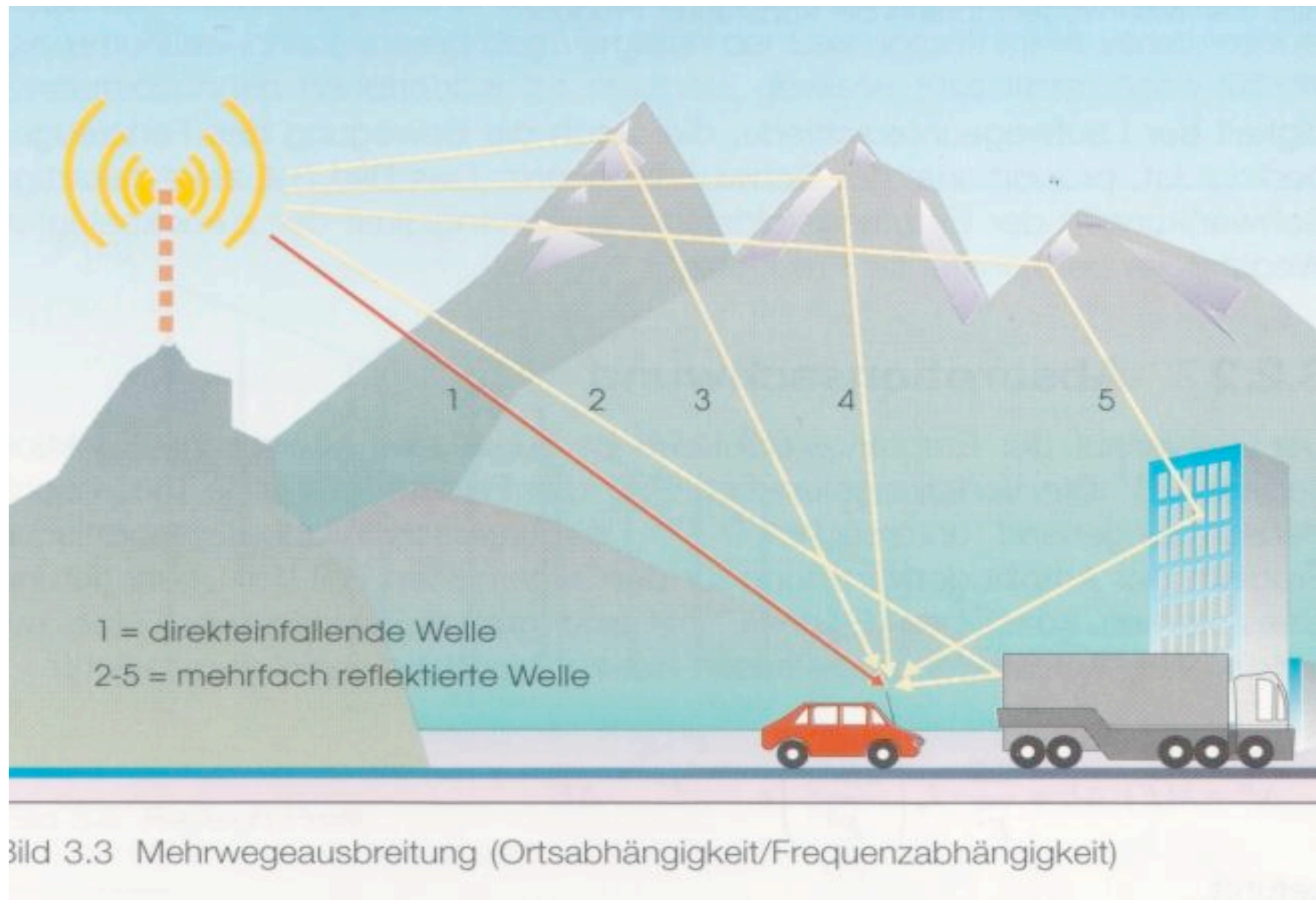


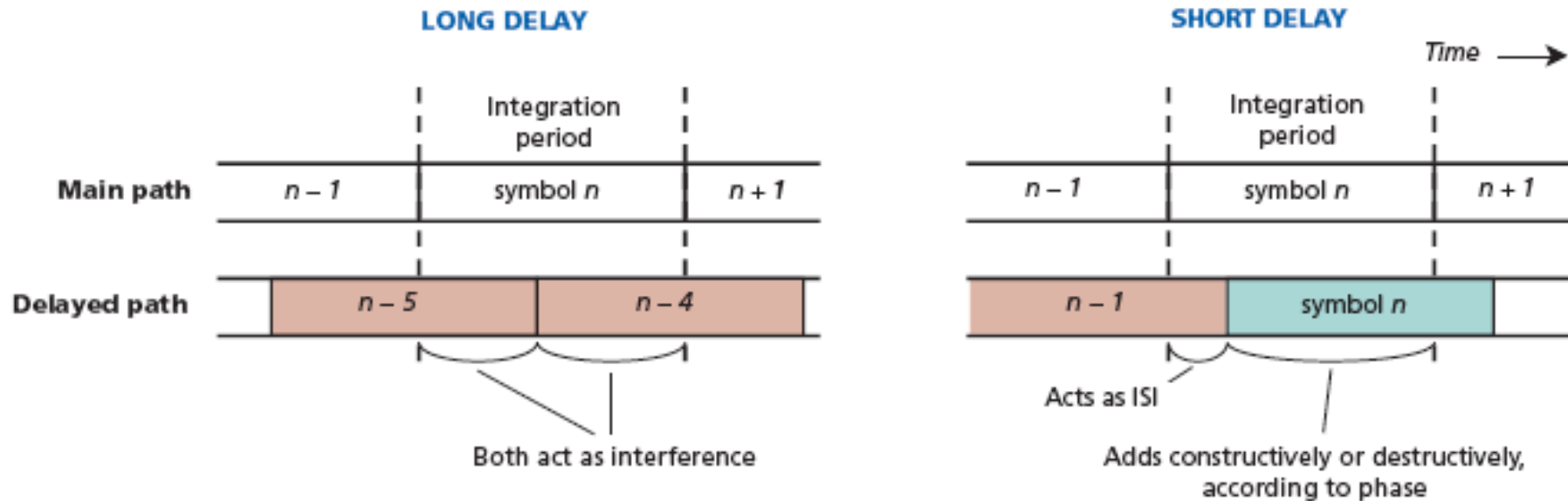
7. Digitale Rundfunktechnik

- 7.1 Grundlegende Fragen zur Rundfunk-Digitalisierung 
- 7.2 Aktuelle Standards

Mehrwegeausbreitung (*multipath transmission*)



Mehrwegeausbreitung und Signallänge



Um Mehrwegeausbreitung digitaler Signale gut behandeln zu können:
Symbolübersprechen (*Inter-Symbol Interferences* ISI) reduzieren
Verzögerung sollte kürzer sein als Symbollänge -> relativ große Symbollängen
Einzelfrequenz nicht ausreichend, also viele Frequenzen
Frequency Division Multiplex (FDM)

J.H. Stott (BBC): http://www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_278-stott.pdf

Orthogonalität

Potentielle Probleme bei vielen Trägerfrequenzen:

Viele Demodulatoren benötigt?

Hohe Bandbreite benötigt?

Idee: Unterbänder in ganzzahligen Vielfachen der Symbolfrequenz

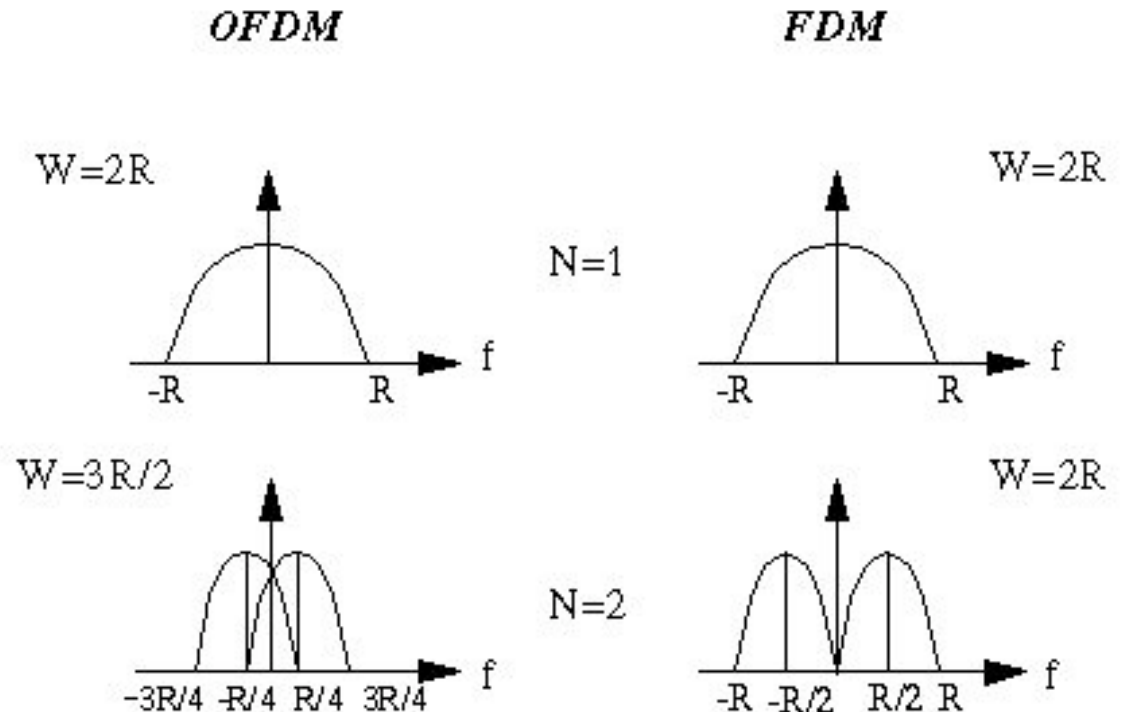
Symbolfrequenz = Inverse der Dekodierzeit eines Symbols

Orthogonalität:

Mathematisch: Skalarprodukt verschiedener Funktionen ist gleich 0

Praktisch:

Bandbreitensparnis durch Überlappung benachbarter Bänder



<http://www.palowireless.com/ofdm/tutorials.asp>

COFDM-Übertragung

COFDM = Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex

COFDM ist Basis aller aktuellen digitalen Rundfunkstandards

Auch von DVB-T (Digital Video Broadcast Terrestrial)

COFDM u.a. auch verwendet in ADSL- und Powerline-Übertragung

Mehrwegesignale:

Führen zu Störungen (Geisterbilder) bei analogem TV und Radio

Stören bei COFDM nicht, sondern führen zu Signalverstärkung

Signal wird auf viele, dicht nebeneinander liegende Trägerfrequenzen verteilt (bis zu 6817 bei DVB-T)

Träger haben minimalen Abstand, beeinflussen sich aber gegenseitig nicht (Orthogonalität)

Fehlerkorrektur („C“) ermöglicht verlustfreie Übertragung auch bei Störung von Einzelfrequenzen (*frequency interleaving*)

http://www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_278-stott.pdf

Gleichwellennetz

Analoger Rundfunk:

Benachbarte Sender grundsätzlich auf verschiedener Frequenz, um Interferenzen auszuschließen

Gleichwellennetz (*single frequency network*):

Zeitlich genau synchronisierte Ausstrahlung auf der gleichen Frequenz bei allen Sendern (auch bei überlappendem Empfangsbereich)

Wesentlich effektivere Frequenzbandnutzung

Im Lang- und Mittelwellenbereich verbreitet, aber Interferenzstörungen möglich (z.B. Bayerischer Rundfunk 801 kHz)

Digitale Übertragungsverfahren nach COFDM unempfindlich gegen Laufzeitdifferenzen, deshalb Gleichwellennetz möglich

7. Digitale Rundfunktechnik

7.1 Grundlegende Fragen zur Rundfunk-Digitalisierung

7.2 Aktuelle Standards 

Literatur:

<http://www.digitalradio.de>

<http://www.bmt-online.de/>

Digital Audio Broadcast DAB/DAB+: Technik

Verlustbehaftete Kompression

DAB: MUSICAM-Verfahren

MPEG-Audio-Vorläufer, entspricht MPEG-Audio Layer II

DAB+ (neu): HE AAC Verfahren (niedrigere Datenraten)

Transport-Multiplex

192, 384, 768 oder 1536 Träger im COFDM-Verfahren

Quadraturamplitudenmodulation (4-DPSK) der Träger

„Schutzintervall“ reduziert Effekt von Echos

Kanal-Bandbreite 1,75 MHz, Trägerabstand 1 kHz

Bandbreite netto ca. 1,5 Mbit/s für (ca. 9 DAB-Signale und Datendienste)

Prinzipiell *auch Video* (ca. 5 Signale bei moderner Kompression) denkbar

Datendienste:

Programmbegleitend (*programme associated data PAD*)

Text oder Bilder

Nicht programmbegleitend (*non programme associated data NPAD*)

Meist reine Textinformationen (Wetter, Verkehr etc.)

Bitratenmanagement

DAB (Digital Radio): Verbreitung

In mehr als 40 Ländern im Einsatz:

UK, Deutschland, Deutschschweiz, Südtirol, Belgien, Norditalien, Teile Kanadas, ...

USA und Japan favorisieren Alternativsysteme

Finnland und Schweden stellen DAB-Versuche wieder ein

Weltweit ca. 12 Millionen DAB-Empfänger verkauft

In Deutschland seit 1999 im Regelbetrieb

Anfangs geringe Akzeptanz, Scheitern möglich, seit 2009 Verbesserung

Verfügbarkeit von Frequenzen:

Drei „Bedeckungen“ im Fernsehband III (VHF, 174-230 MHz) verfügbar seit der *Regional Radio Conference 2006* (RRC-06)

Zwei Bedeckungen im L-Band (1,5 GHz) verfügbar

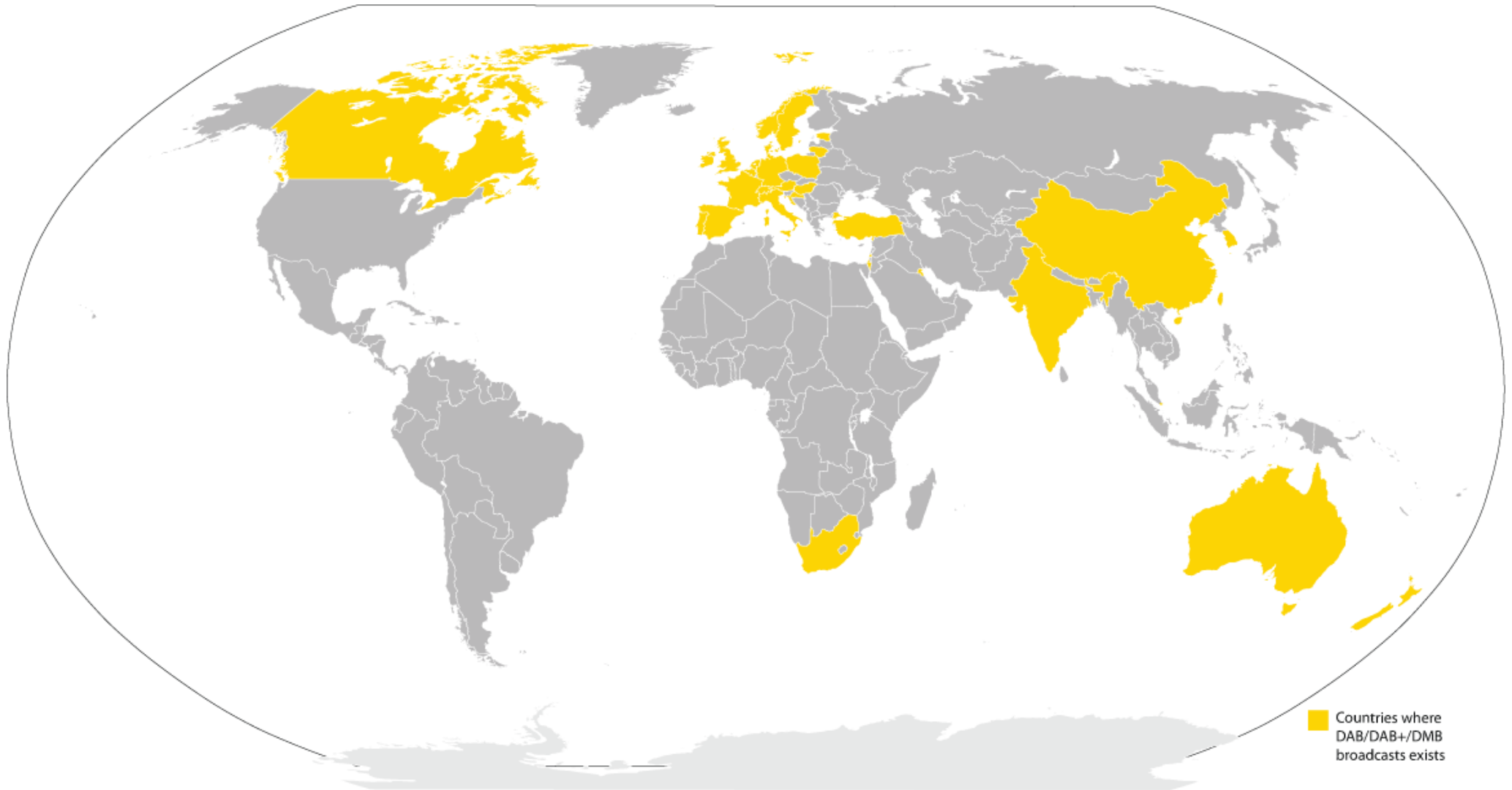
Flächenabdeckung in Deutschland ca. 80% (Fernsehsender 12)

„in-house“ problematisch wegen Sendeleistung

2010 Zweites DAB-Netz in Bayern (BR, auf Kanal 11)

Begriff "Digital Radio": Marketing-Begriff wegen Belegung von „DAB“

DAB Verbreitung weltweit



Source: http://worldadab.org/country_profile.php

Datendienste in DAB

MOT (Multimedia Object Transfer):

Push-Broadcast-Verfahren zur Übertragung von Dateien

Optimiert auf unidirektionale Verbindung (Wiederholungen)

Anwendung: BWS (Broadcast Web Site)

Übertragung eines HTML-Baums mit Startseite und interaktiven Elementen

Übertragung als NPAD oder PAD

DLS (Dynamic Label Service)

Ähnlich Radiotext

Interpret etc. als PAD zu Audiodaten

TMC (Traffic Message Channel)

Komprimierte Verkehrsinformationen (aus RDS übernommen)

TPEG (Transport Protocol Experts Group)

Multimediale Verkehrs- und Reiseinformationen

Pressemeldung der EU-Kommission

Berlin/Brüssel, 24.05.2005 um 16:38

Die Europäische Kommission hat die Mitgliedstaaten heute dringend aufgefordert, den Übergang vom analogen zum digitalen Rundfunk zu beschleunigen. [...]

Die Kommission erwartet, dass der Übergang zum digitalen Rundfunk 2010 weit fortgeschritten sein wird. Als Frist für die Abschaltung des herkömmlichen analogen terrestrischen Rundfunks schlägt sie Anfang 2012 vor. Zudem fordert die Kommission ein koordiniertes Konzept, um die frei gewordenen Frequenzen EU-weit verfügbar zu machen.

<http://www.eu-kommission.de/html/presse/pressemeldung.asp?meldung=5655>

Stand 2010: Abschalttermin 2012 ist weiterhin geplant

Digital Multimedia Broadcast DMB

Weiterentwicklung von DAB für Video und Multimedia

Abwärtskompatibel zu DAB

Mischung DAB/DMB problemlos möglich

Besonders verbreitet in Süd-Korea

Hersteller: LG, Samsung u.v.a. (neuerdings auch Blaupunkt)

China experimentiert mit Übernahme (Peking, Guangdong, Shanghai)

Kompression:

MPEG-4 AAC für Audio

H.264 AVC für Video

Ca. 16 Audiosignale pro Kanal möglich

Deutschland:

Vereinzelte Pilotprojekte
seit 2006



Digital Video Broadcast DVB

DVB: Industrie-Konsortium, 270 Rundfunksender, Hersteller, Regulierungsbehörden etc. aus 35 Ländern

<http://www.dvb.org>

Standard-Familie:

DVB-T: Terrestrisch

DVB-C: Kabel

DVB-S (und -S2): Satellit

DVB-H: Handheld

MHP: Multimedia Home Platform

Kanalbandbreite DVB-T, DVB-H: 8 MHz

wesentlich breiter als DAB/DMB

Mobilität:

DVB-T „portabel“

DVB-H „echt mobil“
(Empfang in Bewegung)



DVB-T im Handy

Vereinzelte Geräte:
DVB-T Empfänger im
Mobiltelefon integriert

Problem:
Energieverbrauch

Zukunft für DVB-H
äußerst ungewiss (2010)



CECT T538
TV-Handy (DVB-T)
(Bild: Amazon)

Ihre Suche nach "dVB-H handy" ergab in der Kategorie Elektronik, Foto & PC keine Treffer.

Digital Radio Mondiale DRM

Digitalradio-Standard für längere Wellenlängen

Seit 1996

Kurzwelle, Mittelwelle, Langwelle (< 30 MHz, erweitert auf < 120 MHz)

Weiträumige, teilweise weltweite Empfangbarkeit

Daten-Zusatzdienste

Reife der Technologie für ca. 2007-2009 geplant

BR-Kurzwellensender Ismaning seit Mai 2006 auf DRM umgestellt

Verwendet bestehende Frequenzbänder (Amplitudenmodulation AM)

Skalierbare Signalbandbreiten (4,5 kHz bis 20 kHz)

Kompression:

MPEG-4 AAC (moderner und effizienter als bei DAB)

Alternativ MPEG4 CELP (für Sprache) oder HVCX (für Sprache mit einfacher Qualität)

DRM+: Weiterentwicklung als Standard für lokale Verbreitung

Besser für kleine Einzelsender geeignet als DAB

<http://www.drm.org>

Terrestrische digitale Systeme im Vergleich

System	Broad- cast?	Übertragungs- Kapazität	Mobilität	Versorgungs- gebiet
GPRS	nein	100 kbit/s	Sehr gut	landesweit
UMTS	nein	2 Mbit/s	Geringer bei höherer Geschwindigkeit	Ballungsräume, Autobahnen
WLAN	nein	54 Mbit/s	portabel	In-House
DAB/DMB	ja	1,2 Mbit/s	Sehr gut	landesweit
DRM	ja	40 kBit/s	eingeschränkt	länderübergreifend
DVB-T	ja	13 Mbit/s	Niedrige Geschwindigkeiten	Ballungsräume
DVB-H	ja	6-12 Mbit/s	Niedrige Geschw., Günstigere Leistungs- aufnahme als DVB-T	Ballungsräume

Quelle: bmt