

## A6. Digitale Rundfunktechnik

A6.1 Grundlegende Fragen zur Rundfunk-Digitalisierung 

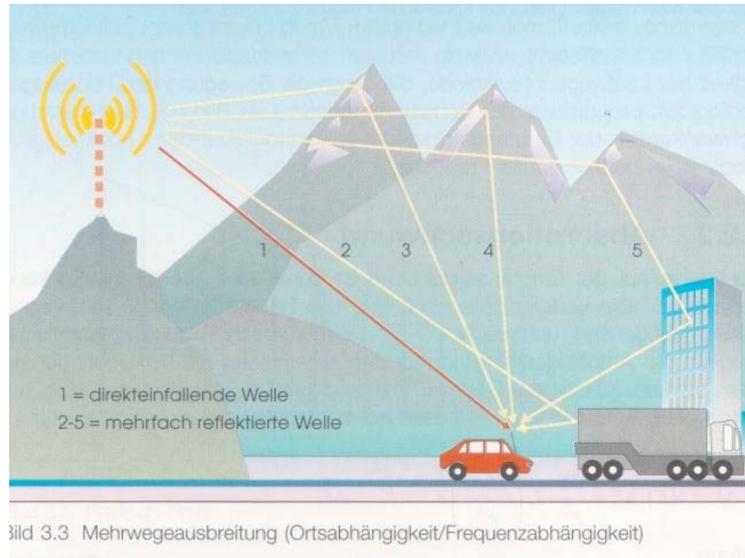
A6.2 Aktuelle Standards

A6.3 Trends und offene Fragen

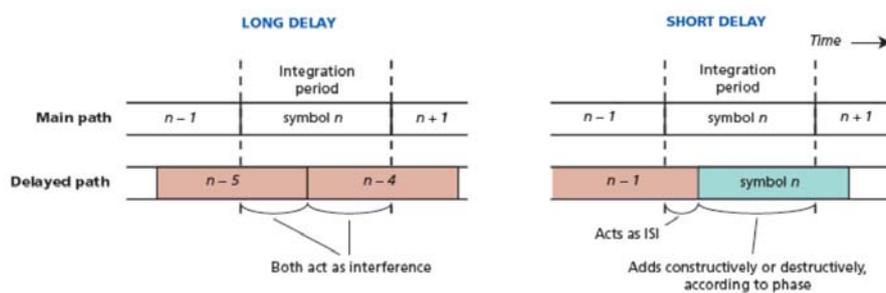
## Warum ist Radio immer noch analog?

- Radio:
  - Verbrauchergewohnheiten bei Musik geprägt von CD
    - » Relativ hohe Klangqualität, sehr geringe Störgeräusche
    - » Wahlfreier Zugriff
  - Psychoakustische Kompression ermöglicht niedrige Bandbreiten digitaler Audiosignale
- Fernsehen:
  - Verbrauchergewohnheiten zunehmend geprägt von DVD
  - Bandbreiten bei Digital-TV trotz starker Kompression hoch
- Digitale Codierung erlaubt Fehlerkorrektur
- Praxis:
  - Fernsehen wird in Bayern (terrestrisch) nur digital ausgestrahlt, Digitalrundfunk ist fast unbekannt...
  - Wieso?

## Mehrwegeausbreitung (*multipath transmission*)



## Mehrwegeausbreitung und Signallänge

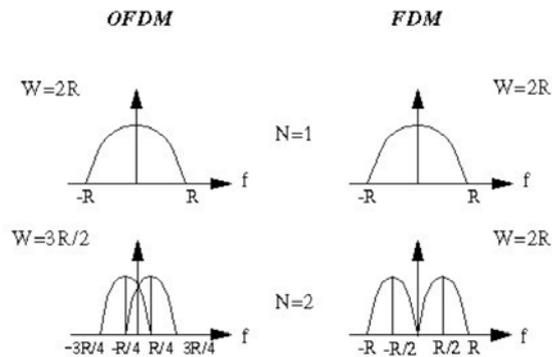


- Um Mehrwegeausbreitung digitaler Signale gut behandeln zu können:
  - Symbolübersprechen (*Inter-Symbol Interferences ISI*) reduzieren
  - Verzögerung sollte kürzer sein als Symbollänge -> relativ große Symbolängen
  - Einzelfrequenz nicht ausreichend, also viele Frequenzen
    - » Frequency Division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

J.H. Stott (BBC): [http://www.ebu.ch/en/technical/trev/trev\\_278-stott.pdf](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](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

## A6. Digitale Rundfunktechnik

A6.1 Grundlegende Fragen zur Rundfunk-Digitalisierung

A6.2 Aktuelle Standards 

A6.3 Trends und offene Fragen

Literatur:

<http://www.digitalradio.de>

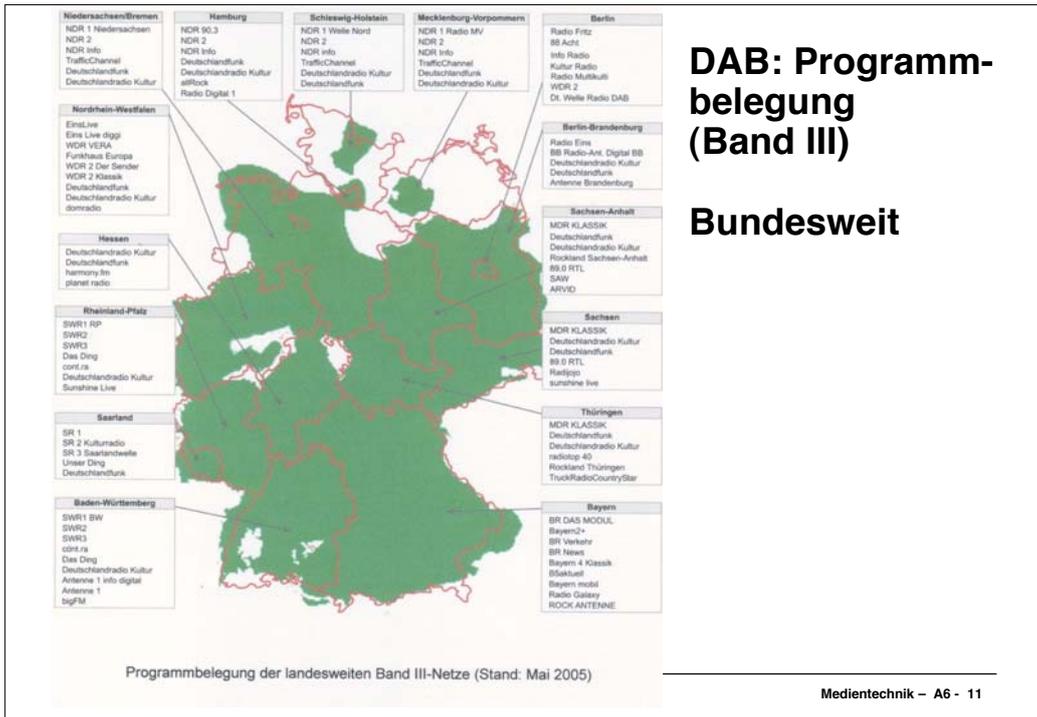
<http://www.bmt-online.de/>

## Digital Audio Broadcast DAB: Technik

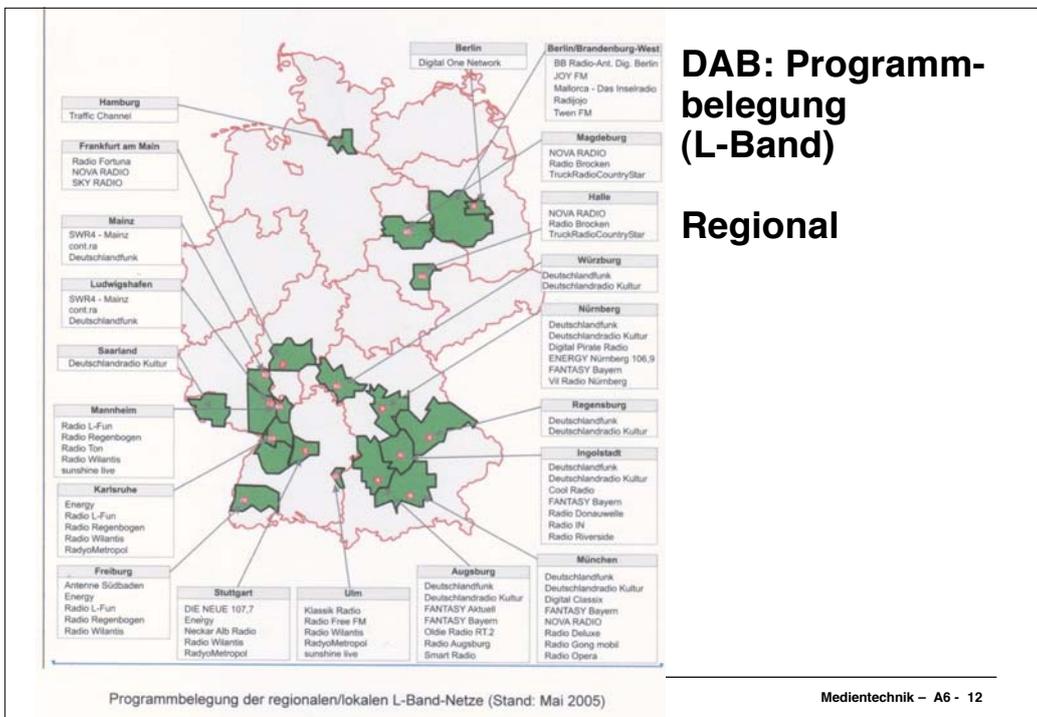
- Kompression nach dem MUSICAM-Verfahren
  - MPEG-Audio-Vorläufer, entspricht MPEG-Audio Layer II
- Transport-Multiplex
  - 192, 384, 768 oder 1536 Träger im COFDM-Verfahren
  - Quadraturamplitudenmodulation (4-DPSK) der Träger
  - „Schutzintervall“ reduziert Effekt von Echos
  - Kanal-Bandbreite 1,75 MHz, Trägerabstand 1 kHz
  - Bandbreite netto ca. 1,5 Mbit/s für ca. 9 Audiosignale und zusätzliche Datendienste
  - Prinzipiell *auch Video* (ca. 5 Signale bei moderner Kompression) denkbar
- Datendienste:
  - Programmbegleitend (*programme associated data PAD*)
    - » Text oder Bilder
  - Nicht programmbeleitend (*non programme associated data NPAD*)
    - » Meist reine Textinformationen (Wetter, Verkehr etc.)
  - Bitratenmanagement erlaubt Nutzung von Schwankungen der benötigten Bandbreite (z.B. Sprache vs. Musik)

## 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
  - Minimale Akzeptanz: ca. 80.000 Empfangsgeräte, 200.000 Hörer
- Verfügbarkeit von Frequenzen:
  - Eine „Bedeckung“ im Fernsehband III (174-230 MHz) verfügbar, Ausbau um zwei weitere geplant
  - Zwei Bedeckungen im L-Band (1,5 GHz) verfügbar
  - Flächenabdeckung in Deutschland ca. 80%
    - » „in-house“ problematisch wegen Sendeleistung
    - » Für 2006 Verzehnfachung der Sendeleistung geplant
- Begriff Digital Radio: Marketing-Begriff wegen Belegung von „DAB“



**DAB: Programmbelegung (Band III)**  
**Bundesweit**



**DAB: Programmbelegung (L-Band)**  
**Regional**

## 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>

## 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:
  - 12 Landesmedienanstalten haben DMB-Lizenzen ausgeschrieben
- Bayern:
  - DMB-Projekt in Regensburg (Probetrieb ab 2006)



## Digital Video Broadcast DVB

- DVB: Industrie-Konsortium, 270 Rundfunksender, Hersteller, Regierungsbehörden 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-H vs. DMB

- DVB-H ermöglicht höhere Übertragungsraten als DMB
- Eingeschränkte Mobilität bei DVB-H
  - Hohe Geschwindigkeiten bei DAB/DMB kein Problem (bis 200 km/h)
- Geringere Leistungsaufnahme bei DMB
  - DAB/DMB 150 mW, DVB-H: 400 mW (Quelle: NTL, Chipsets 2005/06)
- Landesweite Gleichwellennetze mit DMB möglich
- Größere Flexibilität bei Netzplanung mit DMB durch geringere Bandbreite
- Starke internationale Unterstützung für DVB-H durch Mobilfunkindustrie
- Praktischer Einsatz:
  - DVB-H im experimentellen Einsatz in Singapur Juni 2005
- Tests zur Fussball-WM 2006:
  - DMB und DVB-H im Probetrieb - minimales Publikumsinteresse
  - DVB-T auf mobilen Empfängern mäßig erfolgreich
  - Verzögerung (4-10 sec) irritierend

Quellen: bmt, Heise

## Alternativen: ATSC und ISDB-T

- ATSC
  - US-amerikanisches System für terrestrisches Digitalfernsehen
  - Basiert auf MPEG-2
  - Orientiert auf Standard- und High-Definition-TV
  - Entwicklung für portable Endgeräte im Gang
- ISDB-T
  - Japanisches System für terrestrisches Digitalfernsehen
  - Technisch ähnlich zu europäischen Standards
  - Modus für mobile Daten-Ausstrahlung
  - Energieverbrauch (u. a.) problematisch

## 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

## A6. Digitale Rundfunktechnik

A6.1 Grundlegende Fragen zur Rundfunk-Digitalisierung

A6.2 Aktuelle Standards

A6.3 Trends und offene Fragen 

## Broadcast vs. individuelle Kommunikation

- Broadcast: z.B. DMB, DVB
- Individuelle Kommunikation: z.B. Festnetz-Telefon, GSM, UMTS
- Broadcast *könnte* individuelle Kommunikation ergänzen
  - Hat bei klassischer Web-Nutzung als Geschäftsmodell nicht wirklich funktioniert (z.B. Internet-Satelliten-Dienste)
  - Bei Audio/Video mit Live-Inhalten möglicherweise andere Situation
  - Beispiel UMTS/DVB-H: Möglicherweise sinnvolle Synergien
- Industrie sucht nach realistischen und profitablen Lösungen für neue Dienste

## DVB-H Handy (Prototyp)



Nokia 7700 - Prototype DVB-H GPRS handset

## Probleme und offene Fragen

- Politische Rahmenbedingungen
  - Empfehlung der EU-Kommission (siehe oben)
  - Telekommunikation (z.B. Reg-TP für UMTS) vs. Rundfunk (Landesmedienanstalten)
  - Föderalitätsprinzip macht Innovation nicht einfacher
  - Landesmedienanstalten haben Rundfunk über DVB-T ausgeschlossen (2005)
- Technische Grenzen
  - Leistungsaufnahme, Akkulaufzeit
- Akzeptanzfragen
  - Was ist der Mehrwert von digitalem Radio?
    - » „add-on“ für andere Geräte oder Ersatz des Radios?
  - Wie reagieren Verbraucher auf die Systemvielfalt?
    - » Universelle Empfänger für DAB/DMB/DVB-H/DRM+ langfristig denkbar
- Realisierung von Trends geschieht in Schritten, nicht Sprüngen
  - Beispiel „Podcasting“ (Tagesaktuelle Downloads für mobile Multimedia-Player)