

---

# Konvergenz von Rundfunk und Mobilfunk

Entwicklungsszenario zur Übertragung multimedialer Inhalte  
an portable und mobile Endgeräte in Deutschland

---

**AG: M3 – MultiMedia Mobil**

Bericht der Themengruppe 3.1  
„Infrastruktur“

**Deutsche TV-Plattform e.V.**

(Stand: 26.06.2006)

**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 Inhalte- und Diensteanbieter, Service-Provider und Unternehmen der Geräteindustrie, 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 Meinungsaustausch 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 Beteiligten gleichermaßen gerecht werden.

In diesem Sinne hat die TV-Plattform die Aufgabe übernommen, die an der Konvergenz von Rundfunk und Mobilfunk Beteiligten in der AG: "M3 – MultiMedia Mobil" zusammen zu bringen. Mit dem vorliegenden Bericht legt die Themengruppe M3.1 „Infrastruktur“ der Arbeitsgruppe M3 nicht nur eine Bestandsaufnahme der aktuellen Situation vor, sondern analysiert auch Technik und mögliche Marktchancen und entwickelt daraus eine mögliche „VISION Mobile Broadcast“.

**Herausgeber:**

Deutsche TV-Plattform e.V.  
Stresemannallee 19, c/o ZVEI  
60596 Frankfurt am Main  
[www.tv-plattform.de](http://www.tv-plattform.de)

**Inhaltliche Bearbeitung:**

Arbeitsgruppe M3.1: „Infrastruktur“ der AG: M3 – MultiMedia Mobil  
Arbeitsgruppe der Deutschen TV-Plattform  
Leitung: Richard Frischholz, T-Systems Media&Broadcast, Bonn

**Redaktionelle Bearbeitung und Layout:**

Referat Öffentlichkeitsarbeit, Dr. Michael Thiele

# Inhaltsübersicht

	<b>Management Summary .....</b>	<b>04</b>
<b>1.</b>	<b>Rundfunksysteme .....</b>	<b>06</b>
1.1	<b>Ausgangssituation der Frequenzverfügbarkeit .....</b>	<b>06</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VHF-Band (Band III)</li> <li>• UHF-Band (Band IV/V)</li> <li>• L-Band</li> </ul>	
1.2	<b>Technologien .....</b>	<b>08</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DMB</li> <li>• DVB-H und IP – Datacast</li> <li>• eDAB / DXB</li> </ul>	
1.3	<b>Vergleichende Betrachtungen .....</b>	<b>11</b>
1.4	<b>Entwicklungsszenario .....</b>	<b>13</b>
1.5	<b>Die Rundfunkstandards im Detail .....</b>	<b>14</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DVB-H</li> <li>• IP Datacast</li> <li>• DMB</li> <li>• eDAB / DXB</li> </ul>	
1.6	<b>Protokollschichten im Vergleich .....</b>	<b>26</b>
<b>2.</b>	<b>Mobilfunksysteme .....</b>	<b>27</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GSM, HSCSD</li> <li>• GPRS, EDGE</li> <li>• UMTS</li> <li>• HSDPA, HSUPA, E-UTRAN</li> <li>• MBMS</li> </ul>	
<b>3.</b>	<b>Neue drahtlose Übertragungssysteme .....</b>	<b>34</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WLAN</li> <li>• UMA</li> <li>• UWB</li> <li>• WIMAX</li> <li>• Flash OFDM</li> </ul>	
<b>4.</b>	<b>Vision „Mobile Broadcast“ .....</b>	<b>37</b>
<b>5.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>41</b>
5.1	<b>Übersichtsmatrix der technischen Parameter gemäß Standardisierung .....</b>	<b>41</b>
5.2	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>42</b>
5.3	<b>Mitwirkende der Arbeitsgruppe .....</b>	<b>44</b>

## Management Summary

Mit DMB und DVB-H stehen neben UMTS zwei weitere Standards für die Einführung mobiler, multi-medialer Dienste wie Mobile TV zur Verfügung. Es stellt sich nunmehr die Frage, wie in Deutschland langfristig die Konvergenz von Mobilfunk und Rundfunk gestaltet werden kann.

Vielfältige Aspekte sind dabei zu berücksichtigen, die sowohl die Technologie und die Verfügbarkeit von Frequenzen als auch Fragen der Geschäftsmodelle und der Gestaltung eines langfristig entwicklungsfähigen offenen Marktes betreffen.

## Gegenüberstellung DMB – DVB-H

DMB basiert auf dem DAB-Standard und setzt auf das DAB-Übertragungsverfahren auf.

Durch die Spezifizierung eines Videodienstes wurde mit DMB die Möglichkeit geschaffen, in einem DAB/DMB Multiplex mit einer Bandbreite von ca. 1,7 MHz bis zu 5 Fernsehprogramme à 200 kbit/s zu übertragen. Interaktivität ist im DMB-Standard bisher nur eingeschränkt möglich. Dies kann erst mit der Implementierung der IP-Fähigkeit im derzeit laufenden DXB-Projekt überwunden werden.

DVB-H ist eine Erweiterung des DVB-T Standards und ermöglicht in einem Multiplex mit einer Bandbreite von ca. 8 MHz je nach Datenrate und Übertragungsparametern eine Übertragung von 9- 15 Fernsehprogrammen à 384 kbit/s (mit QPSK 1/2 bzw. 2/3) oder bis zu 25 Fernsehprogrammen à 384 kbit/s (mit 16-QAM 1/2). Durch Anwendung von statistischem Multiplex kann die Anzahl der Programme weiter erhöht werden

## Verfügbarkeiten

Während DVB-H im UHF und VHF – Band, d.h. in den gleichen Frequenzbereichen wie DVB-T, betrieben werden kann, kann bei DMB wie bei DAB neben dem VHF – Band auch das L-Band zur Übertragung verwendet werden. In Deutschland wurden seinerzeit mehrere Versorgungsbedeckungen für DAB im L-Band eingeplant, die bisher für DAB nicht genutzt wurden und die daher sofort für DMB zur Verfügung stehen.

Dagegen müssen für eine endgültige Netzplanung für DVB-H zuerst die Ergebnisse der dieses Jahr stattfindenden Frequenzplanungskonferenz RRC06 abgewartet werden. Ein Start von DVB-H im „Wirkbetrieb“ wird daher frühestens im Jahre 2007 möglich sein.

Ähnlich wie bei der Frequenzverfügbarkeit gibt es auch bei der Verfügbarkeit der Endgeräte einen zeitlichen Vorsprung für DMB-Geräte. Durch die intensiven Entwicklungs- und Markteinführungsaktivitäten für DMB in Korea in den letzten Jahren gibt es dort auch die ersten, serien- und markt-reifen Endgeräte, z.B. von den Firmen Samsung und LG. Für den europäischen Markt ausgelegte Geräte sind auf dem deutschen Markt verfügbar. Allerdings kann im Zuge der Ergebnisse des DXB-Projekts noch ein Wechsel auf den neuen Stand eDAB in den kommenden Jahren bevorstehen, was dann neue, entsprechend weiterentwickelte Endgeräte erfordert würde.

Die Endgeräteentwicklung bei DVB-H hinkt gegenüber DMB zeitlich etwas hinterher. Erste Vorseriengeräte wurden in Berlin auf der IFA 2005 und auf der diesjährigen CeBIT in Hannover von verschiedenen Herstellern vorgestellt. Es ist aber davon auszugehen, dass zum Zeitpunkt einer Markteinführung von DVB-H im Jahre 2007 auch die entsprechenden Endgeräte auf dem Markt verfügbar sein werden. Erste serienreife Endgeräte sind bereits auf dem italienischen Markt verfügbar. Da die IP-Fähigkeit schon heute im Standard enthalten ist, ist bei DVB-H ein Wechsel des Standards bzw. der Endgeräte nicht notwendig.

## Eigenschaften / Eignung

Grundsätzlich scheinen nach derzeitigen Erkenntnissen beide Technologien gleichermaßen gut dafür geeignet zu sein, multimediale Inhalte auf portable und mobile Endgeräte zu übertragen.

Der Vorteil der größeren Übertragungsbandbreite bzw. Programmkapazität von DVB-H gegenüber DMB relativiert sich etwas, wenn man bedenkt, dass sich in der Bandbreite eines DVB-H-Multiplexes vier DMB-Multiplexe übertragen lassen.

Durch die IP-Fähigkeit von DVB-H und künftig auch von eDAB als Weiterentwicklung von DMB werden mittel- bis langfristig neben klassischen Rundfunkdiensten wie Fernsehen auch zunehmend interaktive Dienste auf den mobilen Endgeräten Einzug halten. Hierdurch steigt wiederum der Bedarf an Übertragungsbandbreite und an anforderungs- und bedarfsgerechte Sendernetze.

Durch die Kombination von Rundfunksystemen (DMB und DVB-H) mit Mobilfunksystemen (UMTS) werden künftig völlig neue Programmformate und Geschäftsmodelle möglich sein und so zur einer Wandlung der portablen Endgeräte vom Handy mit integriertem Rundfunkempfänger hin zum integrierten, interaktiven Informations- und Kommunikationsmedium führen.

## Einführungsszenario

Da sich DMB und DVB-H bezüglich der technischen Eignung grundsätzlich nicht viel unterscheiden, sind für die Einführung mobiler, multimedialer Dienste letztendlich folgende Faktoren entscheidend:

1. Die Kosten für das jeweilige Sendernetz und damit auch die dafür entstehenden Kosten für die Inhalteanbieter und die Nutzer
2. Die Verfügbarkeit von Frequenzen bzw. Übertragungskapazitäten
3. Die Verfügbarkeit von Endgeräten
4. Die Fähigkeit, sowohl Rundfunkdienste als auch interaktive Dienste abbilden zu können

Die zu erwartenden Sendernetzkosten für DMB und DVB-H differieren je nach Bezug und Berechnungsgrundlage. Dabei reicht das Verhältnis von Faktor 2 zu Gunsten von DVB-H im UHF-Band, d.h. DVB-H ist halb so teuer wie DMB im L-Band, bis hin zu gleichen Kosten von DMB und DVB-H, bezogen auf die Sendeleistung pro Datenrate.

So sind zunächst einmal die Verfügbarkeit von freien Frequenzen und von Endgeräten die entscheidenden Kriterien, die für einen Start von mobilen, multimedialen Diensten entscheidend sind und die offensichtlich auch beim Konsortium „Mobiles Fernsehen Deutschland“ zu einer Entscheidung zur Einführung von „Handy-Fernsehen“ über DMB geführt haben.

Nach dem erfolgreichen Start von DVB-H Pilotprojekten in Berlin und Hannover wird aber spätestens im Jahre 2007 auch der Aufbau erster regulärer Versorgungen mit DVB-H zunächst in Ballungsräumen erwartet.

Der mittel- bis langfristig erwartete ansteigende Bedarf an Übertragungsbandbreiten lässt erwarten, dass sich künftig beide Technologien etablieren werden und je nach Anforderungen der jeweiligen Anwendungen auch regionale und lokale Sendernetze aufgebaut werden.

Mittelfristige Zielsetzung sollte es auch unter dem Aspekt einer anfänglichen Marktfragmentierung aber sein, zu einer einheitlichen technologischen Basis zurück zu finden. Dafür bietet DXB eine gute Ausgangsposition. Da mobile Endgeräte durchschnittlich alle zwei bis drei Jahre erneuert werden, bietet sich mittelfristig die Möglichkeit, von T-DMB auf eDAB umzusteigen und ein Zusammenführen mit DVB-H auf multinormfähigen DXB-Endgeräten zu ermöglichen.

Auf diese mittelfristige Kompatibilität aufbauend und berücksichtigend, dass DVB-H und DMB in unterschiedlichen Frequenzbereichen in der Bundesrepublik im Markt sein werden, sollte sich die Endgeräteindustrie möglichst frühzeitig im Empfangs- und Chipbereich darauf einstellen.

# 1. Rundfunksysteme

## 1.1 Ausgangssituation bei der Frequenzverfügbarkeit

Die Konvergenz von Mobilfunk und Rundfunk zielt darauf ab, für die zeitgleiche Verteilung von Informationen inklusive Radio- und Fernsehprogrammen an eine große Nutzerzahl Rundfunktechnologien und damit heute dem Rundfunk zugeordnete Frequenzen zu nutzen.

Drei Frequenzbereiche bieten sich dafür an:

- VHF-Band (Band III)
- UHF-Band (Band IV/V)
- L-Band

### VHF-Band

Im VHF-Band ist heute je Bundesland eine DAB-Bedeckung<sup>1</sup> (K12, 223-230 MHz) verfügbar. Die vier Blöcke (je 1,5 MHz, 1,15 Mbit/s) dieses Kanals werden genutzt, um in jedem Bundesland im Rahmen eines solchen Blocks zumeist sieben bis neun landesweite digitale Radioprogramme zu übertragen.

Nach der RRC06 wird nach dem heutigen Abstimmungsstand im Band III überwiegend im K11 eine weitere DAB-Bedeckung je Bundesland zur Verfügung stehen. Darüber hinaus wird es im Band III eine weitere regionalisierte Bedeckung geben.

Inwieweit diese Übertragungskapazitäten für die Konvergenz von Mobilfunk und Rundfunk genutzt werden können, hängt weitgehend von der Nutzung durch das digitale Radio ab. Nach dem heutigen Diskussionsstand ist davon auszugehen, dass zwei bis drei Bedeckungen dafür benötigt werden, so dass in manchen Regionen wahrscheinlich nur der dritte, regionalisierte Kanal oder Teile davon für mobile Multimediadienste verfügbar ist.

Darüber hinaus steht gegenwärtig im VHF-Band in den DVB-T Gebieten ein DVB-T-Multiplex zur Verfügung, der durch die ARD genutzt wird. Nach der RRC06 wird dann im Band III eine nahezu flächendeckende bundesweite Bedeckung verfügbar sein, die an wenigen Stellen durch Frequenzen aus dem UHF-Bereich ergänzt werden kann. Es ist langfristig noch nicht entschieden, ob diese 7 MHz-breite DVB-T-Nutzung im VHF-Bereich auf Grund der im 16 QAM-Verfahren auftretenden Störungen in diesem Frequenzbereich beibehalten wird, oder ob statt dessen vier 1,5 MHz-breite DAB-/DMB-Nutzungen mit QPSK-Verfahren zum Einsatz kommen.

Der VHF-Bereich zeichnet sich gegenüber den anderen Frequenzbereichen durch eine gute Indoor-Versorgung aus. Jedoch hat sich gezeigt, dass durch Störungen mit wesentlich höheren Sendeleistungen als in den Planungen angenommen, agiert werden muss oder robustere Übertragungsverfahren zum Einsatz kommen müssen (QPSK). Die erforderliche Antennengröße übersteigt die Größe der Mobiltelefone, was nach derzeitigem Entwicklungsstand zu teleskopartigen Antennen führen würde.

---

<sup>1</sup> Eine DAB-Bedeckung wird in der Bundesrepublik aus einem Kanal einer Bandbreite von 7 MHz gebildet. Der Kanal wird in vier Blöcke je 1,5 MHz unterteilt, die dann in der Fläche auf Bundeslandgrenzen bezogen angeordnet werden.

## UHF-Band

Das UHF-Band wird heute ausschließlich für Fernsehen verwendet. In den DVB-T Startregionen stehen gegenwärtig im UHF-Band fünf Multiplexe zur Verfügung.

Darüber hinaus ist nach Aussagen der Bundesnetzagentur eine fast vollständige DVB-H Bedeckung (virtueller DVB-H Layer) unter der Voraussetzung möglich, dass die privaten Fernsehveranstalter keinen weiteren DVB-T Ausbau in der Fläche betreiben.

Jeder DVB-T Multiplex weist eine Übertragungskapazität von ca. 14 Mbit/s bei 16 QAM als Übertragungsverfahren auf. Zur Verbesserung der Robustheit der Empfangs auf mobilen Endgeräten verringert sich die Übertragungskapazität in einem Multiplex auf ca. 9 Mbit/s. Bei Einsatz des sehr robusten QPSK-Übertragungsverfahrens würde sich die nutzbare Datenrate auf ca. 5 Mbit/s reduzieren.

Von der RRC06 erwartet Deutschland nach dem gegenwärtigen Abstimmungsstand im UHF-Bereich fünf auf Landesgrenzen zugeschnittene Bedeckungen<sup>2</sup>, eine länderübergreifende Bedeckung sowie eine nicht flächendeckende Bedeckung im Bereich oberhalb von Kanal 60. Von diesen sind die länderübergreifende Bedeckung sowie eine auf Landesgrenzen bezogene Bedeckung durch die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten belegt, soweit sie die bisherigen Planungen der bundesweiten Ausstrahlung beibehalten, woran keine Zweifel bestehen. Von den restlichen vier auf Landesgrenzen bezogenen Bedeckungen sind drei in den DVB-T Startinseln den privaten Programmveranstaltern für mindestens vier bis fünf Jahre zugewiesen.

Die in der RRC06 abzustimmenden Bedeckungen werden jedoch erst mit dem vollständigen Abschalten der analogen Fernsehübertragung durch die ARD für eine digitale Nutzung frei. Die Übergangszeiträume werden ebenfalls nach der RRC06 festzulegen sein. Der öffentlich-rechtliche Rundfunk beabsichtigt, diese Abschaltung bis Ende 2007 weitgehend vorzunehmen.

Auch nach der RRC06 sollte es möglich sein, im Landesinneren weitere regionale Multiplexe abzustimmen.

Erhält Deutschland im Rahmen der RRC06 die angestrebten sechs Bedeckungen im UHF-Bereich und werden die DVB-T-Nutzungen aus dem VHF-Band nicht in das UHF-Band verlagert, so stehen bei gegenüber heute unveränderten DVB-T Planungen der öffentlich-rechtlichen und privaten Rundfunkanstalten eine bundesweite Bedeckung sowie weitere Multiplexe in manchen Regionen für eine zukünftige digitale Nutzung zur Verfügung. Dabei sind jedoch für eine hybride Nutzung in Mobilfunkendgeräten einige Randbedingungen zu berücksichtigen:

- Wegen der Interferenz zu dem GSM 900 Mobilfunknetzen sind für den Rundfunkempfang in mobilen Endgeräten möglichst Kanäle im unteren UHF-Bereich zu nutzen<sup>3</sup>.
- Die Rundfunkanstalten selbst bevorzugen wegen der besseren Reichweite Bedeckungen mit möglichst niedrigen Kanälen<sup>4</sup>.
- Der von ARD vorgeschlagene Tausch der DVB-T Bedeckung im Band III mit einer aus dem UHF-Bereich würde die durch RRC06 zusätzlich im UHF-Bereich mögliche Bedeckung für eine Nutzung von DVB-H in Mobilfunkgeräten blockieren.

<sup>2</sup> Eine DVB-T Bedeckung setzt sich aus mehreren Kanälen des zusammen, die entsprechend in der Fläche angeordnet werden.

<sup>3</sup> EICTA orientiert darauf, dass nur die unteren Kanäle bis einschließlich Kanal 49 zu nutzen sind. Inwieweit dies durch weitere Entwicklungen der Filtertechnik aufgeweicht werden kann, bleibt abzuwarten. Die Hersteller haben erkannt, dass damit wesentliche Flexibilität bei der Zuweisung von Übertragungsfrequenzen verloren geht. Gegenwärtig orientieren sich einige Hersteller auf Kanäle unterhalb des Kanals 56.

<sup>4</sup> Einige Dachantennensysteme sind nicht in der Lage, Kanäle oberhalb des Kanals 60 zu empfangen.

## L-Band

Im L-Band stehen heute zwei Bedeckungen zur Verfügung. Die so genannte Bedeckung nach Wiesbaden 1995 ist flächendeckend und weist regionalisierte Allotments unterhalb der Landesgrenzen aus. Die Bedeckung nach Maastricht 2002 hat weitgehend den gleichen regionalen Zuschnitt und führt in der Summe aller Allotments zu einer bundesweiten Bedeckung, die jedoch auch die Landesgrenzen abbildet. Während die Bedeckung nach Wiesbaden 1995 in einigen Regionen für die Ausstrahlung von lokalen DAB-Programmen genutzt wird, ist die L-Band-Bedeckung Maastricht 2002 derzeit ungenutzt und steht sofort zur Verfügung.

In den aufgebauten L-Band-Netzen hat sich die Erkenntnis eingestellt, dass die große Anzahl erforderlicher Sender zur Realisierung einer flächendeckenden Indoor-Versorgung unter Anwendung des bestehenden Geschäftsmodells (free to air), für den Rundfunk keinen wirtschaftlichen Betrieb dieser Netze erlaubt. Insofern sind andere Geschäftsmodelle (Pay oder Abo) einzusetzen, um die in diesem Frequenzbereich entstehenden Distributionskosten zu refinanzieren.

## 1.2 Technologien

Für den Einsatz im Rahmen der Konvergenz von Mobilfunk und Rundfunk stehen zwei rundfunkbasierte Technologien zur Verfügung.

- Digital Multimedia Broadcast (DMB), das auf dem DAB-Standard aufsetzt
- Digital Video Broadcast für Handhelds (DVB-H), das auf dem DVB-T Standard aufsetzt.

Daneben gibt es erste Ansätze der Harmonisierung, die darauf zielen, dass die multimedialen Anwendungen sowohl DVB-T/H als auch DAB als Rundfunktechnologie nutzen können. Entsprechende Anpassungsarbeiten von DAB hin zu eDAB (enhanced DAB) laufen in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten DXB-Projekt.

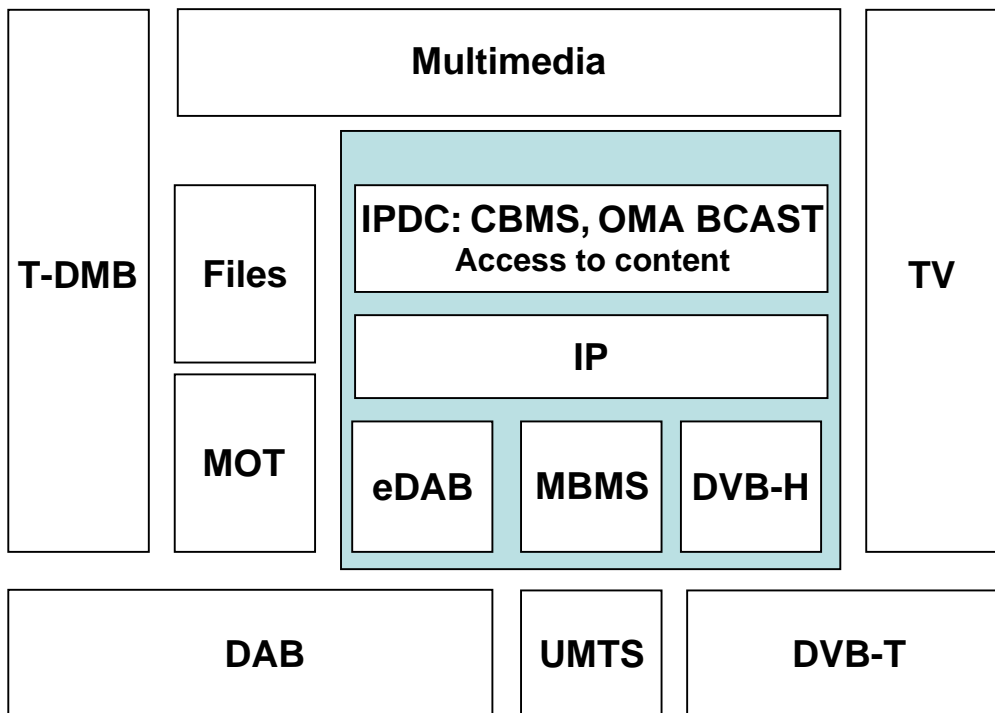


Abb. 1: Zuordnung der Technologien zueinander sowie zu den Übertragungsstandards, auf denen sie basieren.



## DMB

DMB wurde in seiner jetzigen Form auf der Basis von DAB in Korea weiterentwickelt. Es gibt zwei Ausprägungen:

- S-DMB, bei dem über Satellit ausgestrahlt wird und neben dem möglichen Direkt-empfang das Signal über Gap filler weitergeleitet wird (Nutzung des S-Bands).  
S-DMB ist seit Mai 2005 im kommerziellen Betrieb, angeboten werden sieben Fernsehprogramme und 20 Rundfunkprogramme. Endgeräte sind von mehreren koreanischen Herstellern verfügbar, von denen bis April 2006 ca. 450.000 Geräte verkauft wurden.
- T-DMB, bei dem eine terrestrische Ausstrahlung erfolgt.  
Belegt werden sechs DAB-Kanäle im Band III. Der Start des kommerziellen Betriebs erfolgte in Korea im Dezember 2005. Bis April 2006 wurden dort 50.000 Geräte verkauft.

Seit 12. Juli 2005 ist DMB von ETSI für den europäischen Markt standardisiert.

In Deutschland ist in Regensburg ein T-DMB Pilotversuch geplant. Aus Großbritannien sind technische Untersuchungen bekannt. Weitere europäische T-DMB Pilotversuche sind in Frankreich sowie für den Bereich Bodensee (Deutschland, Österreich und Schweiz) sowie in Südtirol (Deutschland, Österreich und Italien) für 2006 geplant.

Fast alle Landesmedienanstalten haben einen Block des L-Bandes an die Mobile Fernsehen Deutschland GmbH vergeben. Die Vermarktung beginnt Ende Mai 2006 in den Austragungsstädten der Fußball WM durch debitel.

Die Netze sollen danach sukzessive in die Fläche getrieben werden.

Die Videokodierung erfolgt bei T-DMB über H.264, die Audiokodierung erfolgt im asiatischen Raum über ER- BSAC, wird in Europa jedoch über HE- AAC erfolgen.

Für kostenpflichtige Angebote wird im Rahmen des S-DMB-Betriebes in Korea sowie des T-DMB Betriebes in Deutschland das Videosignal verschlüsselt, Basis dafür bietet das CA-System von Irdeto. T-DMB wird in Korea als Free-to-Air-Dienst angeboten.

Interaktivität ist gegenwärtig nur in einer einfachen Form möglich, Parallel zu den Streams können über die Features von DAB mehrere URLs mit Text versendet werden. Der Text kann in einem Fenster angezeigt werden, wodurch der Aufruf der entsprechenden Seite über das Mobilfunknetz erfolgt.

Alle bis dato im Rahmen der deutschen Pilotversuche angemeldeten Services können mit den im DAB-Standard festgelegten Werkzeugen durch die geplanten Endgeräte abgebildet werden.

Im Gegensatz zu DVB-H basiert T-DMB nicht auf einer IP-Übertragung.

Da T-DMB auf DAB aufsetzt, ist es auch auf die Nutzung der Frequenzbereiche für den digitalen Hörfunk ausgerichtet:

- Die Nutzung im L-Band ist möglich. Neben der sofort verfügbaren bundesweiten Bedeckung nach Maastricht 2002 steht mittelfristig auch die L-Band-Bedeckung nach Wiesbaden 1995 zur Verfügung. Die derzeitigen Hörfunknutzungen im L-Band (WI95) können nach der RRC06 vollständig in die 3 DAB-Bedeckungen (2x landesweit, 1x regionalisiert) im Band III umgeschaltet werden. Damit stehen im L-Band Kapazitäten für sechs Streams à 384 kbit/s zur Verfügung.  
Die Nutzung kann entweder bundesweit, landesweit oder lokal zugewiesen werden.

- In den DAB-Netzen im Band III sind zurzeit und auch nach der RRC06 nur in einzelnen Regionen Kapazitäten verfügbar. Nur dann, wenn die Kapazität nicht durch Hörfunk genutzt wird, können einzelne T-DMB-Streams in diesen Multiplexen mit ausgestrahlt werden.
- Anders wäre die Situation im Band III, wenn nach RRC06 die DVB-T-Bedeckung im Band III in vier T-DAB-Bedeckungen gewandelt würde und diese für DMB bereitgestellt werden würde. Dann wäre bundesweit Kapazität für weitere 12 DMB-Streams verfügbar.

## DVB-H und IPDC

DVB-H und IPDC werden vom DVB Projekt entwickelt, der internationalen Organisation, die auch bereits digitales Fernsehen für die Verbreitungswege Kabel, Satellit und Terrestrik standardisiert hat. DVB-H/IPDC wird durch alle namhaften Hersteller unterstützt.

DVB-H ist bei ETSI seit November 2004 standardisiert. Die Spezifikation für IPDC ist seit September 2005 abgeschlossen, die Standardisierung durch ETSI wird kurzfristig erwartet.

Endgeräte sind zurzeit von mehreren Herstellern als Prototypen verfügbar. Es wird damit gerechnet, dass erste kommerzielle Dienste im 2. Halbjahr 2006 möglich sind, wenn entsprechende Frequenzen für DVB-H in Deutschland bereitgestellt werden können und medien- sowie TK-rechtliche Zuweisungen bis dahin durchgeführt werden.

Neben dem bereits 2004 durchgeführten bmco Projekt in Berlin und dem Pilotprojekt der T-Systems in Berlin mit einer Laufzeit von 2004 bis 2007 sind mittlerweile weltweit mehr als 20 Pilotprojekte bereits in Betrieb (u.a. Finnland, Niederlande, Schweiz, Großbritannien, Australien, Frankreich, Spanien) oder abgeschlossen. Insbesondere alle großen europäischen Mobilfunknetzbetreiber favorisieren gegenwärtig DVB-H.

H3G, RAI und Mediaset haben in Italien für Mitte 2006 den kommerziellen Betrieb angekündigt.

Die Videokodierung erfolgt über H.264, die Audiokodierung über HE-AAC.

Die Standardisierungsarbeiten sollen vielfältige Geschäftsmodelle für kostenpflichtige Angebote unterstützen, entsprechende DRM- Systeme werden entwickelt.

Mit der Übertragung mit 16QAM stehen ca. 25 Kanäle a 384 kbit/s. zur Verfügung, mit dem noch robusteren QPSK-Verfahren würde sich die Anzahl der Kanäle auf ca. 15 reduzieren.

IPDC basiert auf der IP-Übertragung. Das ermöglicht die Übertragung vielfältiger Formate, einschließlich solcher, die eine breite Palette von Interaktivität ermöglichen.

Da DVB-H auf DVB-T aufsetzt, ist es auch auf die Nutzung der Frequenzbereiche für das digitale Fernsehen ausgerichtet. Bevorzugt wird das UHF-Band unterhalb des Kanals 56.

Neben dem virtuellen DVB-H Layer (siehe Abschnitt UHF-Band) können nach der Umsetzung der Ergebnisse von RRC06 eine weitere bundesweite Bedeckung sowie weitere regionale Bedeckungen verfügbar gemacht werden. Die Verfügbarkeit dieser bundesweiten Bedeckung ist jedoch davon abhängig, dass die ARD und das ZDF ihre heutigen analogen UHF-Fernsehnutzungen einstellen. Dies ist nach gegenwärtigen Planungen bis Ende des Jahres 2007 vorgesehen.

## eDAB und DXB

Die Entwicklungen zu eDAB und DXB haben gerade erst begonnen. Dabei geht es um die Entwicklung einer harmonisierten Plattform für IP-basierte Dienste (IPDC), die den Empfang von Multimedia-Diensten sowohl über DVB-T als auch über DAB ermöglicht. Dazu soll das DAB-System oberhalb der physikalischen Schicht erweitert werden.

Erste Muster von eDAB-Endgeräten wurden auf der CeBIT 2006 gezeigt. An der Entwicklung von Prototypen arbeiten die Firmen Atmel (D), Frontier Silicon (GB) und LG (K). Diese sollen noch 2006 zur Verfügung stehen. Da die Harmonisierung zu DXB auch die Bereitstellung entsprechender dualer Chips voraussetzt, ist mit kommerziellen DXB - Systemen nicht vor 2007 zu rechnen.

### 1.3 Vergleich der wichtigsten Systeme

Für die Entwicklung eines Marktes, der Mobilfunk und Rundfunk zusammenbringt, sind hohe Investitionen erforderlich, sowohl für den Netzaufbau, die Entwicklung der Plattformen und Endgeräte als auch für die Entwicklung von mobil tauglichen Content. Die einzusetzende Technologie muss zumindest mittel- bis langfristig die entstehenden Kosten amortisieren. Dazu muss die Technik selbst zukunftsorientiert sein.

Zugleich müssen die Rahmenbedingungen offen für die Entwicklung eines breiten Marktes sein. Das beinhaltet einerseits die ausreichende Verfügbarkeit von Übertragungskapazität für attraktive Dienstangebote als auch ein Ausbau des Netzes mit hinreichender Empfangsqualität zu amortisierbaren Kosten.

Andererseits spielt auch Time-to-Market eine wichtige Rolle, in Deutschland insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Fußball-Weltmeisterschaft 2006.

Diese technischen und wirtschaftlichen Aspekte werden zudem häufig von politischen Aspekten und Altlasten überlagert, die wegen der Langfristigkeit der anstehenden wirtschaftlichen Entscheidungen zurückgestellt werden sollten.

Nachfolgend wird der Versuch eines Vergleichs zwischen DMB, eDAB/IPDC und DVB-H/IPDC nach vorhandenem Kenntnisstand unternommen.

Dabei werden vor allem Kriterien verwendet, die für die Entscheidungsfindung bzw. den Entwurf eines Szenarios für Deutschland wichtig sind. Viele Einschätzungen können wegen der vielen Einflussfaktoren nur vorläufig getroffen werden.

Tabelle 1 (s. Folgeseite) zeigt einen Vergleich zwischen T-DMB, eDAB/IPDC und DVB-H nach derzeit vorhandenem Kenntnisstand.

Kriterium	T-DMB	eDAB/IPDC	DVB-H/IPDC
Standard vorhanden?	Seit Juli 2005	2006 erwartet	Für DVB-H seit Nov. 2004 IPDC in 2006 erwartet
Regelbetrieb	Korea seit 12/05		Italien ab 06/2006 angekündigt  Finnland für 2006 angekündigt
Pilotversuche	In Vorbereitung: Regensburg, München, Bodensee, Südtirol  Länderbezogener, bundesweiter mehrjähriger Pilotversuch mit dem Ziel des Regelbetriebs durch Mobiles Fernsehen Deutschland  Frankreich  China	Angekündigt: LfM NRW nach der WM 2006	bmco Pilotprojekt in Berlin 2004  T-Systems Pilotprojekt in Berlin 2004-2007  Ausschreibungen für mehrjährige Pilotversuche mit dem Ziel des Regel- betriebs in Berlin, Hamburg und Hannover eingeleitet  In Betrieb bzw. abge- schlossen: u.a. Finnland, Niederlande, Frankreich, Spanien, Großbritannien, Schweiz, Australien, USA  Angekündigt: u.a. Taiwan
Haupttreiber	Koreanische Endgeräte- Hersteller (Samsung, LG, Perstel), ...  In Deutschland: Konsor- tium „Mobiles Fernsehen Deutschland“ und andere	In Deutschland: DXB- Konsortium mit Sony, Siemens, Vodafone, T- Systems, IRT und HHI sowie LfM NRW, ATMEL, Frontier Silicon und Panasonic	Nokia, mittlerweile mehrere Hersteller weltweit  Mobilfunknetzbetreiber, T-Systems  bmcoforum
Anzahl der Streams pro Multiplex	5 Streams a 200 kBit/s	Bis 6 Streams a 200 kBit/s	Bei 16QAM: ca. 25 Streams à 384 kBit/s, bei QPSK: ca. 15 Streams  ca. 40 Streams à 200 kBit/s
Übertragungskapazität verfügbar?	Ein Multiplex im L-Band sofort verfügbar  Nach RRC06: Im L-Band: ein zweiter Multiplex  Im Band III: bei Verfügbar- keit einer flächendecken- den DVB-T Bedeckung und entsprechenden Ent- scheidungen Umwandlung in vier DMB Multiplexe möglich	Ein Multiplex im L-Band sofort verfügbar,  Nach RRC06: Im L-Band: ein zweiter Multiplex  Im Band III: bei Verfügbar- keit einer flächendecken- den DVB-T Bedeckung und entsprechenden Entscheidungen Um- wandlung in vier eDAB Multiplexe möglich	Gegenwärtig im Band IV/V vereinzelt regional ver- fügbar  RRC06: Bei entsprechenden Ent- scheidungen ein bis zwei Multiplexe verfügbar
Geschäftsmodelle für Bezahldienste möglich?	Auf CA-System basieren de Bezahldienste geplant	Auf mehrstufigem DRM- System basierende Bezahldienste geplant	Auf mehrstufigem DRM- System basierende Bezahldienste geplant
Dienstangebote?	Audio / Video Streaming mit Zugriff auf Web, Multimedia auf MOT-Basis	Audio / Video Streaming und Multimediadienste	Audio / Video Streaming und Multimediadienste

Kriterium	T-DMB	eDAB/IPDC	DVB-H/IPDC
Betreibermodell für Dienstplattform?	Zwei bis drei Multiplexe können getrennt ausgeschrieben werden	Zwei bis drei Multiplexe können getrennt ausgeschrieben werden	1 (2) Multiplex(e) getrennt oder im Konsortium betreibbar
IP- Fähigkeit für den Downlink Kanal	nein	ja	ja
Netzkosten per Stream? <sup>5</sup>	Wegen QPSK-Übertragungsverfahren ca. doppelt so hoch wie bei DVB-H, bezogen auf L-Band, im Band III Kostenreduktion zu erwarten.	Potentiell geringere Kosten als T-DMB, da 20% mehr Übertragungskapazität durch statistischen Multiplex	Halb so hoch wie bei DMB, wenn 16 QAM zur Anwendung kommt, andernfalls (QPSK) gleich teuer. Durch statistischen Multiplex bis zu 20% mehr Übertragungskapazität bzw. entsprechende Kostensenkung möglich

Tabelle 1

## 1.4 Entwicklungsszenario

Ein Einführungsszenario für Deutschland sollte davon ausgehen, dass unter Nutzung der sich anbahnenden Konvergenz von Rundfunk und Mobilfunk so bald als möglich ein Markt entstehen soll, der

- geprägt ist von einem attraktiven Dienstportfolio auf mobilen Endgeräten aller Mobilfunkanbieter
- neue attraktive Videodienste für die mobile Nutzung hervorbringt
- auch Multimediadienste über Rundfunknetze ermöglicht
- vorhandene Ressourcen weitgehend nutzt und
- zukunftssicher ist.

Unter dem Gesichtspunkt des Time-to-Market hat T-DMB zweifelsfrei Vorteile, da kommerzielle Gerätetechnik und sofort verfügbare Kapazität im L-Band zur Verfügung stehen.

Die Gerätetechnik für DVB-H/IPDC wird im Laufe des Jahres 2006 ebenfalls zur Verfügung stehen. Auch erste Übertragungskapazitäten werden dann verfügbar sein.

Die Landesmedienanstalten haben beschlossen, T-DMB und DVB-H/IPDC als Technologien zu ermöglichen und entsprechende Ausschreibungen vorzubereiten.

Mittelfristige Zielsetzung sollte es deshalb für Deutschland auch unter dem Aspekt einer anfänglichen Marktfragmentierung sein, zu einer einheitlichen technologischen Basis zurück zu finden. Dafür bietet DXB eine gute Ausgangsposition. Da mobile Endgeräte durchschnittlich alle zwei bis drei Jahre erneuert werden, bietet sich mittelfristig die Möglichkeit, von T-DMB auf eDAB umzusteigen und ein Zusammenführen mit DVB-H auf multinormfähigen DXB – Endgeräten zu ermöglichen.

Bei der Betrachtung der Einführungsszenarien ist auch die Weiterentwicklung der Endgeräte zu berücksichtigen, bei der sich durch die Einführung immer größerer Speichermedien Auswirkungen auf die erforderlichen Bandbreiten, die Inhalte und auch auf das Nutzerverhalten ergeben.

<sup>5</sup> Nach gegenwärtigen Aussagen von T-Systems

## 1.5 Die Standards im Detail

### DVB – H

#### Technische Leistungsmerkmale Überblick

Frequenzbereich	174 – 230 MHz 470 – 862 MHz
Bandbreite	5 – 8 MHz
Modulation	COFDM
Nettodatenrate	bis zu 14 MBit/s , abhängig von den Modulationsparametern
Sendeleistung	derzeit 5 – 50 kW
Indoor – Empfang	möglich, abhängig von den Modulationsparametern
Fahrzeugempfang	möglich

#### DVB-H Systembeschreibung

Der Standard DVB-H (Digital Video Broadcast - Handheld) spezifiziert wie DVB-T, DVB-S und DVB-C die physikalische Datenübertragung. Jedoch legt DVB-H auch Elemente der unteren Protokollschichten fest. Dazu gehören die Übertragung per Internet Protocol (IP), die Time Slicing-Technik und der zusätzliche Fehlerschutz auf der Ebene der Transportprotokolle (MPE-FEC).

#### Die physikalische Schicht

Die physikalische Übertragung über den Funkkanal wird beim DVB-H-System durch den DVB-T-Standard mit dem echoresistenten und gleichwellennetzfähigen Modulationsverfahren OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) abgedeckt. Der DVB-H Datenstrom ist an der DVB-Transportstromschnittstelle vollständig kompatibel zu anderen DVB-Transportströmen. Diese Eigenschaft gewährleistet, dass der DVB-H Datenstrom auch über ein DVB-T Sendernetz ausgestrahlt werden kann. Wesentliche neue technische Elemente, das Time Slicing und der erweiterte Fehlerschutz MPE-FEC, wurden deswegen auf die Ebene der untersten Protokollschicht verlagert. Das Element, das den DVB-H Transportstrom für den Empfänger von einem DVB-T Transportstrom unterscheidbar macht, ist die zusätzliche Signalisierung von Parametern der enthaltenen DVB-H Elementarströme, die abwärtskompatibel zum DVB-T System realisiert wurde.

Es existieren noch einige weitere optionale Ergänzungen in geringerem Umfang, die im Abschnitt *Erweiterungen der physikalischen Schicht* beschrieben werden.

#### IP-Schnittstelle

Im DVB-H-System werden die Services auf der Basis des Internet Protocol (IP) übertragen, im Gegensatz zu anderen DVB-Systemen, die auf dem MPEG2-Standard basieren. Diese Lösung ermöglicht eine einfache Verknüpfung mit anderen Netzwerken. Die Einbettung von IP-Daten in den Transportstrom geschieht mit Hilfe der Multi Protocol Encapsulation (MPE), die in der DVB Data Broadcast Specification definiert ist und zum Übertragen beliebiger Protokolle über DVB-Systeme dient.

## Time Slicing

Das Hauptproblem tragbarer Endgeräte ist die Notwendigkeit, mit der begrenzten Energie des Akkus sparsam umgehen zu müssen. Aktuelle DVB-T-Frontends verbrauchen im Vergleich zu der im DVB-Projekt anvisierten Schwelle für den Empfangsbaustein im Endgerät (maximal 100 mW) deutlich zu viel Strom, um ausreichende Betriebs- und Standbyzeiten zu gewährleisten.

Im DVB-T System wird der gesamte Datenstrom decodiert, bevor der Zugriff auf einen der Dienste (Fernsehprogramme) im Multiplex geschieht. Ein Einsparpotential besteht darin, dass nur der Teil des Stroms unbedingt empfangen werden muss, der die Daten des gerade ausgewählten Services beinhaltet. Damit dieser Ansatz funktioniert, wird der Datenstrom bei DVB-H in geeigneter Weise umstrukturiert. Das Zusammenfügen (Multiplexing) der verschiedenen Dienste erfolgt im Zeitmultiplex, bei dem die Daten jedes Dienstes periodisch in komprimierten Datenpaketen (Bursts) mit erhöhter Datenrate gesendet werden. Das Multiplexen mehrerer Dienste ergibt wieder einen kontinuierlichen gesendeten Strom konstanter Datenrate.

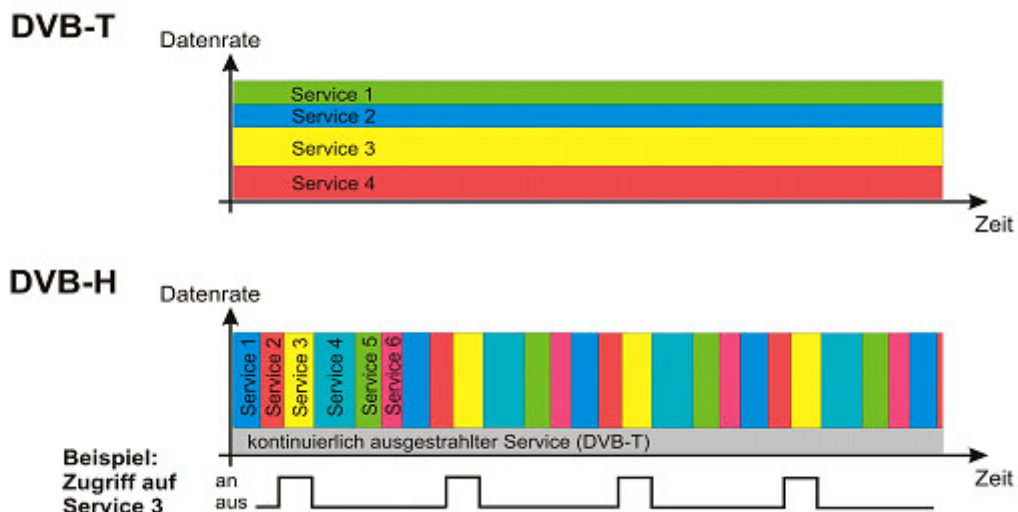


Abb. 2: Prinzip des Time Slicing von DVB-H Diensten

Dieses Sendesignal kann von den Empfängern zeitselektiv empfangen werden. Nach der Auswahl eines Dienstes werden nur noch die zugehörigen Bursts empfangen und das Empfänger-Frontend dazwischen abgeschaltet. Im Empfänger werden eingehende Bursts gepuffert und dann mit konstanter Rate ausgelesen. Diese Technik wird als Time Slicing bezeichnet (Abbildung 2). Die Lage der Bursts wird aus Gründen der Einfachheit und Flexibilität nur als relative zeitliche Differenz von einem Burst zum nächsten signalisiert. Die Dauer der Bursts liegt praktisch im Bereich weniger 100 ms, die Vorlaufzeit für das Wiedereinschalten bei jedem einzelnen Burst wird mit typisch 100 ms angenommen, die Abschaltzeit beträgt in der Praxis ca. 2 Sekunden. Je nach Verhältnis von An-/Auszeit ergibt sich eine Leistungersparnis von 90 % und mehr. Grundsätzlich korreliert dabei die Leistungsaufnahme beim Empfang eines Dienstes mit seiner Datenrate.

Der Zeitmultiplex-Strom der DVB-H-Dienste kann seinerseits mit anderen, zeitkontinuierlichen Diensten (z.B. DVB-T-Fernsehprogrammen) im gleichen Transportstrom gemultiplext werden. Auf diese Weise lässt sich die Kapazität eines einzigen Kanals flexibel zwischen DVB-T- und DVB-H-Anteilen aufteilen.

## MPE-FEC: Zusätzlicher Fehlerschutz für IP-Daten

DVB-T beinhaltet bereits umfangreiche Maßnahmen, um den Transportstrom vor den störenden Einwirkungen des Funkkanals zu schützen. Das zweistufige Fehlerschutzkonzept kombiniert einen äußeren Reed-Solomon-Code mit Fournery-Interleaving und einen inneren Faltungscode mit Bit- und Frequenzinterleaving. Für DVB-H ist jedoch der Empfang mit sehr kleinen Stabantennen ein Entwurfsziel, der zuverlässige Empfang in der typischen Nutzungsumgebung ist in diesem Fall eine technische Herausforderung.

*Multiprotocol Encapsulation Forward Error Correction (MPE-FEC)* ist eine zusätzliche, optionale Stufe im Fehlerschutzkonzept von DVB-H. Dieser Fehlerschutz wird auf der Ebene des IP-Datenstroms angewendet, bevor die IP-Daten per MPE eingekapselt werden. Durch diese Stufe wird die Empfangsleistung generell verbessert, vor allem die Zuverlässigkeit beim mobilen Empfang mit einer einzelnen Antenne und bei starken impulsförmigen Störungen.

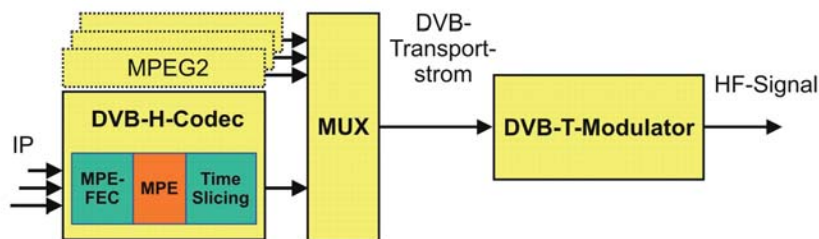


Abb. 3: Senderseitige Signalverarbeitung mit DVB-H Codec

MPE-FEC bildet mit Time Slicing und MPE zusammen den so genannte DVB-H-Codec, auch IP Encapsulator genannt, der die wesentliche DVB-H-Funktionalität enthält (Abbildung 3.). Der Fehlerschutz wird getrennt für jeden einzelnen Elementarstrom berechnet. Die IP-Datenströme aus den verschiedenen Quellen werden nach der Time Slicing-Methode gemultiplext, danach erfolgt die Einkapselung der IP-Pakete in die Sections der Multi Protocol Encapsulation und daraufhin die Einbettung in den Transportstrom.

Im Einzelnen besteht der Fehlerschutz aus einem Reed-Solomon-Code in Verbindung mit einem umfangreichen Zeitinterleaving. Darüber hinaus ist dieser Fehlerschutz eng mit dem Time Slicing verknüpft: Beide arbeiten elementarstromweise, und die Größe eines einzelnen Time Slices entspricht genau dem Inhalt eines MPE-FEC Frames.

## Erweiterungen der physikalischen Schicht

Die Signalisierung von Übertragungsparametern der im Multiplex enthaltenen DVB-H-Elementarströme erweitert den bereits von DVB-T bekannten TPS-(Transmission Parameter Signalling-)Kanal, der Informationen für die Abstimmung des Empfängers überträgt. Die hinzugekommenen Informationen geben dem Empfänger Auskunft über das Vorhandensein von Time Slicing-Elementarströmen bzw. von MPE-FEC-geschützten Elementarströmen im Multiplex und über die neu definierten Übertragungsmodi im DVB-H-Standard. Im Unterschied zu DVB-T ist die TPS-Ausstrahlung des Cell Identifiers, der das Auffinden von benachbarten Funkzellen mit dem gleichen Multiplex vereinfacht, bei DVB-H vorgeschrieben.



DVB-H enthält einen weiteren optionalen 4K-OFDM-Modus zusätzlich zu den schon vorhandenen 2K- und 8K-Modi. Der 4K-Modus stellt einen Kompromiss zwischen den beiden anderen dar und bietet mehr Flexibilität bei der Netzwerkplanung, ist jedoch nicht mehr kompatibel zum DVB-T-Standard und daher nur in reinen DVB-H Netzen einsetzbar. In Verbindung damit gibt es auch ein optionales erweitertes Symbolinterleaving für DVB-H. Die als „In-Depth-Interleaving“ bezeichnete Technik führt zu einer größeren Interleaving-Tiefe im 2K- und im 4K-Modus.

Tabelle 2 fasst die Parameter der drei möglichen Modi von DVB-H zusammen.

OFDM-Parameter	Modus		
	2K	4K	8K
Größe der FFT (Fast Fourier Transform)	2048	4096	8192
Anzahl der Unterträger für Daten	1512	3024	6048
OFDM-Symboldauer $T_U$ ( $\mu$ s)	224	448	896
Dauer des Schutzintervalls $T_G$ ( $\mu$ s)	7/14/28/56	14/28/56/112	28/56/112/224
Unterträgerabstand $1/T_U$ (kHz)	4,464	2,232	1,116
maximaler Senderabstand $d$ (km)	17	33	67

**Tabelle 2: Parameter der DVB-H-Übertragungsmodi**

Eine weitere Option ist die Spezifikation des DVB-H Standards für Kanäle der Bandbreite 5 MHz. Der DVB-T-Standard ist bislang für die drei weltweit genutzten Bandbreiten im VHF/UHF-Bereich (6 MHz, 7 MHz, 8 MHz) definiert. Die 5 MHz-Lösung erlaubt nun auch den Einsatz der DVB-H-Technik außerhalb der klassischen Rundfunkbänder.

## IP Datacast

### Systemübersicht

Damit man dem Anwender über DVB-H Dienste zur Verfügung stellen kann, müssen auch die Protokolle der höheren Schichten spezifiziert werden. Das Gesamtsystem zu DVB-H trägt den Namen *IP Datacast*. IP Datacast wird als *mobile information society-to-citizen general-purpose broadcast distribution system* bezeichnet. Der Aufwand ist so klein wie möglich, um die Systemkosten zu reduzieren und die Markteinführung zu beschleunigen. Die IP Datacast-Spezifikation definiert die für DVB-H verwendeten höheren Protokolle und beinhaltet die Themen Electronic Service Guide, Dienstzugangs-Management, Übertragungsprotokolle, DVB-H-Signalisierung, Dienstgüte (Quality of Service), Mobilität und Roaming. Mit diesem System werden hybride Rundfunk-/Mobilfunknetze unter Einbeziehung von DVB-H möglich.

### Systemarchitektur

Abb. 4 zeigt die Referenzarchitektur von IP Datacast. Auf der linken Seite wird der zum Endgerät (rechts) zu übertragende Inhalt erzeugt. Um echte Netzwerkkonvergenz zu erreichen, muss es möglich sein, Dienste über mehrere unterschiedliche Kommunikationsnetze zu senden. Aus diesem Grund wird eine *Service Application* eingeführt, die eine logische Verbindung zwischen dem Diensteanbieter und dem Anwender herstellt. Sie bietet dem Nutzer den Electronic Service Guide (ESG), damit er die gewünschten Dienste auswählen kann, unabhängig davon, über welches Trägernetz sie gesendet werden.

Das *Service Management* ist dazu da, Ressourcen der verschiedenen Trägertechnologien zuzuweisen. Darüber hinaus führt es zusammen mit der Service Application die Gebührenabrechnung (Billing) durch.

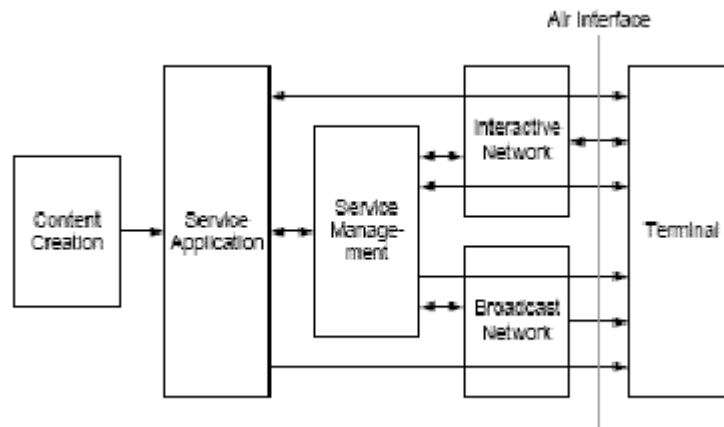


Abb 4: Die IP Datacast Referenzarchitektur

### Protokoll-Stack

Abb. 5 zeigt den vereinfachten Protokoll-Stack des IP Datacast-Übertragungssystems. Dienste können bei Echtzeithalten (z.B. Fernsehprogrammen) über RTP (Real Time Protocol) gesendet werden. Daten, die nicht in Echtzeit ausgespielt werden müssen, werden über ein FLUTE/ALC (File Delivery over Unidirectional Transport / Asynchronous Layered Coding)-Datenkarussell gesendet. Zum Navigieren zwischen den Diensten wird ein XML (Extensible Markup Language)-basierter Electronic Service Guide verwendet. Er enthält Metadaten und Zugangsinformation über die verfügbaren Dienste und wird ebenfalls mit FLUTE/ALC versendet.

Real Time Content	File Based Content	ESG
Source Coding	Source Coding	Coding, Encapsulation
RTP	FLUTE/ALC	
UDP		
IP		
Bearer technologies		

Abb 5: Der Protokoll-Stack bei IP Datacast

### Übertragungsprotokolle

Alle Dienste werden über IP übertragen, daher sind auch alle Übertragungsprotokolle IP-basiert. Um den Anforderungen der verschiedenen Dienste zu entsprechen, gibt es zwei Kategorien von Datenübertragungsmechanismen: Echtzeitübertragung (streaming) und Herunterladen von Dateien (download). Echtzeitübertragung ist für das Übertragen von Echtzeit-Video- und Audioströmen, z.B. Fernsehprogrammen, zum Anwender geeignet.

## ESG (Electronic Service Guide)

Während bei DVB-T die Information über verfügbare Services mit Hilfe der PSI/SI-Tabellen (Program Specific Information / Service Information) geliefert wird, verwendet IP Datacast einen anderen Ansatz. In diesem System wird dafür ein IP-basierter Electronic Service Guide (ESG) verwendet. Der ESG bietet dem Benutzer einen Überblick über die verfügbaren Dienste im Netz und detaillierte Beschreibungen der einzelnen Dienste. Zusätzlich werden, je nach Implementierung, auf dem Endgerät gespeicherte Elemente über den ESG zugänglich gemacht.

## Codierungsformate

Für Streaming-Inhalte werden Video-, Audio- und Sprachübertragung unterstützt. Für Video wurden H.264 AVC und optional VC1 als Codierungsformat gewählt. Audio wird mit MPEG-4 HE AAC+ codiert.

## Datenkarussell

IP Datacast bietet auch die Übertragung per Datenkarussell, welches eine begrenzte Datenmenge zyklisch ausstrahlt. Das Karussell ist ebenfalls IP-basiert. Weiterhin ist auch die Einmal-sendung möglich, z.B. für eine Punkt-zu-Punkt-Übertragung aufgrund einer Benutzeranfrage.

Das Herunterladen von Dateien kann für verschiedene Dienste benutzt werden, z.B. Webbrowsing, Anfordern von Videoclips oder für den Electronic Service Guide. Dateien können dem Anwender entweder durch zyklisch wiederholte Übertragung zugesendet werden („push“-Modus) oder vom Anwender durch Senden von Anfragen angefordert werden („pull“-Modus, Spezifikation erfolgt in IP Datacast Phase 2).

## Zellwechsel (Cell Handover)

Die Zellen, aus denen funkbasierte Kommunikationssysteme bestehen, decken nur eine begrenzte Fläche ab. Damit der Zugang zu den Diensten über die Zellgrenzen hinweg gewährleistet ist, werden Zellwechsel erforderlich. Andernfalls würde der Anwender den Dienst nur mit Unterbrechungen empfangen können. Mobilität und Zellwechsel in Rundfunksystemen unterscheiden sich wesentlich von denen in Mobilfunknetzen, hauptsächlich dadurch, dass gewöhnlich keine Interaktivitäts-Kanäle existieren. Eine *Zelle* bezieht sich in diesem Zusammenhang nicht unbedingt auf einen einzelnen Sender. Beim Einsatz von DVB-H können Gleichwellennetze (*single frequency networks*, SFNs) aufgebaut werden, die aus mehreren Sendern bestehen, die exakt dasselbe Signal ausstrahlen. Innerhalb dieser SFNs sind keine Zellwechsel nötig.

Bei DVB-H ermöglicht die Time Slicing-Technik, benachbarte Zellen zu beobachten, ohne den Empfang des momentanen Dienstes zu unterbrechen. Die langen Abschaltzeiten zwischen den Bursts können dafür benutzt werden, mit demselben DVB-H-Frontend, welches den aktuellen Dienst empfängt, nach Kanälen in benachbarten Funkzellen zu suchen, die dieselben Dienste enthalten. Dadurch kann an der Grenze zwischen zwei Funkzellen rechtzeitig ein für den Benutzer unmerklicher Zellwechsel ohne Unterbrechung des Services geschehen. Dafür wären bei kontinuierlich ausgestrahlten Diensten zwei getrennte Frontends erforderlich. Zusätzlich ist die Ausstrahlung des Cell Identifiers im TPS-Kanal, der das Auffinden von benachbarten Funkzellen mit dem gleichen Multiplex vereinfacht, bei DVB-H vorgeschrieben. Auf diese Weise können Dienste auch mit einem einzigen Empfänger-Frontend unterbrechungsfrei empfangen werden.

In IP Datacast werden zwei Arten von Zellwechseln definiert:

Für *passive Zellwechsel* wird kein Interaktivitätskanal benötigt. Das IPDC-Service-Netz spielt bei diesen Zellwechseln keine aktive Rolle. Das Endgerät erhält alle benötigten Informationen über den Rundfunkkanal und führt den Handover selbstständig durch.

*Aktive Zellwechsel* benötigen einen Interaktivitätskanal wie z.B. UMTS. Der Vorgang des Zellwechsels wird vom IPDC-Service-Subsystem gesteuert. Mit diesen Zellwechseln können Dienste auch über die Mobilfunknetze weiter empfangen werden, wenn das Gebiet der DVB-H-Abdeckung verlassen wird. Dieses Verfahren wird voraussichtlich in IP Datacast Phase 2 spezifiziert werden.

Optional kann das Endgerät eigene Messungen der Signale benachbarter Zellen durchführen. Dies ist nur dann erforderlich, wenn das Endgerät selbst den Kanalwechsel einleitet. Das Endgerät ist in diesem Fall dafür verantwortlich zu entscheiden, ob und wie der Zellwechsel tatsächlich durchgeführt wird. Mögliche Änderungen bei der Abrechnung der Dienste (z.B. beim Wechsel von DVB-H- zu UMTS-Übertragung) müssen dem Anwender angezeigt und von ihm bestätigt werden.

### **SFN-Größe**

Für Gleichwellennetze (Single Frequency Network, SFN) gelten bei DVB-H dieselben Anforderungen und Beschränkungen wie bei DVB-T.

### **Standardisierung**

Die für DVB-H relevanten Spezifikationen wurden im Februar 2004 verabschiedet und im November 2004 durch ETSI (European Telecommunications Standards Institute) als Standard veröffentlicht. Das DVB-H-System wird durch eine Folge von Spezifikationen beschrieben:

- Die DVB-H-Systemspezifikation (EN 302 304) bildet das zentrale Dokument, das die anderen benötigten Standards referenziert.
- Die Spezifikation der physikalischen Schicht ist der DVB-T-Standard (EN 300 744). Er liegt als neue Version vor, die die DVB-H-Erweiterungen bezüglich TPS-Kanal, Übertragungsmodus und Kanalbandbreite im Anhang enthält und ansonsten unverändert geblieben ist.
- Die beiden Kernelemente Time Slicing und MPE-FEC werden in der DVB Data Broadcast Specification (EN 301 192) beschrieben. Im selben Dokument ist auch die Multiprotocol Encapsulation (MPE) festgelegt.
- Die DVB-H-spezifische Signalisierung wird auch in die bestehende DVB Service Information (SI) integriert (EN 300 468).
- Schließlich ist von den Änderungen auch die DVB SFN Megaframe Specification (TS 101 191) betroffen, die die Synchronisierung von terrestrischen Gleichfrequenznetzen festlegt.

Die Systemspezifikation legt fest, welche Elemente obligatorisch und welche optional sind. Die Anwendung von Time Slicing ist für alle DVB-H-Services vorgeschrieben und wird zu ihrem kennzeichnenden Merkmal. Als Ergänzung zur Systemspezifikation gibt es die umfangreichen DVB-H Implementation Guidelines (TR 102 377), die Hinweise für den Gebrauch und die praktische Implementierung des DVB-H-Standards geben.

Die für IP Datacast (Phase 1) relevanten Spezifikationen wurden im September 2005 verabschiedet:

- “IP Datacast over DVB-H: Set of Specifications for Phase 1” ist der Ausgangspunkt für alle anderen Spezifikationen und referenziert zusätzlich die relevanten DVB-H-Spezifikationen.
- “IP Datacast over DVB-H: Use Cases and Services” beschreibt die Vielfalt der möglichen Anwendungsfälle.
- “IP Datacast over DVB-H: Architecture” beschreibt die Struktur des IPDC-Systems, die Referenzpunkte und den Nachrichtenfluss.
- “IP Datacast over DVB-H: PSI/SI” beschreibt den Gebrauch der Service-Informationen bei DVB-H.
- “IP Datacast over DVB-H: Content Delivery Protocols” beschreibt die Übertragungsprotokolle für Streaming- und Download-Dienste.
- “IP Datacast over DVB-H: Electronic Service Guide”; durch die Informationen im ESG kann der Anwender die Dienste und Objekte auswählen, die ihn interessieren, und auf dem Endgerät gespeicherte Objekte finden. Die Spezifikation definiert das Datenmodell, das Darstellungsformat, die Kapselung und den Transport des Electronic Service Guide für DVB-H.

Die Spezifikationen für IP Datacast (Phase 2) werden im Jahr 2006 fertiggestellt.

## Projekte

Aktueller Stand siehe Webseiten des DVB-Projekts ([www.dvb-h-online.org/services.htm](http://www.dvb-h-online.org/services.htm))

## DMB

### Technische Leistungsmerkmale

Frequenzbereich	174 – 230 MHz 1440 – 1504 MHz
Bandbreite	1,5 MHz
Modulation	COFDM
Nettodatenrate	bis zu 1,5 MBit/s, abhängig von Modulationsparametern
Sendeleistung	1 – 100 kW
Indoor – Empfang	möglich, in D bisher nicht im Focus der Planung
Fahrzeugempfang	möglich, in D Planungsziel

*Digital Multimedia Broadcasting* stellt eine Erweiterung der Eureka 147 DAB-Technologie dar. DAB wurde ursprünglich zur Übertragung digitaler Audiosignale mittels MPEG-1/2 Layer II-Kodierung spezifiziert. Zusätzlich ist DAB zur Aussendung programmbegleitender (PAD) und programmabhängiger Datendienste (NPAD) geeignet. IP-Daten können in den DAB-Datenstrom mittels IP Tunneling integriert werden.

Den ersten Ansatz zur Einführung von DMB startete 1996/1997 die Eureka Task Force-Gruppe *MPEG-2 TS (Transport Stream) transmission via DAB*. Die Idee war, MPEG-2-Videos für mobilen Empfang zu übertragen. Die dafür erforderliche Datenrate von rund 1 Mbps erlaubte gerade einmal die Übertragung eines Video-Services (incl. Audiokomponente) pro DAB-Ensemble. Zur Erhöhung der Empfangssicherheit wurde die Kanalkodierung um einen äußeren Reed-Solomon Code (RS) und einen Forney Byte Interleaver aus dem T-DVB-Standard erweitert.

Die Spezifikation wurde allerdings nie bei ETSI veröffentlicht. Dies auch deshalb, um Auswirkungen auf den DAB-Rollout zu diesem Zeitpunkt zu vermeiden. Empfänger-Prototypen wurden u.a. von *Bosch Multimedia* und *Philips* vorgestellt. Erfolgreiche Implementierungen dieser Technologie gibt es in Form eines Fahrgastinformationsdiensts u.a. in Zügen der Deutschen Bahn und in der Berliner U-Bahn.

**T-DMB**

2001 startete die koreanische Regierung zusammen mit einigen Unternehmen und Forschungsinstituten eine neue Initiative zur Entwicklung von terrestrischem DMB auf Basis des T-DAB-Standards. Ziele dieser Anstrengungen waren u.a.:

- Die Realisierung einer High Quality Video- und Audioübertragung für mobile Empfänger;
- die Einführung effektiverer Quellenkodierungen als MPEG-1/2 und
- die Entwicklung kleinerer Empfangsgeräte auf der Basis von Mobiltelefonen und PDAs.

Ein entsprechender Standardisierungsvorschlag wurde 2003 vorgelegt. Die technischen Parameter für den Fehlerschutz und die Adaption an den MPEG-2-Transportstrom entsprachen denen der früheren Eureka-Norm. An Stelle von MPEG-2-Videos konnte der Transportstrom nun MPEG-4-Videos aufnehmen; sie wurden über den MPEG-4-Synchronisations-Layer (SL) integriert (vgl. Abb. 6). Die Video-Komprimierung basiert auf

- dem MPEG-4 Advanced Video Coding (AVC/H.264 mit < 512 kbps für Bewegtbilder) und
- der Audio-Komprimierung mittels MPEG-4 BSAC (Bit Slice Arithmetic Coding mit < 64 kbps für FM Stereo-Qualität).

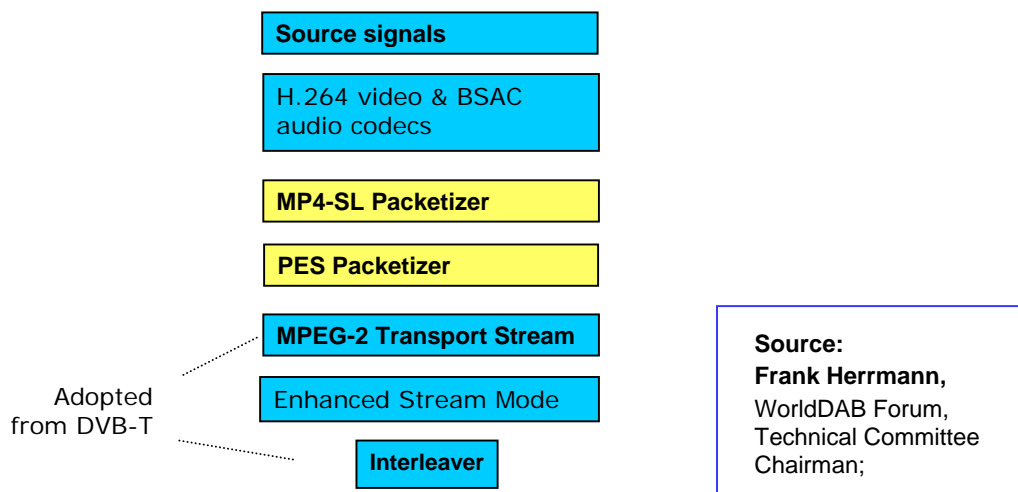


Abb. 6: Das Koreanische T-DMB-System.

Tests mit dieser Variante im VHF-Band verliefen genau so erfolgreich wie ein Trial, der 2004 von Radioscape im L-Band in London durchgeführt wurde.

## Weitere DAB/DMB-Standards

Um konkurrierende Systeme innerhalb von T-DAB zu vermeiden, entschied WorldDAB sich Anfang 2004 zur Einrichtung einer Task Force-Gruppe *Error Protection*. Die Gruppe sollte Empfehlungen zur Implementierung und Standardisierung neuer Fehlerschutzprofile aussprechen. Folgende Ziele wurden dabei verfolgt:

- Die Übertragung von Videosignalen basierend auf Quellenkodierungen mit MPEG-4 / H.264 AVC,
- die Nutzung des MPEG-2 Transportstrom für Videosignale und nicht zuletzt
- die robuste IP-basierte Datenübertragung von PAD- und NPAD-Diensten.

Von der Task Force wurden die folgenden Vorschläge vorgelegt, darin wurden auch die koreanischen Ansätze integriert:

- Enhanced stream mode; Error protection specification;
- DMB video service; Part 1: User application specification;
- DMB video service; Part 2: Video service profile specification und
- Enhanced packet mode.

Der Enhanced Packet Mode wurde zur Aussendung von Datendiensten neu definiert; er ist abwärtskompatibel zum bisherigen Packet Mode. Die Besonderheit hier: Der zusätzliche Fehlerschutz als sog. Forward Error Correction (FEC) durch eine RS-Kodierung in Verbindung einem Packet Interleaver. Durch die Abwärtskompatibilität ist die Decodierung von Services im Enhanced Packet Mode auch für bereits im Markt befindliche Empfangsgeräte unproblematisch. Der von British Telecom (BT erweiterte Packet Mode „DAB – IP“ (ehemals „BT LifeTime“) eignet sich außerdem besonders zum Transport IP-basierter Dienste (vgl. Abb. 7)

Zusätzlich zu den neu geschaffenen Features wurde die bisher oft wenig beachtete Thematik der Service-Verschlüsselung von einer WorldDAB-Gruppe namens *Conditional Access* neu definiert.

Nachfolgend werden die wichtigsten momentan für DMB gültigen Standards und Spezifikationen aufgeführt:

1. ETSI EN 300 401 V1.3.3 (2001-05) Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers.
2. ETSI TS 102 427 V1.1.1 (2005) Digital Audio Broadcasting (DAB); Enhanced Stream mode; Error protection specification.
3. ETSI TS 102 428 V1.1.1 (2005-06) Digital Audio Broadcasting (DAB); DMB video service; User application specification.
4. ETSI ES 201 735 V1.1.1 (2000-09) Digital Audio Broadcasting (DAB); Internet Protocol (IP) datagram tunnelling.
5. ETSI TS 102 367 V2.1.1 (2005-09) Digital Audio Broadcasting (DAB); Conditional access.
6. WorldDAB Draft for ETSI (2005-09) Digital Audio Broadcasting (DAB); Enhanced Packet mode.

Gegenwärtig laufen die folgenden Standardisierungsprozesse:

- Der *WorldDAB Draft for ETSI (2005-09) Digital Audio Broadcasting (DAB); Enhanced Packet mode* lt. (6.) wird in den DAB Zentralstandard EN 300 401 lt. (1.) integriert. Der neue Zentralstandard wird die Versionsnummer 1.4.1 erhalten und wurde im Okt. 2005 bei ETSI eingereicht. Mit einer Veröffentlichung wird Mitte 2006 gerechnet.
- Das bisherige Kapitel 9 *Conditional Access CA* des DAB-Zentralstandards lt. (1.) wurde aus dem Zentralstandard heraus gezogen und wird durch die neue technische Spezifikation lt. (5.) *ETSI TS 102 367 V2.1.1 (2005-09) Digital Audio Broadcasting (DAB); Conditional access* ersetzt.

Einzig offener Punkt bleibt die Integration des Interaktionskanals zur Realisierung von IP Datacast (IPDC). Prinzipiell kann hier eine an DVB-H angepasste Technologie zum Einsatz kommen. Dieser Standardisierungsprozess ist angelaufen und trägt den Arbeitstitel „eDAB“.

### eDAB

Zum leistungseffizienten Empfang schmalbandiger Videoprogramme mit batteriebetriebenen Handheld-Geräten soll in dem BMBF-Förderprojekt DXB aus DAB/T-DMB durch ein Upgrade oberhalb des *Physical Layers* ein Standard mit dem Arbeitstitel *ExtendedDAB* hervorgehen und bis Ende 2005 bei Word DAB spezifiziert und 2006 bei ETSI standardisiert werden. Projektpartner sind FhG HHI, Vodafone, Sony, Siemens, IRT, T-Systems, Uni Braunschweig – externe Mitwirkende sind ETRI, ATMEL, Panasonic, LG, Samsung, Frontier Silicon.

Es werden wie bei DVB-H die MPEG4-Quellcodierverfahren H.264/AVC für Video und HE-AAC v2 für Audio und insbesondere ein IP-basierter Multiprotokoll-Stack für die Übertragung von Video- Audio- und Datacast-Services zur Anwendung kommen, s. Abb.8.

Eine Entscheidung zwischen verschiedenen Optionen ist aufgrund der Resultate einer im erweiterten DXB-Konsortium aufgestellten Scorelist *Evaluation of TS for DXB* Ende September 2005 gefallen. Gesichtspunkte für die Bewertung waren Power Saving, Data Rate Overhead, Coding Efficiency, Flexibility, Interoperability, Error Resilience, Play-out Equipment, Handover und Roaming.

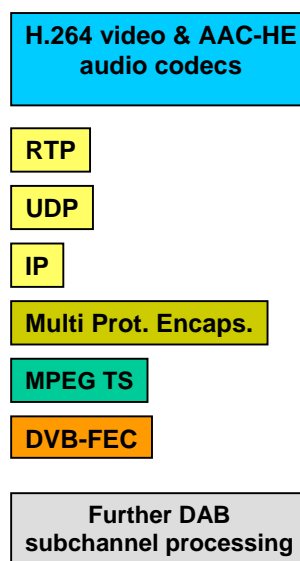


Abb. 7: Der "eDAB"-Ansatz



Die vorhandenen DAB/DMB-Chips sind ab sofort durch Software-Rekonfiguration für eDAB einsetzbar. Auch die bisher für DAB/DMB vorhandenen Gateways sind per Software-Update für eDAB verfügbar.

Die Tabelle 1 (Seite 12/13) macht deutlich, dass eDAB eine Verbesserung der Gebrauchswerteigenschaften von T-DMB hin zu DVB-H vollzieht.

Als Verteilfrequenz eignet sich neben Band III insbesondere das L-Band, da dieses überwiegend ungenutzt ist. Eine Markteinführung auf L-Band-Frequenzen in Ballungsräumen ist bereits vor der RRC-Konferenz 2006 möglich, da die Frequenzressourcen vorhanden sind.

Ein gleitender Übergang in der Form, dass DAB und eDAB parallel angeboten wird, würde keine negativen Folgen auf den bisher noch schweren Stand des digitalen Hörfunks in Deutschland haben, da die künftigen mobilen eDAB-Endgeräte zu DAB abwärtskompatibel sind. Vor diesem Hintergrund könnte eDAB und der damit verbundene Markteintritt von Mobilfunknetzbetreibern und Fernsehveranstaltern die seit langem fehlende Initialzündung sowohl für die noch ausstehende Digitalisierung des Hörfunkmarktes als auch eines neuen Marktes für Mehrwertdienste, besonders zur portablen und mobilen Nutzung, zu Folge haben.

## **DXB**

Bei der Diskussion über DVB-H und DAB/DMB kommt es weniger darauf an, deren Unterschiede bzw. Vor- und Nachteile herauszuarbeiten, als vielmehr durch technische Konzepte dafür zu sorgen, dass die ohnehin begrenzten freien Frequenzressourcen für die Vermarktung von mobilen Multimedia-Diensten überhaupt nutzbar werden.

Das BMBF-Förderprojekt DXB (Digital Extended Broadcasting) beruht demzufolge auf der Idee, Handheld-Empfang nicht nur über DVB-H und MBMS, sondern auch über das vorhandene, gut ausgebaute DAB-Netz zu ermöglichen. Dafür sollen zunächst die Standards DAB bzw. T-DMB die Extension "eDAB" erfahren, welche wie oben geschildert eine mit DVB-H identische Quell- und Kanalcodierung sowie eine für alle Systeme harmonisierte Transportschicht mit eingebettetem IP-Layer aufweist.

Das DXB-Systemkonzept soll eine Nutzung der jeweils regional verfügbaren Frequenzressource (DVB-H, DAB oder MBMS) erlauben und so einer Fragmentierung des begrenzten mobilen Multimedia-Marktes wirkungsvoll entgegenreten.

DXB zielt auf die Entwicklung einer konvergenten Broadcast-Plattform wie sie bereits einleitend in Bild 1 durch die blaue Umrandung dargestellt ist. Ein Internet-basierter Protokollstapel auf IP-Basis soll es erlauben, interaktive Multimedia-Anwendungen je nach Möglichkeit und Erfordernis über unterschiedliche Netze zu verbreiten. Diensteanbieter sollen mit DXB über eine einheitliche IP-Schnittstelle wahlweise und regional unterschiedliche Plattformen (z.B. DVB-H in Ballungsgebieten, eDAB in der Fläche, MBMS in Hot-Spots) nutzen können.

Vorgesehen sind erste DXB-Vorversuche mit eDAB-Prototypen zur FIFA-WM 2006. Zur weiteren Marktöffnung ist eine schnelle Bereitstellung von Endgeräten für alle Empfangslagen (DAB, eDAB, DVB-H) als Mehrnormempfänger zwingend erforderlich, denn die Verbraucher werden nur Dienste akzeptieren, die jederzeit und überall funktionieren. Da bereits jetzt Firmen aus dem erweiterten DXB-Konsortium an DXB-Evaluierungskits arbeiten, könnte bereits ab 2006 eine kommerzielle Markteinführung als hybrides System in Verbindung mit Mobilfunk möglich sein.

Für die hybride Nutzung sollten von verschiedenen Herstellern Endgeräte in den Markt kommen, die digitale Rundfunktechnologien wie DAB/eDAB und DVB-T/DVB-H mit Mobilfunktechnologien wie GPRS und UMTS kombinieren. Über diese Geräte sind dann sowohl Rundfunk- als Mehrwertdienste zu empfangen und ggf. abzurechnen.

Die nach der RCC 06 zugewiesenen zusätzlichen Bedeckungen können, abhängig von den Anforderungen, über DXB wahlweise für DVB-H, eDAB oder DAB-Angebote genutzt werden, da alle Systeme mit den gleichen Frequenzmasken und ähnlichen Störabständen arbeiten.

### 1.6 Protokollschichten im Vergleich

Einen Vergleich zwischen den gegenwärtigen Standards für DAB und DVB-H und dem eDAB-Ansatz für IP&IPDC Services zeigt Abb. 8.

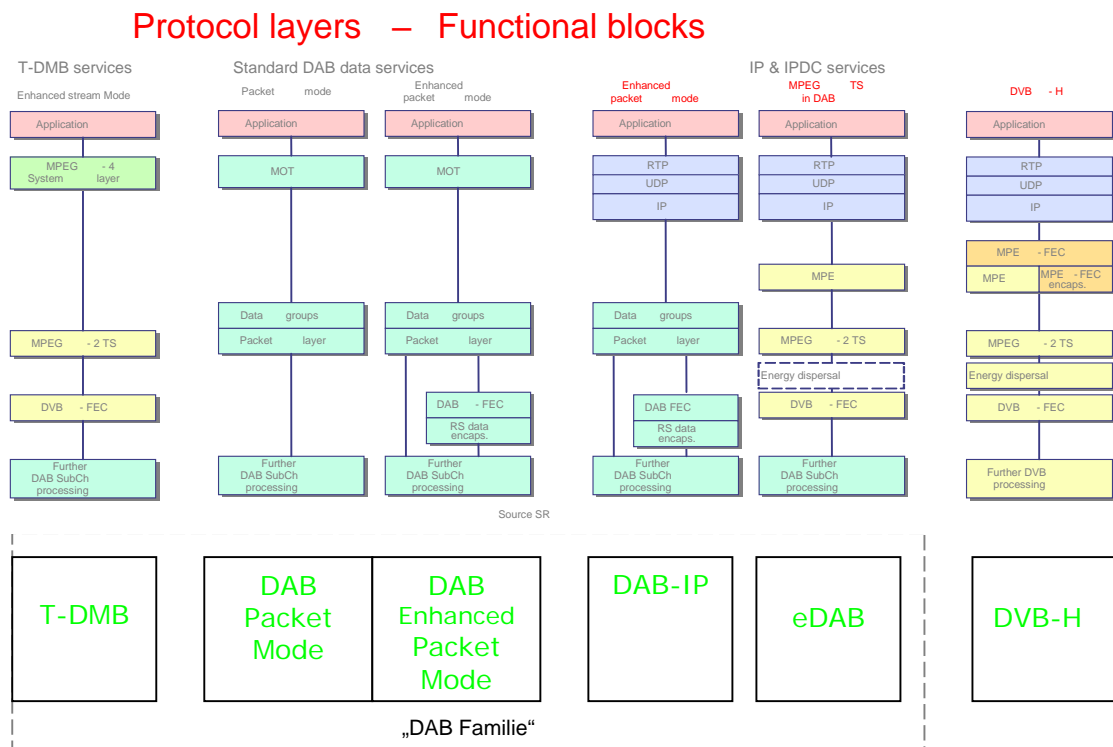


Abb. 8: Protokollschichten der sechs Standard-Technologien für mobile Broadcast-Dienste im Vergleich

## 2. Mobilfunksysteme

### GSM

Das Global System for Mobile Communications (GSM) ist ein volldigitaler Mobilfunknetz-Standard, der hauptsächlich für Telefonie aber auch für leitungsvermittelte und paketvermittelte Datenübertragung sowie Kurzmitteilungen (Short Messages) genutzt wird. Bei GSM handelt es sich um den ersten Standard der sogenannten zweiten Generation als Nachfolger der analogen Systeme der ersten Generation. GSM ist der weltweit am meisten verbreitete Mobilfunk-Standard.

GSM wurde mit dem Ziel geschaffen, ein mobiles Telefonsystem anzubieten, das Teilnehmern eine europaweite Mobilität erlaubte und mit ISDN oder herkömmlichen analogen Telefonnetzen kompatible Sprachdienste anbot.

In Deutschland ist GSM die technische Grundlage der D- und E-Netze und wurde 1992 eingeführt.

### Verwendete Frequenzen

GSM arbeitet mit unterschiedlichen Frequenzen für den Uplink (vom Mobiltelefon zum Netz) und den Downlink (vom Netz zum Mobiltelefon). Die folgenden Frequenzbänder werden verwendet:

Frequenzband	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)	Kontinent	Anmerkungen
850 MHz	824,0 – 849,0	869,0 – 894,0	Amerika	
GSM-R	876,0 – 880,0	921,0 – 925,0	Asien, Europa	reserviert für Eisenbahngesellschaften
900 MHz	880,0 – 915,0	925,0 – 960,0	Afrika, Amerika, Asien, Australien, Europa	auch als E-GSM-Band (Extended GSM) bezeichnet da ursprünglich nur 890,0 MHz - 915,0 MHz und 935,0 MHz - 960,0 MHz vorgesehen waren (P-GSM). Allgemeine Bezeichnung: GSM 900
1800 MHz	1710,0 – 1785,0	1805,0 – 1880,0	Afrika, Amerika, Asien, Australien, Europa	früher als DCS-Band (Digital Cellular System) bezeichnet; heute GSM 1800
1900 MHz	1850,0 – 1910,0	1930,0 – 1990,0	Amerika	früher als PCS-Band (Personal Communication System) bezeichnet; heute GSM 1900

Tabelle 3: Verwendete GSM-Frequenzen

Insbesondere auf dem amerikanischen Kontinent sind nicht alle Bänder in allen Ländern verfügbar (zum Beispiel in Brasilien nur 1800 MHz, in den USA und Kanada nur 850 MHz und 1900 MHz).

In Deutschland findet GSM-Mobilfunk in den Frequenzbereichen 890-915 MHz, 935-960 MHz (D-Netz) sowie 1725-1780 MHz und 1820-1875 MHz (E-Netz) statt.

## Physikalische Übertragung auf der Luftschnittstelle

Die digitalen Daten werden mit einer Mischung aus Frequenz- und Zeitmultiplexing übertragen. Das GSM Frequenzband wird in mehrere Kanäle unterteilt, die einen Abstand von 200 kHz haben. Sende- und Empfangsrichtung sind getrennt. Bei GSM 900 sind im Bereich von 890 - 915 MHz 124 Kanäle für die Aufwärtsrichtung (Uplink) zur Basisstation und im Bereich von 935 - 960 MHz 124 Kanäle für die Abwärtsrichtung (Downlink) vorgesehen. Jede Trägerfrequenz transportiert zeitversetzt acht Nutzkanäle.

Als Modulationsverfahren findet Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK) Verwendung. Dies ist eine Phasenmodulation, bei der die Amplitude konstant bleibt. Mit EDGE wurde dann 8-PSK eingeführt. Während bei GMSK pro Symbol nur 1 bit übertragen werden kann, sind dies bei 8-PSK 3 bit, jedoch wird dafür ein höheres Signal-Rauschleistungsverhältnis bei der Funkverbindung benötigt.

Nach dem Sende-Burst schaltet das Mobiltelefon auf die um 45 MHz versetzte Empfangsfrequenz, und empfängt dort den Burst des Rückkanals von der Basisstation. Da Uplink und Downlink um drei Zeitschlitze versetzt auftreten, genügt eine Antenne für beide Richtungen. Zur Erhöhung der Störfestigkeit kann auch das Frequenzpaar periodisch gewechselt werden (frequency hopping), so entsteht eine Frequenzsprungrate von 217 Sprüngen pro Sekunde.

## Datenübertragung

Wird ein GSM-Kanal für Datenübertragung genutzt, erhält man nach den Dekodierschritten eine nutzbare Datenrate von 9,6 Kbit/s. Diese Übertragungsart wird Circuit Switched Data (CSD) genannt. Eine fortschrittliche Kanalkodierung ermöglicht auch 14,4 Kbit/s.

GSM wurde ursprünglich hauptsächlich für Telefongespräche, Faxe und Datensendungen mit konstanter Datenrate konzipiert. Somit sind die erreichbaren Datenraten für viele Internet- und Multimediaanwendungen zu wenig. Darüber hinaus wurden gepulste Datensendungen mit stark schwankender Datenrate, wie es beim Internet üblich ist, nicht eingeplant.

Mit dem Erfolg des Internets begann daher die sogenannte "Evolution von GSM", bei der das GSM-Netz komplett abwärtskompatibel mit Möglichkeiten zur paketorientierten Datenübertragung erweitert wurde.

## Erweiterungen und Weiterentwicklungen von GSM

### HSCSD

HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) stellt eine Erweiterung des GSM-Mobilfunk-Standards um schnellere Datenübertragung dar. Es erlaubt theoretisch Übertragungsgeschwindigkeiten bis zu etwa 115,2 Kbit/s ( $= 8 * 14,4 \text{ Kbit/s}$ ) durch Bündelung mehrerer Datenkanäle.

Technisch handelt es sich um eine Bündelung mehrerer benachbarter Zeitschlitze auf eine logische Verbindung. Im GSM werden je Frequenz acht Zeitschlitze zeitversetzt übertragen. Theoretisch könnten alle acht Funkschlitze einer Verbindung zugeordnet werden - dies wäre jedoch nur bei Verwendung von zwei Antennen, je einer für Uplink und Downlink möglich. Tatsächlich können so nur maximal vier Kanalschlitze genutzt werden, wobei eine Teilung von 2:2, 3:1 oder 4:1 für den Downlink:Uplink zur Wahl steht. Diese wirken dann als

Multiplikator der Grunddatenrate je Schlitz von 9,6 Kbit/s beziehungsweise 14,4 Kbit/s, mit einem praktischen Maximum von 4x14,4 zu 57,6 Kbit/s.

HSCSD ist besser als GPRS geeignet für Anwendungen, die gleichmäßige Bandbreiten benötigen. (wie z.B. Video-Übertragungen)

## **GPRS**

Bei GPRS (General Packet Radio Service) handelt sich um eine Erweiterung des GSM-Mobilfunk-Standards um paketorientierte Datenübertragung,

Im Gegensatz zum leitungsvermittelten Datendienst HSCSD ist GPRS paketorientiert. Das heißt, die Daten werden beim Sender in einzelne Pakete umgewandelt, als solche übertragen und beim Empfänger wieder zusammengesetzt. Die GPRS-Technik ermöglicht bei der Bündelung aller 8 GSM-Zeitschlitze eines Kanals theoretisch eine Datenrate von 171,2 Kbit/s.

Der tatsächliche Datendurchsatz hängt unter anderem von der Netzlast ab. Bei geringer Last kann ein Nutzer mehrere Zeitschlitze parallel verwenden, während bei hoher Netzlast jeder GPRS-Zeitschlitz auch von mehreren Benutzern verwendet werden kann.

Wenn GPRS aktiviert ist, besteht nur virtuell eine dauerhafte Verbindung zur Gegenstelle (sog. Always-on-Betrieb). Erst wenn wirklich Daten übertragen werden sollen, werden auch Daten gesendet, der Funkraum zu diesem Zeitpunkt benutzt. Deshalb braucht kein Funkkanal dauerhaft (wie bei HSCSD) für einen Benutzer reserviert zu werden.

## **EDGE**

EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) ist wie GPRS eine evolutionäre Weiterentwicklung der GSM-Technik mit dem Ziel der Erhöhung der Datenrate.

Die Steigerung der Datenrate auf bis zu 48 Kbit/s pro Kanal/Nutzer (und in Summe auf bis zu 384 Kbit/s bei 8 Kanälen - im Vergleich GPRS: 171,2 Kbit/s) erreicht man durch einen Wechsel hin zu einem effizienteren Modulationsverfahren (8-PSK anstatt GMSK wie bei GSM). Dieser Wechsel geschieht selektiv nur auf den Kanälen, die von EDGE-fähigen Geräten belegt werden. Dadurch ist eine gleichzeitige störungsfreie Nutzung von GSM/GPRS- und EDGE-fähigen Endgeräten im gleichen Netz möglich.

EDGE ist bisher nur in sehr wenigen Ländern eingeführt worden und in Deutschland nicht verfügbar.

## **UMTS**

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) ist einer der Mobilfunkstandards, die von der ITU für IMT-2000, den Standard der dritten Generation, ausgewählt wurden.

UMTS bietet erweiterte multimediale Dienste und höhere Übertragungsraten als Mobilfunknetze der 2. Generation. Die erste Phase von UMTS (Release 1999) unterscheidet sich vom Vorgängersystem GSM vor allem durch eine neue Funkzugriffstechnologie Wideband-CDMA, die auf CDMA basiert. Durch diese werden höhere Übertragungsraten möglich. Außerdem kann eine Mobilstation mehrere Datenströme gleichzeitig senden, beziehungsweise empfangen. Damit können Nutzer beispielsweise gleichzeitig telefonieren und E-Mails empfangen.

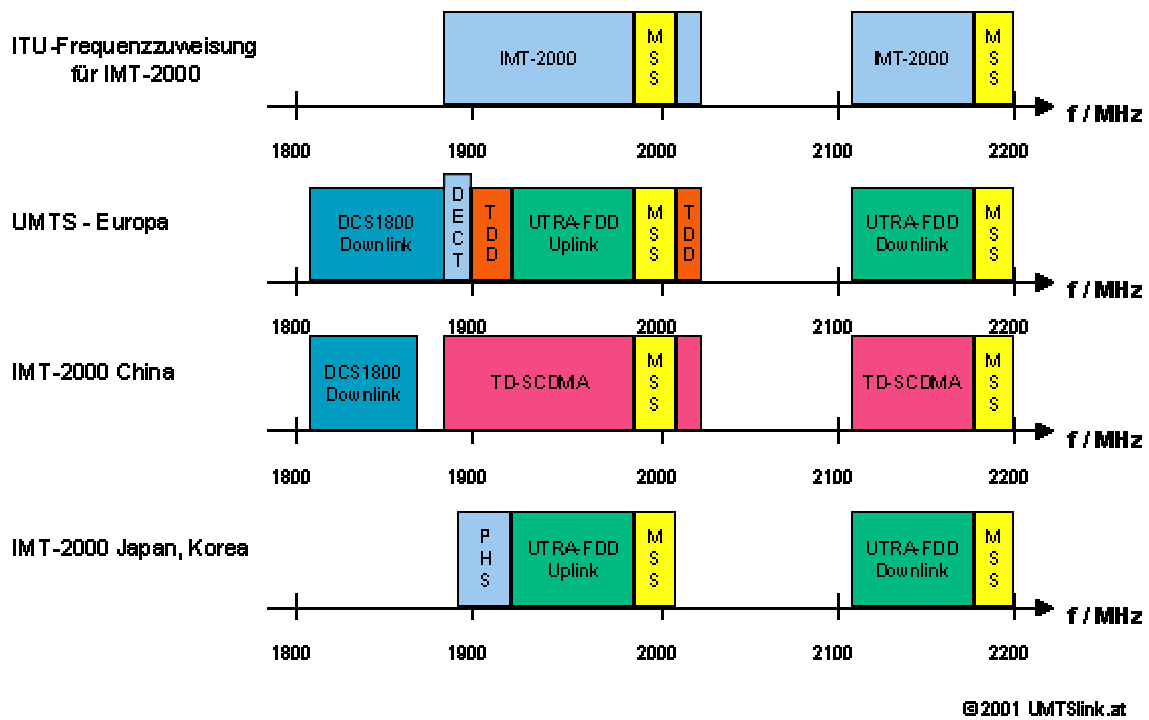


Abb. 9: Verwendete Frequenzen

**Übersicht der Frequenzbänder der Grafik:**

Frequenzbereich [MHz]	Verwendungszweck
1710 – 1785	DCS-1800 Uplinkband (Digital Cellular System = GSM 1800)
1805 – 1880	DCS-1800 Downlinkband
1880 – 1900	DECT – Digital Enhanced Cordless Telecommunications
1900 – 1920	UTRA-TDD (4x 5MHz-Bänder)
1920 – 1980	UTRA-FDD Uplink (12x 5MHz Bänder für Uplink)
1980 – 2010	MSS Uplink (Mobile Satellite Service)
2010 – 2020	UTRA-TDD unlizenzierter Betrieb (2x 5MHz Bänder)
2020 – 2025	UTRA-TDD (1x 5MHz Band)
2110 – 2170	UTRA-FDD Downlink (12x 5MHz Bänder für Downlink)
2170 – 2200	MSS Downlink (Mobile Satellite Service)

**Physikalische Übertragung auf der Luftschnittstelle**

Beim Codemultiplexverfahren (CDMA für Code Division Multiple Access) werden die Daten (Signale) mehrerer Quellen oder Sender gleichzeitig auf derselben Frequenz übertragen. Um ein Datenbit zu übertragen, wird eine dem Sender zugewiesene Bitfolge (der Code) übertragen. Die Datenrate auf dem Übertragungskanal, auch als chip rate bezeichnet, ist somit ein Vielfaches der Datenrate des Quellensignals. Zur Übertragung des Bitwerts "1" wird der Code selbst, für den Bitwert "0" der inverse Code übertragen. Sind mehrere Sender gleichzeitig aktiv, entsteht hierdurch ein Signalgemisch.

Der Empfänger filtert das Signal eines bestimmten Senders aus dem Signalgemisch heraus, indem er die Korrelation zwischen dem ihm bekannten Codemuster des Senders und dem Signalgemisch berechnet.

Um eine gegenseitige Beeinflussung der Signale der unterschiedlichen Sender zu vermeiden, müssen Codemuster zugewiesen werden, die unabhängig voneinander sind. Man bezeichnet solche Codemuster dann als orthogonal. Ein Empfänger, der das Codemuster eines bestimmten Senders sucht, "sieht" Sendesignale mit orthogonalem Codemuster als Rauschen auf dem Übertragungskanal.

Wideband CDMA (WCDMA) ist ein CDMA-Verfahren, bei dem das zu sendende Signal stark gespreizt wird, so dass es eine größere Bandbreite einnimmt und somit weniger stör anfällig gegen schmalbandige Störimpulse wird. Außerdem kann dadurch die Sendeleistung pro Hz verringert werden. WCDMA wird z.B. bei UMTS verwendet. Die hierbei eingesetzte Bandbreite liegt, je nach Netzbetreiber, bei 4,4 - 5 MHz.

Bei UMTS können unterschiedlichen Sendern unterschiedlich lange Codemuster zugewiesen werden. Je länger der Code um so geringer die Nutzdatenrate, aber auch um so geringer die benötigte Sendeleistung. Für eine Bruttodatenrate von 1920 Kbit/s im Uplink wird beispielsweise ein Codemuster mit der Länge 4 bit verwendet; bei 30 Kbit/s Bruttodatenrate ist der Code 256 bit lang. Dabei wird eine konstante chip rate von 3,84 Mcps und das Modulationsverfahren QPSK verwendet.

UMTS bzw. WCDMA Netze können auf zwei Arten aufgebaut werden:

Im **FDD-Modus** (Frequency Division Duplex, Frequenzmultiplex) senden Mobil- und Basisstation in zwei verschiedenen Frequenzbereichen: Im Uplink-Kanal sendet das Mobilteil, im Downlink-Kanal die Basisstation. Derzeit bauen die deutschen UMTS-Netzbetreiber ihre Netze im FDD-Modus auf, die damit erzielbare Datentransferrate liegt derzeit bei 384 Kbit/s für den Downlink.

Im **TDD-Modus** (Time Division Duplex, Zeitmultiplex) senden Mobil- und Basisstation im gleichen Frequenzband, jedoch zu unterschiedlichen Zeiten. Das Verfahren ist technisch aufwendiger, vor allem wenn sich der Sender bewegt oder weit von der Basisstation entfernt ist, können Timing-Probleme auftreten. Mit W-CDMA im TDD-Modus soll eine Datentransferrate von bis zu 2 Mbit/s (genauer 1920 Kbit/s) für den Downlink erreicht werden können.

## HSDPA

High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) ist ein neues Übertragungsverfahren des Mobilfunkstandards UMTS. Er ist im Rahmen von Release 5 UMTS 3GPP definiert und soll theoretische Downlink-Datenraten von 14,4 Mbit/s, also die schnelle Übertragung großer Datenmengen (für z.B. Filme etc.) zwischen Basisstation und Mobilgerät ermöglichen. Unter optimalen Bedingungen sind 10,8 Mbit/s möglich. Die praktisch erreichbare und nutzbare Datenrate wird jedoch aufgrund der Fehlerkorrektur und von Interferenzen weit darunter liegen.

Aufgrund der Kanalkodierung zur Fehlerkorrektur mit einer maximalen Rate von  $3/4$  erreicht die nutzbare Datenrate im Fall von QPSK aber höchstens 5,4 Mbit/s, im Fall von 16-QAM maximal 10,8 Mbit/s, allerdings nur unter günstigen Funkbedingungen. Zum Erreichen dieser Datenrate werden jedoch alle 15 CDMA-Codes der Länge 16 von der Basisstation verwendet, die Zelle ist somit ausgelastet.

Im Kern läuft das Verfahren darauf hinaus, dass ein verbesserter Scheduler in der Basisstation die Datenlast effektiver verteilt und je nach Qualität der Verbindung die Kanal-kodierung (1/4, 2/4 oder 3/4) und das Modulationsverfahren (QPSK, 16-QAM) angepasst wird.

Die Übertragung erfolgt in Intervallen (Transmission Time Interval, TTI) von drei UMTS-Zeitschlitzten. Ein TTI hat also eine Länge von exakt 2 ms. In dieser Zeit können einem HSDPA-fähigen Endgerät bis zu 15 parallele Kanäle zugewiesen werden, wobei der praktische Datendurchsatz nicht proportional zur Anzahl der Kanäle steigt, da mit jedem zusätzlichen Kanal die Interferenz zunimmt und sich die Kanalqualität verschlechtert.

Ein HSDPA-fähiges Endgerät sendet im Gegenzug alle 2 ms eine Information über die Kanalqualität (Channel Quality Indicator, CQI). Anhand der empfangenen CQI-Werte verschiedener Endgeräte und unter Berücksichtigung anderer Daten (Pufferfüllstand, Prioritäten etc.) entscheidet die UMTS-Basisstation darüber, welche Endgeräte mit wieviel parallelen Kanälen bedient werden sollen.

Im Gegensatz zu anderen UMTS-Datenübertragungsverfahren gibt es bei HSDPA keinen Soft Handover, jedes Endgerät empfängt die HSDPA-Kanäle zu jedem Zeitpunkt immer nur von einer einzigen Basisstation.

## **HSUPA**

Zur Erhöhung der Datenrate im Uplink befindet sich HSUPA (High Speed Uplink Packet Access) bereits in der Standardisierung. Damit können im Uplink Datenraten von theoretisch bis zu 5,7 Mbit/s erreicht werden. Ähnlich wie bei HSDPA wird die praktisch erreichbare und nutzbare Datenrate darunter liegen. Zur Erhöhung der Datenrate im Uplink kommen ähnliche Maßnahmen zur Anwendung wie bei HSDPA (Verbesserung des Scheduling, hybrides ARQ mit Soft Combining, Verkürzung der TTI-Intervalle). Allerdings unterscheidet sich die Umsetzung im Detail, da es bei einem CDMA-System fundamentale Unterschiede zwischen Uplink und Downlink gibt. Beispielsweise wirkt im Uplink die durch alle Teilnehmer verursachte Interferenz limitierend, während im Downlink die maximale Übergangsleistung und die Anzahl der zur Verfügung stehenden Channelization Codes die begrenzende Ressource darstellen, was Implikationen auf den Scheduling Algorithmus hat. Des Weiteren wird Link Adaption im Uplink durch schnelle Leistungsregelung (fast Power Control) realisiert und im Gegensatz zu HSDPA werden bei HSUPA keine höherstufigen Modulationsverfahren eingesetzt. HSUPA soll mit dem UMTS Release 6 verfügbar sein. Mit einer Markteinführung dürfte hier etwa zwei Jahre nach der Einführung von HSDPA zu rechnen sein.

## **E-UTRAN**

Erste Standardisierungsaktivitäten in 3GPP (3rd Generation Partnership Project) im Hinblick auf eine Erhöhung der Datenraten auf bis zu 100 Mbit/s im Downlink bzw. 50 Mbit/s im Uplink sind bereits in vollem Gange. Derzeit läuft die Studienphase für diese als E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network) bezeichnete Erweiterung, in der zunächst verschiedene Konzepte für den Funkzugriff untersucht werden. Die erste Version eines E-UTRAN-Standards soll spätestens bis Mitte 2007 abgeschlossen werden. Die Markteinführung ist etwa zum Jahr 2010 geplant.



## MBMS

In 3GPP befindet sich derzeit die Erweiterung von UMTS um den Dienst Multimedia Broadcast Multicast Service (MBMS) in der Standardisierung. Hierbei sollen zusätzlich zu den schon existierenden Prozeduren für die Punkt-zu-Punkt-Übertragung neue Prozeduren definiert werden, mit denen eine Ressourcenschonende Punkt-zu-Mehrpunktübertragung realisiert werden kann. Das Ziel der Minimierung der benötigten Netzwerkressourcen bei Punkt-zu-Mehrpunktanwendungen bezieht sich dabei sowohl auf das Kernnetz als auch auf das Funkzugangnetz. Es sollen Streaming-, Download- und Karusselldienste durch MBMS unterstützt werden. Unterschieden wird bei MBMS zwischen dem Broadcast- und dem Multicastmodus.

Beim Broadcastmodus findet keine Interaktion zwischen Netz und Nutzer statt, d. h. es werden vergleichbar einer TV-Ausstrahlung Daten in einem festgelegten Gebiet ausgestrahlt. Die Anzahl der Empfänger muss hierzu nicht notwendigerweise bekannt sein. Es handelt sich um eine Art „Push“-Service, bei der MBMS nicht speziell aktiviert werden muss. Der Netzbetreiber hat allerdings die Möglichkeit, das Broadcastgebiet individuell zu konfigurieren bzw. nur für bestimmte Nutzergruppen (z. B. die eigenen Kunden) freizuschalten. Der Broadcastdienst unterstützt sowohl Anwendungen wie z. B. Streaming als auch die Übertragung z. B. von einzelnen Mitteilungen (vgl. MMS).

Beim Multicastmodus muss der Nutzer sein Interesse am Datenempfang dem Netz signalisieren. Die Dienste müssen dabei ggf. einzeln freigeschaltet werden. Dies kann vom Nutzer selbst, dem Netzbetreiber oder dem Content Provider vorgenommen werden. Vergleichbar der Situation im Broadcastmodus kann die Datenausstrahlung auf ein bestimmtes Gebiet beschränkt werden, wobei hier die zusätzliche Möglichkeit besteht, die Übertragung auf die Zellen zu beschränken, in denen sich tatsächlich auch Nutzer des entsprechenden Dienstes aufhalten. Im Falle einer lokal begrenzten Nutzergruppe mit einem Bedarf an Informationen geringerer Datenrate ist der Multicastmodus von Vorteil.

Unabhängig vom jeweiligen Modus unterstützt und überträgt MBMS alle Datentypen, wie z. B. Audio, Video, Daten und deren Kombinationen. Die begrenzten Kapazitäten der Funkschnittstelle bedingen jedoch eine angemessene Abstimmung der Parameter von Applikation und Funknetz. Im Allgemeinen sollen die bereits existierenden Codecs (z. B. H264/AVC, AMR-WB und Enhanced AAC+) unterstützt werden, um eine möglichst hohe Ausnutzung der multimedialen Möglichkeiten der mobilen Endgeräte zu erreichen.

Die MBMS-Technologie soll zukünftig eine maximale Nutzerdatenrate von 256 kbit/s anbieten. Der momentane Entwicklungsstand ist in der Lage, eine Datenrate von 128 kbit/s für eine akzeptable Anzahl von Nutzern innerhalb der Zelle (Größenordnung der Versorgungswahrscheinlichkeit ca. 90%) anzubieten.

MBMS wird frühestens im Jahr 2007/2008 mit der Verfügbarkeit von UMTS-Release 6 marktfähig sein. Es gibt jedoch auch deutlich pessimistischere Schätzungen, die von einer Markteinführung erst in den Jahren 2009 oder 2010 ausgehen.

### 3. Neue drahtlose Übertragungssysteme

Eine Vielzahl anderer drahtloser Breitband-Technologien ist derzeit in der Entwicklung und es ist davon auszugehen, daß diese in den nächsten Jahren weiter verbreitet werden. Im folgenden werden einige Technologien kurz vorgestellt, die zukünftig eine wichtige Rolle spielen können - öffentliches WLAN, WiMAX und Flash OFDM sowie die lokalen drahtlosen Zugangstechnologien lokales WLAN und UWB:

#### WLAN

Mit Wireless LAN (Wireless Local Area Network, WLAN) bezeichnet man ein öffentliches „drahtloses“ kurzreichweitiges/lokales Funknetz, wobei meistens ein Standard der IEEE 802.11-Familie gemeint ist.

#### Frequenzen

Es gibt mittlerweile mehrere WLAN-Frequenzbänder, die teilweise auf völlig unterschiedlichen Frequenzen arbeiten:

Standard	Frequenzen	Kanäle
IEEE 802.11a	5.15 GHz bis 5.725 GHz	Kanäle: 19, alle überlappungsfrei, in Europa mit TPC und DFS nach 802.11h
IEEE 802.11b	2.4 GHz bis 2.4835 GHz	Kanäle: 11 in den USA / 13 in Europa / 14 in Japan. Maximal 3 Kanäle überlappungsfrei nutzbar.
IEEE 802.11g	2.4 GHz bis 2.4835 GHz	Kanäle: 11 in den USA / 13 in Europa / 14 in Japan. Maximal 3 Kanäle überlappungsfrei nutzbar.

Die Kanalbandbreite beträgt bei allen Standards zwischen 10 und 30 MHz.

#### Datenraten

IEEE 802.11	2 Mbit/s maximal
IEEE 802.11a	54 Mbit/s maximal (108 Mbit/s bei 40 MHz Bandbreite proprietär)
IEEE 802.11b	11 Mbit/s maximal (22 Mbit/s bei 40 MHz Bandbreite proprietär, 44 Mbit/s bei 60 MHz Bandbreite proprietär)
IEEE 802.11g	54 Mbit/s maximal
IEEE 802.11h	54 Mbit/s maximal (108 Mbit/s bei 40 MHz Bandbreite)
IEEE 802.11n	540 Mbit/s max. (Verabschiedung des Standards voraussichtlich 2006)

Diensteanbieter basierte WLAN Netzwerke befinden sich gerade stark im Aufbau und bedecken bereits verschiedene Innenstädte. In einigen Ländern wird dieser Ausbau von den örtlichen Behörden stark unterstützt und zum Teil finanziert.

## UMA

UMA (Unlicensed Mobile Access) ist eine Technologie, die den konvergenten Zugriff auf zellulare 2.5G-3G Mobilfunkdienste und WLAN Dienste ermöglicht.

Unlicensed (unlizenziert) heißt in diesem Zusammenhang, dass weder Mobilfunkkunde noch Netzbetreiber Lizenzen für den Betrieb zahlen müssen, im Gegensatz zum klassischen Mobilfunk. UMA ermöglicht Handover und Roaming, also die Übernahme von laufenden Gesprächen, zwischen beiden Netzwerken. Erste Implementierungen sind für 2006 zu erwarten.

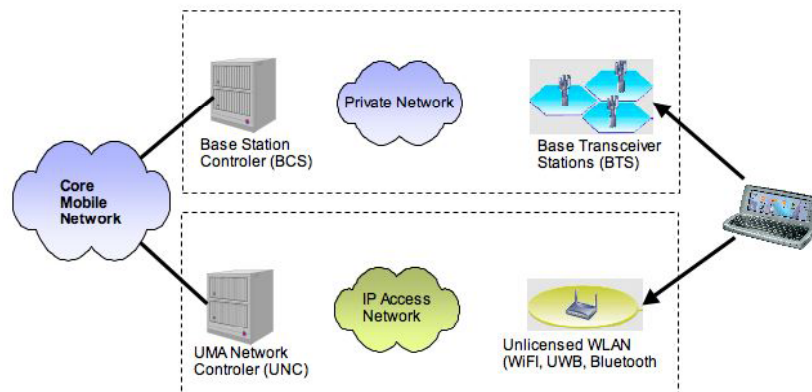


Abb. 10: UMA

## UWB

Bei UWB (Ultra Wide Band) handelt es sich um eine kurzreichweitige Breitband Technologie, die die Einfachheit und Mobilität drahtloser Kommunikation auf Hochgeschwindigkeitsverbindungen zwischen Geräten im digitalen Haushalt und Büro überträgt.

UWB bietet die Möglichkeit der digitalen Funkübertragung mit hoher Datenrate für kurze Distanzen und ermöglicht so die drahtlose Verbindung mehrerer Geräte zur Übertragung von z.B. Audio, Video und anderer breitbandiger Daten.

Dabei werden die Informationen nicht einer bestimmten sinusförmigen Trägerfrequenz aufmoduliert, sondern durch eine definierte Folge kurzer Impulse übertragen. Dadurch wird das Trägersignal sehr breitbandig und die Sendeleistung verteilt sich auf einen großen spektralen Bereich.

Für einen schmalbandigen Empfänger erscheint ein UWB-Signal wie Rauschen, dadurch kann UWB im gleichen Frequenzbereich eingesetzt werden, wie herkömmliche Übertragungsverfahren.

## WiMAX

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) ist ein neuer Standard (IEEE 802.16) für regionale Funknetze, der hohen Datentransfer über große Reichweiten ermöglicht. Mit theoretisch bis zu 50 km Reichweite und einer Datentransferrate von bis zu 109 Mbit/s (bei 28 MHz Bandbreite) übertrifft WiMAX die derzeit aktuelle WLAN-Technik, die im Außenbereich-Einsatz mit 802.11a/h-Technik auf bis zu 20 km Reichweite (bei Datenraten

bis zu 108 Mbit/s) kommt. Allerdings setzen diese theoretischen Werte bei WiMAX eine Sichtverbindung (LoS, Line of Sight) voraus, und werden nicht gleichzeitig, sondern nur alternativ erreicht. Transferraten und Reichweiten bei Nichtsichtverbindungen entsprechen im Moment denen von UMTS.

WiMAX kann für eine Vielzahl von Anwendungen benutzt werden, unter anderem Breitbandverbindungen auf der „letzten Meile“, Hotspots sowie Hochgeschwindigkeits-Unternehmenskommunikation. Aufgrund der hohen Leistungsfähigkeit wird die WiMAX-Technik unter anderem auch als Alternative zu DSL-Leitungen und UMTS diskutiert.

In Deutschland findet derzeit ein Pilotbetrieb in mehreren Städten/Regionen statt.

### **Flash OFDM**

Bei FLASH-OFDM® (FLASH (Fast Low-latency Access with Seamless Handoff) - OFDM® (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)) handelt es sich um eine weitere innovative zellulare Technologie um mobilen Breitbandinternetzugang zu ermöglichen.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) ist ein Mehrträgerverfahren. Anstatt einen einzelnen Signalträger zu modulieren, werden mehrere tausend Träger gleichzeitig moduliert. Jeder einzelne Träger ist phasen- und amplitudenmoduliert und trägt daher die Information von mehreren Bits pro Symbol.

OFDM kombiniert die Eigenschaften der beiden Vorgänger – TDMA and CDMA – um die einzigartigen Anforderungen mobiler Nutzer von Breitbanddaten- und paketorientierten Sprachdiensten zu berücksichtigen.

Im Download lassen sich Daten mit durchschnittlich 1 Mbit/s bis 1,5 Mbit/s auf das Endgerät laden. Die Spitzenraten sollen sogar bis 3,2 Mbit/s betragen. Der Upload läuft üblicherweise mit 300 bis 500 Kbit/s, hier sollen bis zu 900 Kbit/s möglich sein.

Dank der großen räumlichen Ausdehnung der Funkzellen im 450-MHz-Frequenzspektrum eignet sich Flash-OFDM zum Beispiel gut für die Versorgung ländlicher Gebiete.

## 4. Vision „Mobile Broadcast“

### Eckpunkte zu einer möglichen Gestaltung künftiger Broadcast-Dienste

#### Wo stehen wir heute?

Die klassischen Rundfunkdienste „Hörfunk“ und „Fernsehen“ haben sich in der Vergangenheit entsprechend den zum jeweiligen Zeitpunkt bestehenden technischen und regulatorischen Möglichkeiten entwickelt. Zur Übertragung wurden zum jeweiligen Zeitpunkt geeignete, verfügbare und mit vertretbarem Aufwand technisch nutzbare Frequenzbereiche gewählt.

Auch zu Beginn der Digitalisierung der Rundfunkdienste, d.h. bei der Einführung von DAB und DVB-T, wurden die Dienste „Hörfunk“ und „Fernsehen“ noch getrennt und primär für ihren eigentlichen Verwendungszweck, der Übertragung von Hörfunk- bzw. Fernsehprogrammen, entwickelt, geplant und eingeführt. Bei DAB wurde dabei erstmalig ein Frequenzbereich, der ursprünglich vorrangig für den Fernsehrundfunk genutzt wurde, auch für den Hörfunk verwendet (Band III) und zusätzlich wurde ein für den Rundfunk völlig neuer Frequenzbereich (L-Band) erschlossen.

Im Zuge der Weiterentwicklung der Standards für Mobile Broadcast und der Bemühungen zur Einführung von neuen Rundfunkdiensten für den mobilen Empfang mit kleinen, portablen Endgeräten wurde es immer wichtiger, dass sich mit beiden Systemen sowohl Hörfunk- wie auch Fernsehinhalte übertragen lassen. Besonders für neue mobile digitale Rundfunkdienste besteht keine Notwendigkeit, die historisch gewachsene, getrennte, dienstebezogene Nutzung spezieller Frequenzbereiche aufrecht zu erhalten.

Neben dem technologischen Wandel lassen sich auch Veränderungen des Versorgungsbedarfs erkennen. Haben die Programmanbieter früher u. a. aus politischen Gründen (Grundversorgungsauftrag) eine möglichst flächendeckende Versorgung angestrebt, so interessieren sie sich heute, nicht zuletzt auch aus wirtschaftlichen Gründen, für Ballungsräume, d.h. für Gebiete und große Städte mit hoher Bevölkerungsdichte. Dies führt dazu, dass in den Ballungsräumen eine größere Anzahl von Programmen übertragen werden soll und ein entsprechend großer Bandbreitenbedarf besteht, während in eher ländlichen Regionen weniger Programme zu einem entsprechend geringeren Bandbreitenbedarf führen.

#### Aktuelle Entwicklungen und Perspektiven

Aus Sicht des Nutzers besteht auch in Zukunft ein Bedarf von Hörfunk-, Fernseh- und Mobile Broadcast – Diensten sowohl in Ballungsräumen wie auch in der Fläche.

Das terrestrische Fernsehen in Europa wird mittels des DVB-T Standards bevorzugt im UHF-Bereich ausgestrahlt. Gleiches gilt auch für Mobile Broadcast-Dienste über DVB-H.

Der digitale Hörfunk braucht für die Ablösung des UKW-Rundfunks eine vollständige Flächenversorgung. Diese ist am effektivsten im VHF-Bereich zu realisieren. Durch eine zusätzliche L-Band Versorgung kann der höhere Bedarf in Ballungsräumen abgedeckt werden. Das Digital Radio DAB wird durch DMB als abwärtskompatibler Standard mit abgebildet. Somit kann DMB die für DAB vorgesehenen Frequenzen nutzen.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass zumindest die öffentlich-rechtlichen Programmanbieter auch in Zukunft Free-to-Air - Inhalte im Bereich Hörfunk, Fernsehen und Mobile Broadcast aussenden möchten.

Darüber hinaus planen kommerzielle Diensteanbieter (z.B. Mobilfunknetzbetreiber) Hörfunk-, Fernseh- und Mobile Broadcast-Dienste mit verschiedenen Geschäftsmodellen in Verbindung mit Rundfunksendernetzen anzubieten, die in der Regel mit einem Zugangsschutz versehen sein werden. Aktuelle Überlegungen gehen von ein bis zwei DVB-H Bedeckungen im UHF - Band und von flächendeckenden DMB Bedeckungen im VHF- und L-Band mit regionalen Aspekten aus.

Wegen einer großen Varianz von Diensten und Endgeräten ist es wichtig, offene Standards zu nutzen, die Interoperabilität gewährleisten. Es ist davon auszugehen, dass Hersteller Endgeräte sowohl für Free-to-Air-Dienste wie auch für Dienste geschlossener Benutzergruppen entwickeln werden.

### **Mögliches Zukunftsszenario für Mobile Broadcast**

Angesichts der veränderten Anforderungen beim mobilen Empfang stellt sich die Frage, ob für „Mobile Broadcast“ eine technologische Trennung in Hörfunk und Fernsehen und der dafür vorgesehenen Frequenzbereiche in Deutschland heute noch sinnvoll ist und wie ein Zukunftsszenario aussehen könnte.

Aufgrund der dargestellten Perspektiven und der Erfahrungen aus den verschiedenen Pilotprojekten erscheint es zweckmäßig, die Wahl des Übertragungssystems und des Frequenzbereichs primär vom Bedarf und den Anforderungen des jeweiligen Dienstes abhängig zu machen, z.B. Bandbreitenbedarf, Versorgungserwartungen sowie auch Wirtschaftlichkeit und Geschäftsmodelle.

Am Beispiel MobileTV ist gut zu erkennen, dass DMB und DVB-H/IPDC technologisch derzeit miteinander konkurrieren. Ziel könnte es sein, beide Verfahren je nach Bedarf und Anforderung ergänzend einzusetzen und in der ferneren Zukunft möglicherweise auch die Vorteile beider, u.a. die volle Skalierbarkeit der Bandbreite, in einem übergreifenden Systemkonzept zu kombinieren. Dieses Ziel wird derzeit im DXB – Projekt verfolgt.

Dies führt zu der Frage, welches Szenario den Anforderungen von „Mobile Broadcast“ sowohl aus versorgungstechnischer, physikalischer und frequenzökonomischer Sicht – in welchem Frequenzbereich – am besten gerecht wird.

### **Für „Mobile Broadcast“ wird folgende Vision für die zukünftige Frequenzbereichsnutzung aufgestellt:**

- Es gibt künftig keine explizite, frequenzbezogene Differenzierung zwischen Digital Radio und Mobil TV. Vielmehr soll das Frequenzspektrum verfügbarkeits- und bedarfsorientiert genutzt werden.
- Mobile Broadcast in Ballungsräumen und großen Städten über DVB-H/IPDC, vorrangig im UHF – Bereich und ergänzend über eDAB/IPDC (DMB) im L-Band und im VHF – Bereich
- Mobile Broadcast in der Fläche über eDAB/IPDC vorrangig im VHF – Bereich und ergänzend oder bei steigendem Übertragungsbedarf über DVB-H/IPDC im UHF Bereich

Folgende Gründe sprechen für dieses Szenario:

### **Argumente für DVB-H/IPDC in Ballungsräumen**

In einem DVB-H Multiplex lassen sich viele Programme kostengünstig übertragen. DVB-H ist daher ideal für den erwarteten, großen Übertragungs-/ Bandbreitebedarf in Ballungsräumen geeignet. Durch die hohe Anzahl von Programmen ist ein wirtschaftlicher Betrieb des Sendernetzes möglich.

### **Argumente für eDAB/IPDC (DMB) in der Fläche**

DMB bzw. ebenso das künftige eDAB/IPDC ist grundsätzlich besser skalierbar, d.h. es lassen sich weniger Programme bei dafür geringeren Netzkosten übertragen. Dadurch ist aber auch mit weniger Programmen ein wirtschaftlicher Aufbau und Betrieb eines Sendernetzes möglich. Aus diesem Grund bietet sich eDAB/IPDC besonders für eine Versorgung der Fläche mit einem nach heutigen Erkenntnissen geringeren Übertragungsbedarf an.

Darüber hinaus besitzt eDAB/IPDC den Vorteil einer hohen Flexibilität bei einem künftig eventuell steigenden Versorgungsbedarf. Da man in einem VHF – Kanal mit 7 MHz Bandbreite bis zu vier eDAB/IPDC (DMB) – Multiplexe übertragen kann, ist durch den Aufbau einer entsprechenden Anzahl von Multiplexen eine optimale Anpassung des Netzes an den Versorgungsbedarf möglich.

## **Endgeräte**

Eine weitere Voraussetzung für eine Umsetzung des zuvor beschriebenen Szenarios ist die Verfügbarkeit geeigneter Endgeräte. Diese müssen für das Szenario grundsätzlich folgende Eigenschaften besitzen:

1. Multistandard-Empfänger (DVB-H und DMB Standards implementiert)
2. Fähigkeit IP-Dienste zu bedienen (DXB)
3. Mehrband-Empfänger für VHF, UHF und L-Band

Derzeit kommen erste serienreife Handys mit DMB-Empfang auf den deutschen Markt, ebenso stehen auch erste DVB-H Handys kurz vor der Marktreife. Systemseitig ist eine Zusammenführung beider Systeme in einem Endgerät absehbar, da erste Universalchips für beide Standards bereits entwickelt werden. Parallel dazu laufen im schon erwähnten DXB-Projekt Bemühungen, die Protokollschichten im Standard von DAB um den IP-Layer zu erweitern, um auch IP-Dienste über DAB zu ermöglichen und so eine Basis für eine universelle Plattform zu schaffen. Daher ist es durchaus realistisch, dass mittelfristig Endgeräte die unter Punkt 1. und 2. genannten Eigenschaften besitzen.

Derzeit noch kritisch sind hingegen die Anforderungen eines Mehrbandempfangs zu bewerten. Der wesentliche Unterschied zu den bekannten Triband -Handys ist im vorliegenden Szenario der große Frequenzunterschied der genannten Frequenzbereiche, von 175 MHz bis ca. 1500 MHz, der den Einbau geeigneter Antennen und entsprechender Filter im Empfängereingang erfordert.

Wie diese technischen Herausforderungen in Zukunft umgesetzt werden können und welche Geräteeigenschaften damit letztendlich erreichbar sein werden bleibt abzuwarten.

Grundsätzlich muss für den Indoorempfang mit Handheld – Geräten eine ausreichende Leistungsausstattung der Sendernetze vorgesehen werden.

## Zusammenfassung

Mit dem hier beschriebenen Szenario scheint mittelfristig eine optimale Nutzung der verschiedenen Eigenschaften der Übertragungsstandards und der zur Verfügung stehenden Frequenzbereiche und eine Anpassung an die jeweiligen Anforderungen möglich.

Dies gilt grundsätzlich für alle zu übertragenden „Mobile Broadcast“ Inhalte, d.h. sowohl für Fernsehen und Hörfunk wie auch für mögliche, interaktive Medien- und Datendienste.

Das Szenario ist auch kompatibel mit den derzeit laufenden Markteinführungen von DMB und DVB-H/IPDC, da die derzeit im Aufbau befindlichen Sendernetze für DMB im L-Band und die geplanten Pilotprojekte für DVB-H/IPDC im UHF-Bereich davon nicht tangiert werden. Mit der fortschreitenden Erweiterung des Standards für DAB im DXB-Projekt und der Verfügbarkeit des VHF-Frequenzbereichs könnte die Basis für ein universelles Netz für „Mobile Broadcast“ in der Fläche gelegt werden. Parallel dazu kann in den Ballungsräumen – basierend auf den Ergebnissen der Planungskonferenz RRC06 und der fortschreitenden Digitalisierung in Deutschland und den Nachbarstaaten – DVB-H/IPDC aufgebaut werden, um hier dem höheren Übertragungsbedarf nachzukommen.

Voraussetzung für die Umsetzung dieser Vision ist die notwendige Flexibilität, Interoperabilität und Leistungsfähigkeit der Endgeräte.



# 5. Anhang

## 5.1 Übersichtsmatrix der technischen Parameter gemäß Standardisierung

	DVB-H	DAB		Remarks
		Band III	L-Band	
<b>Frequency</b>				
Regulated range	VHF: 174-230 MHz, UHF: 470-862 MHz	174-230 MHz	1440-1504 MHz 1472-1492MHz (Germany)	certain guard band to uplink channel needed
Possible other ranges	L-Band if blocking is possible			
Specified bandwidth	5,6,7,8 MHz	1,5 MHz		
Spectrum efficiency	0.46-1.86 bps/Hz	0.76 bps/MHz		depending on transmission parameters for DMB: PL 3-A, RS-code from DVB-T
Regulatory aspects	As DVB-T	AS T-DAB		per country
Availability from technical point of view	Now	Now	Now	
Availability from regulatory point of view	countries, who will not use all planned DVB-T MUX for nationwide services. It is still an open question in some European countries	dense usage for analogue TV, DAB and DVB-T	All European countries except Norway	refer to special sheet or chapter in document maybe W11 to be integrated
<b>Transmission</b>				
Modulation	COFDM	COFDM		
Constellation	QPSK, 16QAM, 64QAM	DQPSK		
Physical layer signalling	TPS	TIL		
Guard interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4		
Guard interval time	224 µs to 7 µs	up to 246µs	62-123 µs	
FFT size	2k, 4k, 8k	256, 512, 1k, 2k		
Inner coding scheme	1/2 ...7/8	enhanced stream mode		convolutional code for DVB-H and DMB
Time slicing period	> 100 msec to 40 sec.	being evaluated by DxB		impact on zapping time and real time service?
Peak bit rate per burst	up to full transport stream	being evaluated by DxB		
Burst size	0.5 to 2 Mbit	being evaluated by DxB		
Burst duration	max burst size/peak burst bit rate	24 ms		for DAB: on physical layer for DVB-H: on IP layer
Time interleaving	yes (with MPE-FEC)	yes (over 16 data bursts = 384 ms)		
Per channel QOS support	Yes, different for each time slice	yes		
Hierarchical modulation	yes	no		
MPE-FEC	yes	no		
Theoretical net data rate	up to 27,7 Mbps	up to 1,5 Mbps		
Parallel reception of services in the same mplx.	Yes	Yes		
Practical net data rate	up to 15 Mbps	up to 1.15 Mbps		depending on transmission parameters for DMB: PL 3-A
Scalability per service	0-10 Mbps (depending on size of time slice)	usually a multiple of 8 kbps more flexibility being evaluated by DxB		
<b>Network</b>				directed to the link budget chapter
Max. SFN cell size	depending on c/n and guard interval	depending on c/n and guard interval		with robust c/n and long guard interval nationwide SFNs are possible, practical SFNs are limited by the RRC allotment plannings, typically reference SFNs are of max 200 km
Typical transmitter distance	25-40 km for portable indoor reception	60 km for portable indoor reception	15 km for mobile reception	source: RRC 04 for DVB-H and DAB Band III Maastricht for L-Band
Transmitter power including ERP	100 W-100 kW	up to 10 kW	up to 4 kW	DAB Band III: limited by regulation DAB L-Band: limited by regulation and available amplifiers
Network costs (OPEX, CAPEX)		depends on the network planning	depends on the network planning	evaluate different scenarios
Seamless handover	Yes	Yes		

## 5.2 Abkürzungen

<b>AAC+</b>	Advanced Audio Coding
<b>AMR-WB</b>	Adaptive Multirate Codec - Wide Band
<b>BCAST</b>	Broadcast - Kommunikationsparameter Broadcast –Protokolloptionen
<b>BT</b>	British Telecom
<b>CA-System</b>	Conditional Access System
<b>CDMA</b>	Code Division Multiple Access
<b>CSD</b>	Circuit Switched Data
<b>CQI</b>	Channel Quality Indicator
<b>DAB</b>	Digital Audio Broadcast
<b>DAB-IP</b>	Digital Audio Broadcast Internet Protocol
<b>DMB</b>	Digital Multimedia Broadcast
<b>DRM</b>	Digital Rights Management
<b>DRM</b>	Digital Radio Mondiale
<b>DVB-C</b>	Digital Video Broadcasting – Cable
<b>DVB-H</b>	Digital Video Broadcasting – Handheld
<b>DVB-S</b>	Digital Video Broadcasting – Satellite
<b>DVB-T</b>	Digital Video Broadcasting – Terrestrial
<b>DXB</b>	Digital eXtended audio Broadcasting
<b>eDAB</b>	extended Digital Audio Broadcasting
<b>EDGE</b>	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
<b>ER-BSAC</b>	Error Resiliend - Bit Sliced Arithmetic Coding
<b>ESG</b>	Electronic Service Guide
<b>ETSI</b>	European Telecommunications Standards Institute
<b>E-GSM</b>	Extended GSM
<b>E-UTRAN</b>	Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network
<b>FDD</b>	Frequency Division duplex, Frequenzmultiplex
<b>FEC</b>	Forward Error Correction
<b>Flash OFDM</b>	Fast Low-latency Access with Seamless Handoff – OFDM
<b>FLUTE/ALC</b>	File Delivery over Unidirectional Transport / Asynchronous Layered Coding
<b>GMSK</b>	Gaussian Minimum Shift Keying
<b>GPRS</b>	General Packet Radio Service
<b>GSM</b>	Global System for Mobile Communications
<b>H.264</b>	Video Codec, aktuellster freigegebener Komprimierungsstandard (= MPEG-4/AVC)
<b>H3G</b>	Netzbetreiber in Italien
<b>HE-AAC</b>	High Efficiency - Advance Audio Coding
<b>HSCSD</b>	High Speed Circuit Switched Data
<b>HSDPA</b>	High Speed Downlink Packet Access
<b>HSUPA</b>	High Speed Uplink Packet Access
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>IPDC</b>	IP Datacast
<b>MBMS</b>	Multimedia Broadcast Multicast Service
<b>Mediset</b>	Programmveranstalter/Betreiber in Italien

---

<b>MOT</b>	Multimedia Object Transfer
<b>MPE</b>	Multi Protocol Encapsulation
<b>MPEG</b>	Moving Picture Experts Group
<b>NPAD</b>	Non Program Associated Data
<b>OFDM</b>	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
<b>OMA</b>	Open Mobile Alliance
<b>PAD</b>	Program Associated Data
<b>PSI</b>	Program Specific Information
<b>QAM</b>	Quadratur Amplituden Modulation
<b>QPSK</b>	Quadrature Phase Shift Keying
<b>RRC06</b>	Regional Radio Conference 2006
<b>RAI</b>	TV Programmveranstalter in Italien
<b>RTP</b>	Real Time Protocol
<b>S-DMB</b>	Satellite Digital Multimedia Broadcast
<b>SFN</b>	Single Frequency Network
<b>SI</b>	Service Information
<b>T-DMB</b>	Terrestrial Digital Multimedia Broadcast
<b>TDD</b>	Time Division Duplex, Zeitmultiplex
<b>TS</b>	Transportstrom
<b>TTI</b>	Transmission Time Interval
<b>UDP</b>	User Data Protocol
<b>UHF</b>	Ultra High Frequency
<b>UMA</b>	Unlicensed Mobile Access
<b>UMTS</b>	Universal Mobile Telecommunications System
<b>UTRA</b>	UMTS Terrestrial Radio Access
<b>UWB</b>	Ultra Wide Band
<b>VC1</b>	Videocodec, basierend auf Windows Media 9
<b>VHF</b>	Very High Frequency
<b>WCDMA</b>	Wideband CDMA
<b>WI95</b>	Frequenz- Planungskonferenz Wiesbaden 1995
<b>WiMAX</b>	Worldwide Interoperability for Microwave Access
<b>WLAN</b>	Wireless Local Area Network
<b>XML</b>	Extensible Markup Language

### 5.3 Mitwirkende der Arbeitsgruppe

Das vorliegende Dokument wurde von der Unterarbeitsgruppe M3.1 „Infrastruktur“ der Arbeitsgruppe M3 „Multi Media Mobil“ der Deutschen TV Plattform erstellt.

Die Unterarbeitsgruppe setzte sich wie folgt zusammen:

Artymiak, Sebastian	VPRT
Becker, Sven	IMK, Fraunhofer Institut
Frisch, Jürgen	Metz Werke
Frischholz, Richard	T-Systems Media&Broadcast
Froese, Kai	Nokia
Hofmann, Klaus	Pro7/Sat1
Kirchknopf, Rainer	ZDF
Kornfeld, Michael	TU Braunschweig
Möderl, Klaus	Kathrein
Müller, Reiner	BLM
Rabe, Rainer	LRP
Sattler, Prof. Dr. Claus	Broadcast Mobile Convergence Forum
Sewczyk, Jürgen	Deutsche TV-Plattform
Siakkou, Dr. Manfred	DLR
Spreitz, Gerald	Bosch
Tilly, Pascal	German Access
Weck, Dr. Ing. Chris	IRT
Weyler, Peter	T-Systems Media&Broadcast

\* \* \*