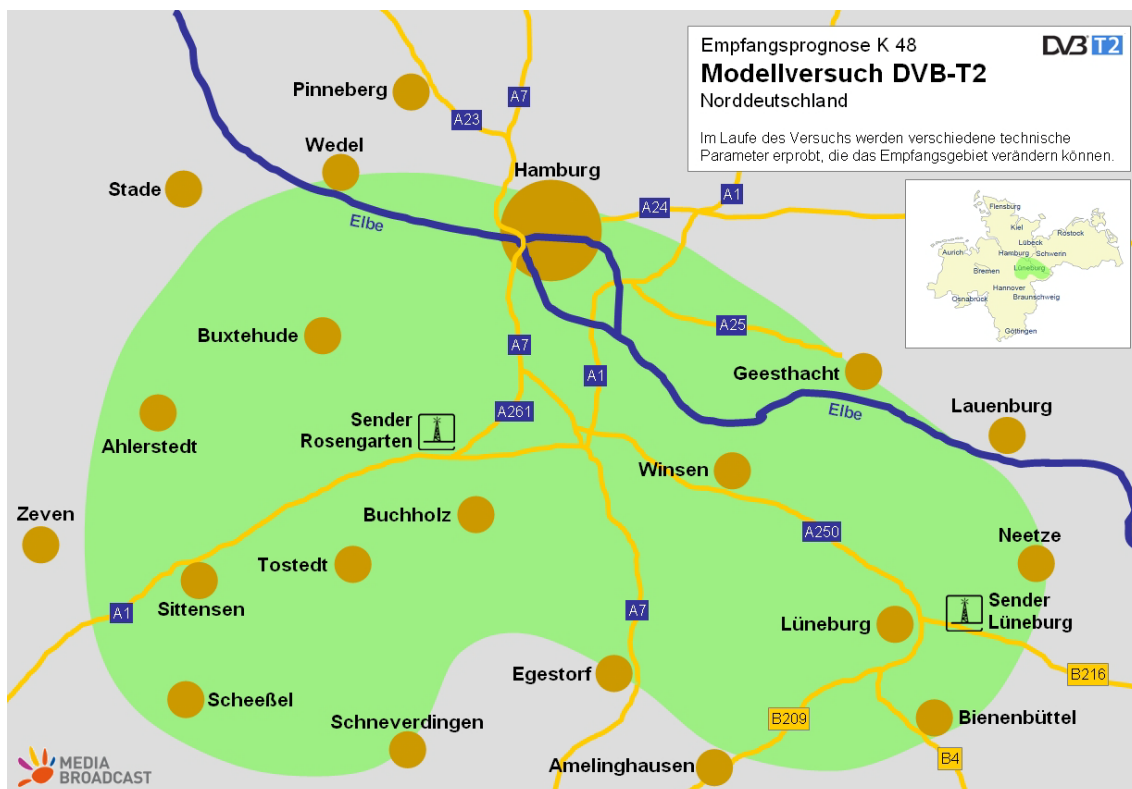
Das Digitale Fernsehen ist in Deutschland, wie auch in weiten Teilen der Welt, Realität. Als erster der diversen Übertragungswege für Fernsehprogramme wie Kabel, Satellit und die terrestrische Übertragung wurde der Letztere mittlerweile vollständig digitalisiert. Seit dem Jahresende 2008 gibt es in Deutschland kein analoges terrestrisches Fernsehen mehr; an seine Stelle ist Digital Video Broadcasting-Terrestrial (DVB-T) getreten. Zum Jahresende 2010 standen bereits etwa 30 Millionen DVB-T-Empfangsgeräte (Fernsehempfänger und Set-Top-Boxen) in den Haushalten. Dazu kommen mehrere Millionen Empfänger für PCs und Laptops, Taschengeräte und DVB-T-Empfänger in Kraftfahrzeugen. Dieser große Markterfolg geht unter anderem auf den „DVB-T-Modellversuch in Norddeutschland“ zurück, der am 26. August 1998 offiziell eröffnet wurde und seinen Höhepunkt mit dem Start des DVB-T-Regelbetriebs am 24. Mai 2004 erlebte. Die Ergebnisse des Modellversuchs sind in dem Buch „Renaissance der Antenne“ publiziert [1].

Mittlerweile hat das internationale Konsortium „DVB Project“ eine zweite Generation des terrestrischen Digitalfernsehens entwickelt. Dieses DVB-T2 genannte System war insbesondere von den Ländern gefordert worden, in denen die terrestrische Ausstrahlung des Fernsehens hoher Darstellungskraft (High Definition Television – HDTV) vorgesehen ist. Zu diesen gehören unter anderem Großbritannien, Schweden und Finnland. An der Entwicklung von DVB-T2 hatte das Institut für Nachrichtentechnik der Technischen Universität Braunschweig maßgeblichen Anteil.

Nach der Fertigstellung von DVB-T2 im Sommer 2008 lud der Direktor der Niedersächsischen Landesmedienanstalt (NLM), die schon den früheren DVB-T-Modellversuch in Norddeutschland geleitet hatte, zum 5. September 2008 zu einem ersten Treffen eines Kreises unter anderem aus Programmanbietern und Netzbetreibern ein, in dem diskutiert wurde, ob eine Neuauflage des Modellversuchs, in diesem Fall mit DVB-T2 als Kern der Untersuchungen und Erprobungen, geplant werden sollte. Im Ergebnis diverser Gespräche entstand die „Vereinbarung für den Modellversuch zur Optimierung von DVB-T in Niedersachsen“. Inhaltliches Ziel dieses Modellversuches sollte es nicht nur sein, die Eigenschaften von DVB-T2 praktisch zu erproben, sondern auch die mögliche Optimierung der Leistungsfähigkeit der existierenden DVB-T-Sendernetze zu untersuchen. Am 1. August 2009 startete der Modellversuch. Er ist bis zum 31. Juli 2012 befristet. Der Modellversuch wird von einem Projektrat geleitet, zu dem die folgenden Institutionen gehören: Niedersächsische Landesmedienanstalt (NLM) (Vorsitz), Media Broadcast GmbH, Mediengruppe RTL Deutschland (vertreten durch die CBC Cologne Broadcasting Center GmbH), Norddeutscher Rundfunk (NDR), ProSiebenSat.1 Media AG (Pro7Sat.1), Technische Universität Braunschweig, Zweites Deutsches Fernsehen (ZDF). Die Technische Projektleitung liegt beim Institut für Nachrichtentechnik der Technischen Universität Braunschweig. Ein Technischer Fachausschuss mit Mitgliedern aus dem Kreis der Projektpartner und zahlreichen Gästen aus dem Kreis anderer Rundfunkanbieter, Hersteller etc. ist der Technischen Projektleitung zugeordnet. Mittlerweile hat dieser Technische Fachausschuss neunmal getagt.

Die rechtliche Grundlage für den Modellversuch wurde durch eine „Verordnung über einen Modellversuch zur Optimierung des digitalen terrestrischen Rundfunkübertragungsverfahrens Digital Video Broadcasting Terrestrial (DVB-T)“ (Nds. GVBl. Nr. 15/2009, ausgegeben am 29. 8. 2009) [2] geschaffen.

In der Region südlich von Hamburg sind zwei DVB-T2-Sender in Betrieb. Eine ungefähre Darstellung des Versorgungsgebietes ist der Abbildung 1 zu entnehmen. DVB-T2 ist ein höchst flexibles System. Es enthält eine Vielzahl wählbarer Parameter. In Großbritannien und Schweden, wo DVB-T2 bereits in Betrieb ist, wurden die Parameter so ausgewählt, dass die Ausstrahlungen nur mit Dachantennen sicher empfangen werden können. Derartige Antennen sind in Deutschland als Folge der DVB-T-Einführung mit dem Versorgungsziel „portable indoor“ kaum noch vorhanden. Aus diesem Grund ist es erforderlich, unter anderem die Grenzen der Empfangbarkeit von DVB-T2 mittels portablen und mobilen Empfängern zu erproben. Die Betriebsparameter der im Modellversuch betriebenen Sender werden im Verlauf des Versuchs in der Konsequenz immer wieder verändert. Diverse Partnerunternehmen des Modellversuchs und Gäste führen in diesem Versorgungsgebiet vielfältige Messungen durch.



**Abb. 1: Empfangsgebiet der im Modellversuch genutzten Sender**

Am 20. September 2010 traf der Projektrat den Beschluss, die Medienanstalt Hamburg-Schleswig-Holstein (MA HSH) zum 1. Januar 2011 aufzunehmen.

Am 7. Dezember 2010 beschloss der Projektrat eine Umbenennung des Modellversuchs. Der neue Name lautet: „Modellversuch DVB-T2 in Norddeutschland“. Diese Umbenennung dokumentiert die Tatsache, dass die ursprünglich vorgesehenen Untersuchungen zur Optimierung der bestehenden DVB-T-Sendernetze nicht mehr von Interesse sind.

## 2 DVB-T2 – Die nächste Generation des digitalen Fernsehfunks

Der folgende Text ist ein aktualisiertes Exzerpt aus dem Fachaufsatz „Weiterentwicklung des Digitalen Fernsehens (DVB) – die DVB-x2-Systeme“ [3]:

Wie bereits bei DVB-T, 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 und bei dem zukünftigen Mobilfunkstandard LTE (Long Term Evolution). 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 Trägern) sowie Guard Intervals mit einer relativen Länge von  $1/128$  bis  $1/4$ . Die maximale Länge des Guard Intervals kann in der Konsequenz  $532 \mu\text{s}$  betragen. DVB-T2 kann in Kanälen mit Bandbreiten von 1,7 MHz, 5 MHz, 7 MHz, 8 MHz und 10 MHz angewendet werden.

DVB-T2 unterstützt die Idee einer Standardfamilie aus DVB-C2 (C: Cable), DVB-S2 (S: Satellite) und DVB-T2 unter anderem dadurch, dass es die anfangs bei DVB-S2 eingesetzte Fehlerschutzcodierung verwendet.

Eine Vielzahl innovativer Ideen ist in die DVB-T2-Spezifikation aufgenommen worden. So werden z.B. Physical Layer Pipes (PLP) unterstützt. PLP 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, 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.

In SFNs arbeiten die einzelnen Sender bei Sendeleistungen von zum Beispiel nur 20 kW. 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. 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.

Es sollen hier nicht alle Neuerungen, die in DVB-T2 zu finden sind, vorgestellt werden. 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 bis zu 96 % führen – ohne dass man in leistungsfähigere oder mehr Sender investieren müsste und ohne die heute erlebbare Empfangsqualität (portabler Empfang drinnen und draußen, mobiler Empfang in Autos, stationärer Empfang) zu verringern. Damit – und durch Verwendung der aktuellsten Verfahren zur Datenratenreduktion von Videosignalen – werden terrestrische Netze unter anderem in die Lage versetzt, HDTV-Programme in praktisch derselben Vielfalt auszustrahlen, die derzeit mit Programmen konventioneller Bildqualität üblich ist. 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 Technischen Universität Braunschweig vielfältig durchgeführt. Ändert man gegenüber DVB-T die Datenrate pro Kanal nicht und nutzt die Einführung von DVB-T2 bei unveränderten Sendernetz-Konfigurationen nur zur Verbesserung der Versorgung, so kann man die versorgte Fläche in etwa verdoppeln.

### **3 Einführungsstrategien und Migrationsszenarien von DVB-T nach DVB-T2**

Ein wichtiges Ziel des Modellversuchs ist es, Vorschläge für eine mögliche Einführungsstrategie des DVB-T2-Systems in Deutschland zu erarbeiten und dabei auch die gegebenenfalls erforderlichen Migrationsszenarien von DVB-T zu DVB-T2 zu entwickeln. Im Verlauf der Projektratssitzung am 24. Februar 2010 wurde Prof. Reimers gebeten, einen ersten Vorschlag hierfür zu erarbeiten.

#### **3.1 Möglichkeiten für DVB-T2 in Deutschland**

Im Rahmen der Projektratssitzung am 15. April 2010 präsentierte Prof. Reimers seinen Vorschlag mit dem Titel: „Möglichkeiten der Einführung von DVB-T2 in Deutschland“ [4], in dem er unter anderem die folgenden 6 Optionen für die mögliche Einführungsstrategie auflistet:

1. Keine DVB-T2-Einführung in Deutschland.
2. Wiederholung der Art des bereits erfolgten Umstiegs Analog/Digital. Wechsel von DVB-T auf DVB-T2 mit dem Service-Ziel HDTV.
3. Für DVB-T2 werden 2 UHF-Bedeckungen und Kanäle im Band III allokiert und es wird ein Simulcast ähnlich der Situation auf dem Satelliten ermöglicht. Das Service-Ziel ist HDTV.
4. Wie Option 2, aber mit einem anderen Service-Ziel, nämlich der Definition von DVB-T2 als universelles Rundfunk-Medium für Radio, SDTV, HDTV, Mobilfernsehen. Dann kann auch Band III für DVB-T2-Ausstrahlungen genutzt werden.
5. Wie Option 3, aber mit einem anderen Service-Ziel, nämlich der Definition von DVB-T2 als universelles Rundfunk-Medium für Radio, SDTV, HDTV, Mobilfernsehen. Dann kann auch Band III für DVB-T2-Ausstrahlungen genutzt werden.
6. Wie Option 3, aber mit der Zielsetzung, die Frequenzressourcen ausschließlich für mobile und portable Nutzung zur Verfügung zu stellen.

Die Media Broadcast GmbH präsentierte ihre Vorstellungen zur Einführung von DVB-T2 in Deutschland im Rahmen der Projektratssitzung am 22. Juni 2010 [5]. Das Unternehmen unterstützte grundsätzlich die in [4] vorgeschlagene Vorgehensweise zur DVB-T2-Einführung, legte jedoch einen ausgeprägten Schwerpunkt auf das Service-Ziel HDTV und stellte sich eine frühere Einführung vor.

Im Verlauf des Sommers 2010 entstand auf Basis der Vorschläge [4] und [5] nach umfangreichen Diskussionen unter den Projektpartnern das Dokument „DVB-T2 in Deutschland“ [6], welches am 20. September 2010 vom Projektrat beschlossen und als Diskussionsgrundlage an die Technische Konferenz der Landesmedienanstalten (TKLM), die Produktions- und Technikkommission von ARD, Deutschlandradio, ORF, SRG und ZDF (PTKO) sowie an die Bundesnetzagentur (BNetzA) weitergeleitet wurde. Am 3. Januar 2011 wurde das Dokument auch der Deutschen TV-Plattform übersandt. Mit Rückmeldungen rechnet der Projektrat im I. Quartal 2011. Kernaussagen des Vorschlages sind die Folgenden: DVB-T2

wird im Regelbetrieb ab 2014/2015 in Deutschland eingeführt. Die DVB-T-Netze werden inselweise über einen Simulcastbetrieb, der pro Insel nicht länger als zwei Jahre dauert, in DVB-T2 übergeleitet. Die Umstellung soll Ende 2018 abgeschlossen sein. Die Einführung von DVB-T2 wird ab Anfang 2011 kommuniziert. Ziel ist es, DVB-T2 als universell einsetzbares Rundfunkmedium für die Übertragung von Audio-, Daten- und Videosignalen zu nutzen, wobei die Qualität der Videosignale von SDTV bis HDTV (und gegebenenfalls auch bis zum stereoskopischen 3D) reicht.

### **3.2 Frequenzplanungen für DVB-T2**

Als Vertreter des Norddeutschen Rundfunks (NDR) hat Dr. Ladebusch sowohl eine Analyse der möglichen für DVB-T2 nutzbaren Frequenzressourcen in Deutschland erstellt [7] als auch einen Vorschlag für ein Migrationsszenario von DVB-T zu DVB-T2 entwickelt [8]. Ein Umstieg soll inselweise zunächst in den Ballungsräumen beginnen. Der gesamte Umstieg erstreckt sich über den Zeitraum von 2014 – 2018, wobei eine Simulcastphase (also die Zeit der parallelen Ausstrahlung von DVB-T und DVB-T2) nicht länger als 24 Monate dauern soll. Es wird bei der Planung davon ausgegangen, dass die bisher für das System DVB-H bereitgestellten Ressourcen zur Verfügung stehen und dass eine Bereitschaft zur Verlegung von Kanälen vorhanden ist. In einzelnen Ballungszentren sollen sechs DVB-T-Kanäle bei der Umstellung direkt in fünf DVB-T2-Kanäle überführt werden. Fünf temporäre DVB-T-Sender sollen im Simulcastbetrieb mit halber Leistung während der Umstellungsphase zusätzlich betrieben werden. In dieser Phase müssen die Nutzer einen Sendersuchlauf durchführen, so dass von modernen Geräten auch die DVB-T2-Sender gefunden werden. In der Endphase stehen dann wieder sechs DVB-T2-Bedeckungen zur Verfügung.

## **4 Das DVB-T2-Pilotnetz**

Für die Durchführung von Messungen und zur Verifikation des DVB-T2-Standards wurde im Rahmen des Modellversuchs bereits am 30. September 2009 ein DVB-T2-Versuchsnetz mit zwei Senderstandorten in Betrieb genommen. Es umfasst die Standorte Rosengarten und Lüneburg in einem Gebiet südlich von Hamburg. Der Betreiber des Netzes ist die Media Broadcast GmbH. Für das Versuchsnetz wurde der UHF-Kanal 48 zugeteilt. Nachdem in der Startphase nur ein MFN-Betrieb möglich war, konnte im Verlauf des Projekts mit zunehmender Weiterentwicklung der Geräte das Netz auf SFN, Multiple-PLP und MISO erweitert werden.

### **4.1 Konzept des Versuchsnetzes**

Zu Beginn des Projekts wurde ein Konzept für ein Versuchsnetz erarbeitet, mit dem die Funktionalitäten und die technischen Möglichkeiten von DVB-T2 erprobt werden können. Zur Versorgung des Netzes mit Video- und Audioinhalten dient ein Transportstromplayer, der diverse, vom Institut für Rundfunktechnik (IRT) erstellte, Transportströme ausspielen kann. In Abhängigkeit von den gewählten DVB-T2-Parametern stehen dabei unterschiedliche Transportströme zur Verfügung. Die zentrale Aufbereitung des DVB-T2-Signals übernimmt ein DVB-T2-Gateway, das für den SFN-Betrieb und für den Einsatz mehrerer PLPs notwendig ist. Die Signale des Gateways gelangen über ATM-Zuführungsnetze oder Richtfunkstrecken zu den beiden Sendern. Das Versuchsnetz kann auch im DVB-T-Modus betrieben werden, so dass ein direkter Vergleich von DVB-T und DVB-T2 möglich ist. Zur Vereinfachung der Messungen und zur Erprobung von Multiple Physical Layer Pipes (M-PLP) wurde ab Dezember 2010 das Netz von Single-PLP auf 8-PLPs erweitert. Auf diese Weise können gleichzeitig mehrere Messungen ohne Änderung der Senderparameter durchgeführt werden. In dem Dokument „DVB-T2-Netzkonzept“ [9] ist das Versuchsnetz in einer Übersicht dargestellt.

Neben dem Aufbau der Infrastruktur wurde auch ein Konzept erarbeitet, wie Störungen und Änderungen im Netz kommuniziert werden, so dass sich Projektbeteiligte vor geplanten Messungen über den aktuellen Status informieren können. Ausgewählte Projektteilnehmer werden zudem im Störfall per E-Mail informiert.

### **4.2 Status des Sendernetzes und der Infrastruktur**

Im Sommer 2010 fand das „Multiple-PLP Plug-Fest“ für DVB-T2-Modulatoren und DVB-T2-Gateways statt, bei dem die Hersteller die Funktionalitäten der Geräte untereinander testeten. Kurz nach dem Plug-Fest standen erste Modulatoren und Gateways zur Verfügung, die Multiple-PLP und MISO unterstützen. Bevor die beiden Sender im Versuchsnetz umgerüstet werden konnten, mussten zunächst umfangreiche Labortests durchgeführt werden. Anfang Dezember 2010 konnte dann die Umrüstung des Versuchsnetzes auf

Multiple-PLP und MISO erfolgen. Der aktuelle Status des Netzes sowie die ersten Messergebnisse zu Multiple-PLP sind im Dokument „Inbetriebnahme der MPLP-MISO-DVB-T2-Aussendungen im DVB-T2-Nord-Projekt“ [10] dargestellt.

### **4.3 Online-Betriebstagebuch**

Da bei anstehenden Messungen im Versuchsnetz Informationen über den aktuellen Status der beiden DVB-T2-Sender und über die eingestellten Parameter zur Verfügung stehen müssen, wurde ein Online-Betriebstagebuch eingeführt, das unter der Webseite „<http://www.ifn.ing.tu-bs.de/dvb-t2-status>“ eingesehen werden kann. Das Dokument „DVB-T2-Statustagebuch“ [11] gibt einen Einblick in dieses Tagebuch.

## **5 Technische Untersuchungen zu DVB-T2**

Die technischen Untersuchungen zu DVB-T2 stellen einen integralen Bestandteil des Modellversuches dar, der in der Arbeitsgruppe „Messen“ behandelt wird. In Abschnitt 5.1 werden die Struktur und die Aufgaben dieser Gruppe genauer erläutert. Abschnitt 5.2 listet wichtige Zwischenergebnisse der dort durchgeführten Arbeiten auf.

### **5.1 Arbeitsgruppe „Messen“ und Aktivitäten der Gruppe**

Die Arbeitsgruppe „Messen“ befasst sich mit den technischen Details des Modellversuches. Intern strukturiert sich die Gruppe in weitere Untergruppen, die spezielle Themenbereiche wie Videocodierung oder DVB-T2-Parametersätze bearbeiten. Das Dokument „Status AG Messen“ [12] zeigt die Untergruppen mit ihren Aufgaben und den aktuellen Status der jeweiligen Arbeitsgruppe.

### **5.2 Theoretische Betrachtungen, Labormessungen und Feldmessungen**

#### **5.2.1 Codiergewinn durch H.264 im Vergleich zu MPEG-2**

Die Verwendung einer aktuellen Videocodierung kann die benötigte Datenrate im Vergleich zur bei DVB-T verwendeten MPEG-2-Videocodierung (bei gleicher subjektiver Bildqualität) deutlich senken. Das Dokument „Untersuchungen zum Codiergewinn von H.264/AVC“ [13] fasst die Ergebnisse verschiedener Studien zusammen und gibt Empfehlungen für mögliche Videodatenraten bei unterschiedlichen Systemkonfigurationen.

#### **5.2.2 DVB-T2-Parametersätze**

Der DVB-T2-Standard ermöglicht theoretisch mehr als eine Million möglicher Parameterkonfigurationen. Im Rahmen des Pilotprojektes wurden hieraus 11 verschiedene Parametersätze entwickelt [14]. Diese Parameter sind keine für einen möglichen Regelbetrieb vorgesehenen Parameter, sondern ermöglichen eine gezielte Untersuchung der Leistungsfähigkeit des DVB-T2-Standards. Diese Parametersätze wurden nach Auswertung der ersten Feldmessungen durch drei weitere Parametersätze ergänzt [15], so dass insgesamt 14 Parametersätze zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit von DVB-T2 zur Verfügung stehen.

#### **5.2.3 Bewertung der DVB-T2-Funktionalitäten**

Bereits DVB-T bietet eine große Anzahl von möglichen Parameter-Konfigurationen, die bei DVB-T2 noch deutlich gesteigert wurde. Diese Parameter können für eine leistungsfähige

Konfiguration jedoch nicht unabhängig voneinander gewählt werden, da erhebliche Abhängigkeiten zwischen einzelnen Parametern bestehen. Im Rahmen des Modellversuchs wurde daher das Dokument „Bewertung der DVB-T2-Funktionalitäten“ [16] erstellt, das die Abhängigkeiten zwischen einzelnen Parametern erläutert und die von DVB-T2 angebotenen Funktionalitäten bewertet. Gleichzeitig wird der Einfluss unterschiedlicher Parameter auf die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems aufgezeigt. [16] ist als „lebendes Dokument“ konzipiert. Es ist zudem geplant, die Bewertung der einzelnen Funktionalitäten durch die Ergebnisse aus dem Feldversuch ständig zu aktualisieren.

#### **5.2.4 DVB-T2-Simulationsergebnisse im Mobilkanal**

Die Untersuchung der Leistungsfähigkeit von DVB-T2 beim Mobilempfang ist ein wichtiger Punkt im Rahmen des Modellversuchs. Zur Einschätzung der maximal erzielbaren Leistungsfähigkeit werden jedoch theoretische Werte benötigt, die nur durch Simulationen gewonnen werden können. Das Dokument „Simulationsergebnisse im Mobilkanal“ [17] zeigt hierzu Simulationsergebnisse für ausgewählte Modi von DVB-T und DVB-T2 im Mobilkanal.

#### **5.2.5 Verwendung von M-PLP (Multiple Physical Layer Pipes)**

Die Ausstrahlung von Daten in verschiedenen Robustheitsklassen ermöglicht bei DVB-T2 die Unterstützung verschiedener Nutzungsarten (z.B. Radio mit großer Robustheit, HDTV optimiert auf Dachantennenempfang) innerhalb eines DVB-T2-Signals. Die Nutzung des M-PLP-Konzeptes von DVB-T2 ist hierbei unerlässlich. Hierzu wurde bei einem Treffen in Berlin ein Parametersatz [18] zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit von M-PLP entwickelt.

#### **5.2.6 Messsystem auf Basis einer Audiomessmethode**

Um das Verhalten von Empfängern für digitale Dienste in verschiedenen Übertragungssituationen zu beurteilen, benötigt man eine objektive Messgröße, die mit der subjektiven Qualität des momentanen Empfangs übereinstimmt. Bisher wurden je nach Übertragungssystem z. B. Bitfehlerraten (Bit Error Rate - BER) und Transportstromfehler (TS-Fehler) für eine Beurteilung eingesetzt. Diese Messgrößen sind zwar gut geeignet für die Beschreibung der Empfangsqualität, haben aber den Nachteil, dass man sie bei handelsüblichen Geräten der Unterhaltungselektronik nicht auslesen kann. Daher wird im Dokument „Messsystem zur Beurteilung der Übertragungsqualität bei digitaler Audiokodierung“ [19] ein Messsystem vorgestellt, das anhand von Audiodaten, die an jedem Empfangsgerät verfügbar sind, mögliche Übertragungsfehler erkennen und auswerten kann.

#### **5.2.7 IRT-Labormessungen**

Die Leistungsfähigkeit realer Empfänger weicht aufgrund von Implementierungsverlusten oft deutlich von der durch Simulationen ermittelten theoretischen Leistungsfähigkeit ab. Insbesondere zur Beurteilung von im Feld gemessenen Daten sind daher

Vergleichsmessungen im Labor unerlässlich. In dem Dokument „IRT-Labormessungen“ [20] sind die Messergebnisse der innerhalb des Modellversuchs definierten DVB-T2-Parametersätze für verschiedene Übertragungskanäle zusammengefasst.

### **5.2.8 Messbericht der Arbeitsgruppe Messen**

Neben Labormessungen wurden innerhalb der Arbeitsgruppe auch umfangreiche Messungen im Feld durchgeführt, bei denen das für den Modellversuch aufgebaute DVB-T2-Testnetz im Raum Hamburg verwendet wurde. Das Dokument „Messbericht und Funktionstest im DVB-T2-SFN Norddeutschland“ [21] beschreibt ausführlich den Messaufbau und die erzielten Messergebnisse. Insbesondere konnten die im Labor gemessenen Werte im Feld bestätigt werden.

### **5.2.9 Messbericht zum DVB-T2-Analysesystem PerMIT**

Messungen der Leistungsfähigkeit sind ein elementarer Bestandteil des Modellversuches. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Rundfunktechnik hat das Schweizer Unternehmen ENKOM Inventis die Leistungsfähigkeit ihrer Messsoftware PerMIT-DVB-T2 untersucht. Die Ergebnisse dieser Messungen sind im Dokument „Labormessungen DVB-T2“ [22] zusammengefasst.

## 6 Öffentlichkeitsarbeit und Projekttreffen

### 6.1 Regelmäßige Treffen des Technischen Fachausschusses

Zur Abstimmung innerhalb des Projekts und zur Koordination finden neben regelmäßigen Treffen des Projektrates auch regelmäßige Treffen des Technischen Fachausschusses statt. Der Technische Fachausschuss hat bis zum Ende des Jahres 2010 neunmal getagt. An den Treffen des Technischen Fachausschusses nehmen neben den Mitgliedern des Projektrates auch zahlreiche Projektpartner und Gäste teil. Als Gäste werden alle Institutionen bezeichnet, die nicht dem Projektrat angehören. Die Treffen werden vom Institut für Nachrichtentechnik der TU Braunschweig ausgerichtet. Innerhalb dieser Treffen werden u. a. aktuelle Themen, Ergebnisse aus Messungen und Simulationen, Arbeitspläne und Berichte besprochen. Die folgende Auflistung zeigt einen Ausschnitt der Themen der letzten Treffen.

- Stand des Modellversuchsnetzes
- Bericht über die Aktivitäten der AG Messen
- Frequenzplanungen zu DVB-T2
- Berichte und Vorstellung zu aktuellen Arbeitsthemen
- DVB-T2 im Ausland
- Zulieferungen von Gästen zum Projekt
- Anstehende Aufgaben
- Themen für ein nächstes Treffen
- Verschiedenes

### 6.2 Teilnehmer der Treffen

An den regelmäßigen Treffen des Technischen Fachausschusses nehmen durchschnittlich 30 Teilnehmer teil. Die gesamte Teilnehmerliste umfasst zum Jahresende 2010 51 Teilnehmer, die den folgenden Firmen, Rundfunkanstalten, Medienanstalten, Netzbetreibern, Instituten und Regulierern angehören.

- Firmen (Gerätehersteller): 2Wcom, Enensys Technologies, ENKOM Inventis, Funke Digital, Harris, Hirschmann Car, Loewe, Panasonic, PCTV Systems, Rohde & Schwarz, Sony, Technisat, Volkswagen
- Rundfunkanstalten: Bayerischer Rundfunk (BR), Cologne Broadcasting Center (CBC, RTL), Hessischer Rundfunk (HR), Norddeutscher Rundfunk (NDR), ProSiebenSat.1 Media AG (Pro7Sat.1), Radio Bremen, Rundfunk Berlin-Brandenburg (rbb), Zweites Deutsches Fernsehen (ZDF)
- Netzbetreiber: Media Broadcast GmbH, Österreichische Rundfunksender GmbH & Co. KG (ORS)

- Institute: Institut für Nachrichtentechnik der TU Braunschweig (IfN), Institut für Rundfunktechnik (IRT)
- Regulierer: Arbeitsgemeinschaft der Landesmedienanstalten (ALM), Medienanstalt Hamburg/Schleswig-Holstein (MA HSH), Niedersächsische Landesmedienanstalt (NLM), Niedersächsische Staatskanzlei
- Verbände: Verband Privater Rundfunk und Telemedien e.V. (VPRT)

Die Teilnehmerliste [23] zeigt exemplarisch den Stand beim Treffen des Technischen Fachausschusses im November 2010.

### **6.3 Zulieferung der Teilnehmer (Gäste) zum Projekt**

Wie bereits beschrieben, sind im Technischen Fachausschuss auch zahlreiche Projektpartner und Gäste vertreten. Zu den Gästen zählen unter anderem auch diverse Gerätehersteller. Alle Gäste, die sich am Projekt beteiligen, sind verpflichtet, einen Beitrag in Form von Know-How oder Geräten zuzuliefern. Zum Jahresende 2010 hat bereits ein großer Teil der Gäste einen Beitrag geliefert, so dass dem Projekt zwölf DVB-T2-fähige IDTV-Geräte, vier Set-Top-Boxen und vier DVB-T2-USB-Sticks zur Verfügung stehen. Auch Messgeräte, Messsoftware und DVB-T2-Signalgeneratoren wurden eingebracht. Die Geräteübersicht [24] zeigt alle zum Jahresende 2010 im Projekt verfügbaren Geräte, wobei es sich hierbei nicht in jedem Fall um Zulieferungen der Gäste handelt.

### **6.4 Internetauftritt des Projekts**

In der Anfangsphase des Modellversuchs wurde die Erprobung von DVB-T2 noch nicht öffentlich gemacht, um den DVB-T-Markt nicht zu verunsichern. Erst im Frühjahr 2010 entschied der Projektrat, das Projekt auch im Internet vorzustellen. Dazu wurde die Domäne „DVB-T2-Nord.de“ registriert. Der Internetauftritt des Modellversuchs DVB-T2 in Norddeutschland beschreibt in einer Einführung die Grundlagen zum Projekt. Er bietet einen Überblick über aktuelle Themen und über die Projektstruktur. Weiterhin werden Hintergrundinformationen zu DVB-T2 und zum Sendernetz (Versuchsnetz) bereitgestellt. Das Dokument [25] zeigt eine Kurzvorstellung des Internetauftritts. Die aktuellen Seiten können unter dem Link „<http://www.DVB-T2-Nord.de>“ abgerufen werden.

### **6.5 Pressemitteilungen**

Im Frühjahr 2010 führte Herr Fischer von der Niedersächsischen Landesmedienanstalt für die Zeitschrift Digitalmagazin ein Interview [26], in dem er den DVB-T2-Modellversuch in Niedersachsen vorstellt und neue Möglichkeiten von DVB-T2 darlegt. Weiterhin wurde von der Niedersächsischen Landesmedienanstalt eine erste Pressemitteilung am 24.02.2010 mit dem Titel „Technischer Versuch zur Optimierung von DVB-T gestartet“ [27] veröffentlicht, in der ebenfalls der Modellversuch vorgestellt wird.

## 7 Weitere Ziele des Projekts

Im weiteren Verlauf des Modellversuches sollen vor allem drei Ziele verfolgt werden:

1. Fortführung der technischen Evaluation von DVB-T2. Insbesondere sollen in der ersten Jahreshälfte 2011 die tatsächlich mittels der in Abschnitt 2 genannten Physical Layer Pipes realisierbaren Versorgungsziele getestet werden. Anschließend soll das MISO-Verfahren erprobt werden. Dieses verspricht eine Verbesserung der Versorgungsqualität in Single Frequency Networks. In der Schlussphase des Modellversuchs soll dann auf der Basis der Untersuchungsergebnisse ein Gesamtvorschlag für eine Parametrierung von DVB-T2-Netzen in Deutschland entwickelt werden.
2. Der Modellversuch spielt derzeit eine entscheidende Rolle bei der Definition der Einführungsstrategie für DVB-T2 in Deutschland. In den kommenden Monaten werden die relevanten Marktpartner in Deutschland vermutlich vor dem Hintergrund des in Abschnitt 3.1 referenzierten Dokumentes [6] abgestimmte Positionen zur Art und zum Zeitpunkt der Einführung von DVB-T2 in Deutschland erarbeiten. Der Modellversuch wird die darauf aufbauende Präzisierung des Einführungsszenarios vorantreiben und sich in die erforderlichen bundesweiten Gespräche einbringen.
3. Derzeit liegen bereits Vorschläge für die Frequenzressourcen vor, die für die Einführung von DVB-T2 genutzt werden könnten. Im weiteren Verlauf des Modellversuchs wird es darum gehen, diese ersten Planungen zu konsolidieren – natürlich in Zusammenarbeit mit den relevanten Organisationen außerhalb Norddeutschlands.

## 8 Literatur- und Dokumentenverzeichnis

Diese Dokumente sind nur über die Autoren beziehbar.

- [1] Thorsten Mann-Raudies/Dr. Tilman Lang: Renaissance der Antenne, Abschlussbericht des Projektes DVB-T Norddeutschland, Vistas Verlag (2005).
- [2] Verordnung über einen Modellversuch zur Optimierung des digitalen terrestrischen Rundfunkübertragungsverfahrens Digital Video Broadcasting Terrestrial (DVB-T) vom 19. Juni 2009 (Nds.GVBl. Nr.15/2009 S.287) - VORIS 22620.
- [3] Reimers, U.: Weiterentwicklung des Digitalen Fernsehens (DVB) – die DVB-x-Systeme. In: Jahrbuch 2009 der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, Braunschweig (2010), S. 141 bis 150.
- [4] Reimers, U.: Möglichkeiten der Einführung von DVB-T2 in Deutschland.  
Dokument: 2010-05-28\_Einführungsstrategie\_für\_DVB\_T2\_IfN.ppt
- [5] Fank, H.: Weiterentwicklung DVB-T, Neue Marktchancen für terrestrisches TV.  
Dokument: 2010-08-25\_DVB-T2\_Präs\_für\_TFB\_Braunschweig.pdf
- [6] Reimers, U.: DVB-T2 in Deutschland.  
Dokument: 2010-09-20\_Einführung von DVB T2.doc
- [7] Ladebusch, U.: Ergebnisvorschlag UHF-Planung mit Migration.  
Dokument: 2010-03-22\_UHF-Vorschlag\_bundesweit\_mit\_Migration\_220310.ppt
- [8] Ladebusch, U.: Migrationsszenario DVB-T2 Norddeutschland.  
Dokument: 2010-11-19\_DVB-T2-MigrationsszenarioNorddeutschland\_NDR.pdf
- [9] Media Broadcast: DVB-T2-Netzkonzept  
Dokument: 2010-12-31\_DVB-T2-Netzkonzept\_MB.pdf
- [10] Burow, R./Kattanek, F.: Inbetriebnahme der MPLP–MISO DVB-T2 Aussendungen im DVB-T2 Nord Projekt am 6.12.2010.  
Dokument: 2011-01-21\_Inbetriebnahme\_MPLP.pdf
- [11] Media Broadcast: DVB-T2-Statustagebuch.  
Dokument: 2010-12-31\_status\_dvbt2\_sender.pdf
- [12] Fank, H.: Status AG Messen.  
Dokument: 2010-11-19\_T2N\_FBeirat\_status46\_10.ppt
- [13] Institut für Rundfunktechnik: Untersuchungen zum Codiergewinn von H.264/AVC.  
Dokument: 2010-09-24\_IRT\_Ergebnisse\_Codiergewinn\_VS\_V1.pdf]

- [14] Robert, J.: Tabelle mit DVB-T2-Testparametersätzen  
Dokument: 2010-08-04\_Tabelle\_von\_Testparametern-T2.xls
- [15] Robert, J.: Gründe für die Definition der Ergänzungsmodi.  
Dokument: 2010-08-04\_Erläuterung\_zur\_Definition\_neuer\_Parameter.pdf
- [16] Robert, J.: Bewertung der DVB-T2-Funktionalitäten.  
Dokument: 2010-12-07\_Bewertung\_der\_T2\_Funktionalitäten\_2.0.pdf
- [17] Robert, J.: Simulationsergebnisse im Mobilkanal.  
Dokument: 2010-10-05\_Simulationsergebnisse\_Mobilkanal\_QPSK.pdf
- [18] Protokoll Parameter-Treffen in Berlin.  
Dokument: 2010-06-03\_Protokoll\_MPLP-Treffen\_Berlin.pdf
- [19] Schramm, R.: Messsystem zur Beurteilung der Übertragungsqualität bei digitaler Audiokodierung.  
Dokument: 2010-09-24\_IRT\_Messsystem\_auf\_Audio-Basis\_RS\_V1.pdf
- [20] Institut für Rundfunktechnik: IRT-Labormessungen  
Dokument: 2010-12-10\_IRT\_Labormessungen\_RP\_V3.pdf
- [21] Burow, R./Eulig, N./Kattanek, F./Pulsmeier, M./Robert, J.: Messbericht und Funktionstest im DVB-T2-SFN Norddeutschland.  
Dokument: 2011-01-31\_Messbericht\_Nord\_v1\_4.pdf
- [22] ENKOM Inventis AG: „Labormessungen DVB-T2“.  
Dokument: 2010-07-15\_Messbericht\_PerMIT-DVBT2\_Enkom\_HR420021\_V1.pdf
- [23] Teilnehmerliste der Sitzung des technischen Fachausschusses vom 19.11.2010.  
Dokument: 2010-11-19TeilnehmerTechnikrundeDVBT-2.pdf
- [24] Geräteübersicht über die im Projekt vorhandenen DVB-T2-Geräte.  
Dokument: 2011-01-20\_T2\_Hardware-Liste\_IRT\_MB\_IfN\_NDR\_3.0.xls
- [25] Kurzvorstellung des Internetauftritts des Modellversuchs DVB-T2 in Norddeutschland.  
Dokument: 2010\_Internet\_DVB-T2\_Nord.ppt
- [26] Fischer, A.: DVB-T2-Modellversuch in Niedersachsen – „Terrestrik muss für Verbraucher attraktiv bleiben“. Interview Digitalmagazin Nr1091, 05. März 2010.  
Dokument: 2010-03-05\_Digitalmagazin\_Interview\_Fischer.pdf
- [27] Niedersächsische Landesmedienanstalt Pressemitteilung: Technischer Versuch zur Optimierung von DVB-T gestartet.  
Dokument: 2010-02-24\_Pressemitteilung.pdf