Zeitschrift: Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology

Herausgeber: Swisscom

Band: 74 (1996)

Heft: 9-10

Artikel: Vom Dienstanbieter zum Nutzer

Autor: Bärtschi, Rudolf / Furrer, Jürg / Vogel, Heinz

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-876799

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 06.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

DIGITAL AUDIO BROADCASTING (DAB), HEUTE UND MORGEN

VOM DIENSTEANBIETER ZUM NUTZER

Vor rund drei Jahren erschien in den «Technischen Mitteilungen PTT» der erste Fachbeitrag über DAB [1]. Bereits damals waren in europäischen Ländern – auch in der Schweiz – vielfältige Feldversuche im Gange, und die Deutsche DAB-Plattform e.V. sowie der «Club DAB» in Frankreich wurden gegründet. Heute gibt es eine Vielzahl von Aktivitäten. Ausgehend von der Tatsache, dass DAB wesentlich komplexer ist als der herkömmliche UKW-FM-Hörfunk, und angesichts der sich abzeichnenden Einführung des neuen Verfahrens in der Schweiz scheint eine weitere Veröffentlichung im Sinne einer Ergänzung sinnvoll. Während in [1] die prinzipielle Funktionsweise von DAB mit den Schlüsselelementen MUSICAM und COFDM vorgestellt und erklärt wird, geht der vorliegende Beitrag besonders auf die Flexibilität und Komplexität des DAB-Systems ein, unter Einbezug der gesamten betrieblichen Übertragungskette vom Diensteanbieter bis zum Dienstenutzer.

Digital Audio Broadcasting wurde im europäischen Forschungsprojekt Eureka-147 entwickelt. Er gilt als das zukünftige digitale Hörrundfunk-Verfahren für Audio- und Datendienste. Die Initialpartner des Projekts begannen die Entwicklungsarbeiten 1987 mit dem Ziel, ein einheitliches digitales Rundfunksystem für Europa zu schaffen, dessen Audioübertragungsqualität nahezu CD-Qualität erreichen sollte.

RUDOLF BÄRTSCHI, JÜRG FURRER, MARKUS SCHNEIDER UND HEINZ VOGEL, BERN

In einigen Ländern werden heute mehr oder weniger umfangreiche Pilotprojekte realisiert, und die Europäische Rundfunkunion (UER/EBU) hat «EuroDab» gegründet, eine Vereinigung von Rundfunk-Veranstaltern, Sendernetzbetreibern und Geräteherstellern, die zum Ziel hat, DAB in Europa koordiniert zu fördern und ab Herbst 1997 einzuführen. Die British Broadcasting Corporation (BBC) und Radio Schweden rühmen sich sogar, mit dem regulären DAB-Service schon begonnen zu haben. Dies obwohl zum bequemen Empfang durch Privatpersonen gegenwärtig nur relativ teure «DAB-Pilotempfänger» zur Verfügung stehen.

Inzwischen ist das Eureka-DAB-Verfahren vom ETSI standardisiert [2] und in die ITU-R Recommendations aufgenommen worden. Ferner wurde die Telecom PTT ebenfalls Partner von Eureka-147.

Vom Diensteanbieter bis zum Nutzer

Bei DAB werden zur wirkungsvollen Nutzung der Frequenzen mehrere *Services* (Audio- und/oder Datendienste) im Zeitmultiplex zu einem *Ensemble* zusammengefasst und in einem sogenannten Frequenzblock über einen Sender abgestrahlt. Die RF-Bandbreite eines solchen Frequenzblocks beträgt 1,5 MHz. Entsprechend dem heutigen Liberalisierungstrend ist davon auszugehen, dass sich mehrere wirtschaftlich voneinander unabhängige Anbieter von Diensten *(Services)* in die Übertragungskapazität (z. B. 5...7 Audioprogramme) eines DAB-*Ensemble*, teilen.

Die Übertragungskette vom Diensteanbieter (Studio) bis zum Nutzer (Hörer) lässt sich in die folgenden vier Abschnitte aufteilen:

- Dienst(e)anbieter
  Service (or Service Component) Provider
- Ensemble-Anbieter
  Ensemble Provider
- Sendernetz-Anbieter
  Transmission Network Provider
- Dienstenutzer, Hörer
  User

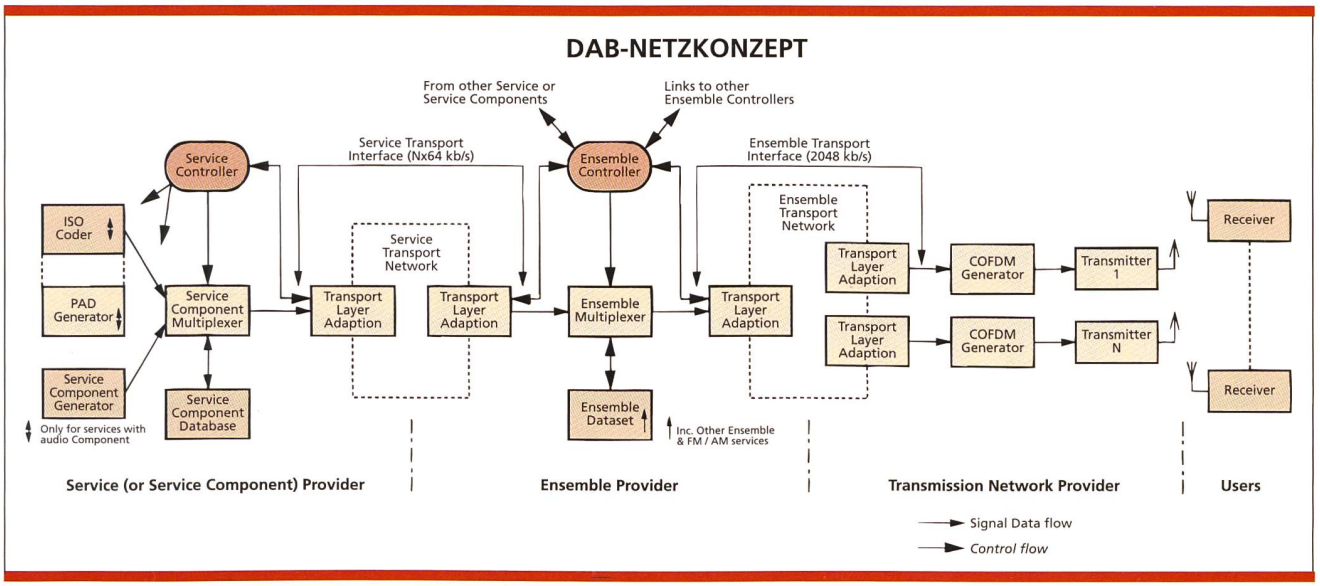


Bild 1. DAB-Netzkonzept.

Bild 1 zeigt das entsprechende DAB-Netzkonzept, das alle üblicherweise benötigten Grundkomponenten vernetzt darstellt und auch als Basis für die Normung von Schnittstellen dient.

Service (or Service Component) Provider, Service Structure

Generell setzt sich ein *DAB-Service* innerhalb eines *Ensemble* immer aus einer Primär- und eventuell einer oder mehreren Sekundärkomponenten zusammen. Servicekomponenten können sein:

- Audio inklusive programmbegleitende Daten
  Audio inklusive *Programme Associated Data (PAD)*
- programmunabhängige Daten
  Data

Die Komponenten wiederum können von einem oder von verschiedenen *Providers* (Anbietern) geliefert werden. Ein *Ensemble* kann maximal 63 Servicekomponenten enthalten. Bild 2 zeigt als Beispiel einer DAB-Servicestruktur die Verknüpfungen zwischen *Services* und *Service Components* eines *Ensemble.*

Audio und Programme Associated Data (PAD)

Audio: Die Audiocodierung geschieht für eine Abtastfrequenz von 48 kHz nach ISO/IEC 11172-3 Layer II (MPEG-1, Audio) [2], auch unter dem Namen MUSICAM bekannt. Demnächst soll zusätzlich die Abtastfrequenz 24 kHz gemäss ISO/IEC 13818-3 (MPEG-2, Audio) in die Norm aufgenommen werden. Tabelle 1 zeigt zusammengefasst die verschiedenen Audio-Codierungsmöglichkeiten. Die zu Vergleichszwecken oft zitierte CD-Qualität wird subjektiv im allgemeinen bei einer Bitrate ≥ 192 kbit/s empfunden.

Programme Associated Data (PAD)
Wie der Name ausdrückt, ist dieser Datenkanal fest dem entsprechenden Audiokanal zugeordnet und dient zur Übertragung von Informationen, die das aktuelle Programm betreffen. Fest definiert sind Signalisierungs- und Steuer-Daten, unter anderem Programm-Dynamik, Sprache/Musik-Programminhalt; ergänzend lassen sich beispielsweise Musiktitel, Interpret, aktueller Songtext und CD-Bestellnummer übertragen. Grundsätzlich ist dazu eine Übertragungskapazität von 667 bit/s reserviert; sie kann – bei konstanter Bitrate des Audiokanals – auf Kosten der Audioqualität erhöht werden. Als sinnvoller Grenzwert bei einem 192-kbit/s-Audiosignal gilt 16...32

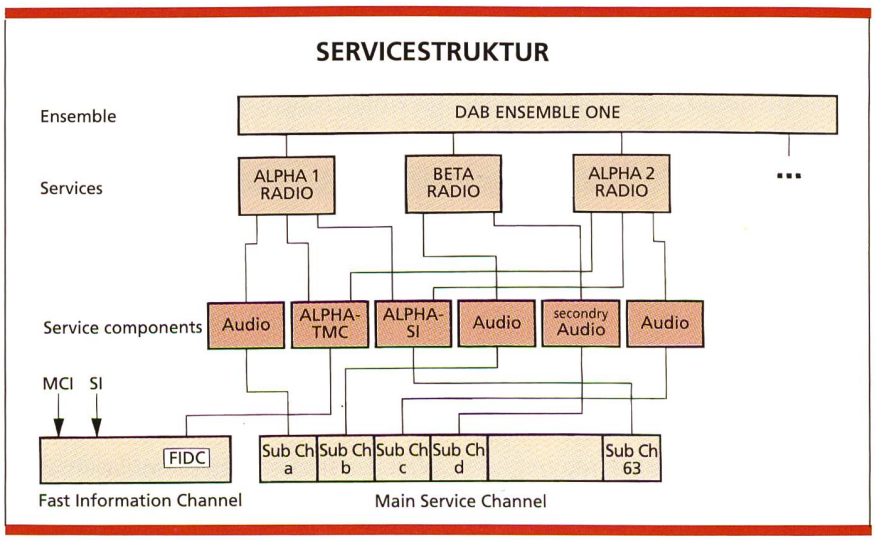


Bild 2. DAB-Servicestruktur.

Bitrate [kbit/s]	Abtastfrequenz 48 kHz				24 kHz
	Mode				Mode
	Mono	Zweikanal	Stereo	Intensity Stereo*	alle
8					X
16					X
24					X
32	X				X
40					X
48	X				X
56	X				X
64	X	X	X	X	X
80	X				X
96	X	X	X	X	X
112	X	X	X	X	X
128	X	X	X	X	X
144					X
160	X	X	X	X	X
192	X	X	X	X	
224		X	X	X	
256		X	X	X	
320		X	X	X	
384		X	X	X	

* Intensity Stereo oder Joint Stereo: Audio-Codierungsart für Stereoprogramme, bei der davon ausgegangen wird, dass die Informationen im L- und R-Kanal nicht vollständig voneinander unabhängig sind

Tabelle 1. DAB-Audio-Codierungsmöglichkeiten.

kbit/s [3]. PAD-Daten werden direkt im Audiocoder eingespeist.

Data (Programmunabhängige Daten)

Jeder Datendienst lässt sich als Service im sogenannten Stream-Mode übertragen. Dieser auch zur Audioübertragung angewandte Mode kann allerdings nur Kapazitätseinheiten in ganzzahligen Schritten von 8 kbit/s für die Übertragung zuordnen. Erfahrungen zeigen aber, dass viele Datendienste mit weitaus kleineren Übertragungskapazitäten auskommen, weshalb der Packet Mode zur Anwendung gelangt. Dieser erlaubt eine ökonomische Zuteilung beliebig kleiner Bitraten, auch für die asynchrone Übertragung.
Eine weitere Möglichkeit, Datendienste zu übertragen, bietet der sogenannte *Fast Information Channel (FIC)* mit seinem *Fast Information Data Channel (FIDC,* Bild 2). Da der FIC primär dem Empfänger die Konfiguration des Ensemble mitteilt (MCI, SI), ist diese Datenübertragungsmöglichkeit vorwiegend besonderen Anwendungen vorbehalten, wie Verkehrsinformation, Notruf und/oder Paging (u. a. für speziell einfache Empfänger).
Conditional Acces (CA): Unabhängig vom gewählten Übertragungsmode oder Kanal ist es ferner möglich, Servicekomponenten so zu verschlüsseln, dass sie nur von einer *Closed User Group* angewandt werden können.

Service Component Multiplexer

Die Servicekomponenten lassen sich sowohl einzeln zum *Ensemble-Multiplexer* transportieren oder aber bereits beim *Service Provider* mit einem *Service Component Multiplexer* zusammenfassen, als Beitrag zum *Ensemble.*

Service Transport Network

Die von den verschiedenen *Service Providers* generierten Services oder deren Komponenten müssen anschliessend zum gemeinsamen *Ensemble-Multiplexer* transportiert werden (Bild 1). Als Transportnetz kann beispielsweise *SwissLink* dienen, wobei in diesem Fall gleichzeitig die Synchronisierung durch den hochgenauen Netztakt erfolgen kann. Die *Transport Layer Adaptation* nimmt beidseitig des Netzes die Anpassung der unterschiedlichen Schnittstellen vor. Zu diesem Zweck wurde das sogenannte *Service Transport Interface (STI)* vorgeschlagen, dessen Normierung gegenwärtig von Eureka-147 vorangetrieben wird. Da das *Service Transport Network* nebst den Nutzdaten auch Steuerinformation übertragen muss – beispielsweise für eine Rekonfiguration des *Ensemble* –, hat das STI erheblichen Einfluss auf das reibungslose Zusammenspiel zwischen *Providers* und dem *Ensemble-Multiplexer.*

Ensemble Provider, Ensemble Multiplexer

Der *Ensemble Provider* übernimmt unter anderem das Multiplex-Management. Es fällt ihm deshalb eine bedeutende Rolle zu, da er letztlich für die vollständige Beschreibung und Zusammensetzung des *Ensemble* verantwortlich ist und dafür zu sorgen hat, dass alle Informationen im *Ensemble-Multiplexer* zum ETI-Signal vereinigt werden. Dazu ist eine enge Zusammenarbeit zwischen allen *Service Providers* sowie eine europäische Koordination (z. B. Landeskenner, Senderstandorte) unumgänglich. Der *Ensemble-Multiplexer* fasst die einzelnen Services oder ihre Komponenten zusammen und fügt Synchronisations- sowie Steuerinformation bei, um dem Empfänger die korrekte Demultiplexierung zu ermöglichen.

Fast Information Channel (FIC) und Main Service Channel (MSC)

Die Informationsübertragung geschieht in den Kanälen *Synchronisa-*

tion Channel, Fast Information Channel und *Main Service Channel;* Bild 3 zeigt die vereinfachte, normierte Rahmenstruktur des auszusendenden DAB-Multiplexsignals.
Hauptaufgabe des FIC ist die Übertragung der *Multiplex Configuration Information (MCI)* und der *Service Information (SI)* für den Empfänger. Die MCI enthält folgende Angaben (Bild 2):

- Organisation der *Services* und ihre Verbindung mit den *Service Components*
- Vernetzung zwischen *Service Components* und *Subchannels*
- Adressen der *Subchannels* im *Main Service Channel*
- Signalisierung von *Ensemble*-Rekonfigurationen

Da diese Informationen für den Empfänger von grösster Bedeutung sind, erfolgt deren Übertragung mit besonderem Fehlerschutzalgorithmus unmittelbar im FIC. Hingegen überträgt der *Main Service Channel (MSC)* die eigentliche Nutzinformation zeitlich

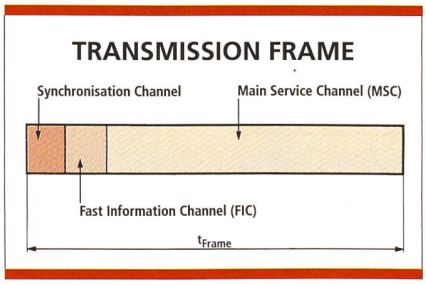


Bild 3. Struktur des DAB-Transmission-Frame.

verschachtelt [1], was zu einer systeminhärenten Zeitverzögerung von 384 ms führt. Die Transportkapazität des MSC wird in 864 sogenannte *Capacity Units (CUs)* aufgeteilt, in welche sich sämtliche *Service Components* des *Ensemble* teilen müssen.
Service Information (SI) müssen sowohl von *Service Providers* zugeliefert wie auch vom *Ensemble Provider* beigefügt werden. Beispiele von *Service Information* und ihrem Ursprung sind:

- Vom *Service Provider:*
  - *Service Components* (programmbezogene)
    - Musik/Sprache
    - Programbezogener Text
  - *Service Components* (nicht programmbezogene)
    - *Label*
    - Sprache
    - Programmtyp (Sport, Jazz, Nachrichten)
    - Ankündigungen (aktuelle Berichterstattung über ... in 10 min)
  - Kontrollinformation
    - Bedarf für Rekonfiguration
    - *Service Status Flags*
- Vom *Ensemble Provider:*
  - *Ensemble*-Identifikation
  - Rekonfigurationsmanagement
  - Frequenzangaben
  - Hinweise auf FM-UKW-Empfang

Ensemble-Konfiguration

Tabelle 2 zeigt als Beispiel die *Ensemble*-Konfiguration, wie sie für DAB-

Service ID 1)	Label 2)	Service 3)	Mode 4)	Bitrate [kbit/s] 5)	Prot. Level 6)	CU 7)	SubCh ID 8)	Service Components 9)
1	RSR 1 CH	Audio	Joint Stereo	192	4	116	1	1, 11, 12, 13
2	Classic CH	Audio	Joint Stereo	192	3	140	2	2, 11, 12, 13
3	DLF D	Audio	Joint Stereo	192	4	116	3	3, 11, 12, 13
4	BBC WS	Audio	Mono	96	3	70	4	4, 11, 12, 13
5	Evasion	Audio	Joint Stereo	224	4	140	5	5, 11, 12, 13
6	Hexagone	Audio	Joint Stereo	192	4	116	6	6, 11, 12, 13
7	DTAG	Data	Stream	56	2	56	11	11
8	FhG DR 1	Data	Stream	56	3	42	12	12
9	FhG DR 2	Data	Stream	64	3	48	13	13
10	FhG DR 2	Data	Stream	24	4	12	14	14

1) Service Identification (Nummer): gibt die Position der primären Servicekomponente im Ensemble «MONTREUX» an
2) Service Identification (Label): Kurzbezeichnung der primären Servicekomponente im Ensemble «MONTREUX»; wird am DAB-Empfängerdisplay angezeigt
3) Art des Services (Audio oder Daten)
4) Audio-Betriebsart (nur Stream-Mode): Mono, Stereo, Joint (Intensity) Stereo, Zweikanal; Daten-Betriebsart: Stream- oder Packet-Mode
5) Bitrate der primären Servicekomponente, ohne Fehlerschutz
6) Protection Level: gewählte Fehlerschutz-Klasse (1 bis 5) der primären Servicekomponente
7) CU: benötigte Brutto-Transportkapazität (Capacity Units), abhängig von Bitrate und Fehlerschutzklasse; die Summe der CUs im Ensemble darf maximal 864 CUs betragen
8) Sub-Channel-Identifikation der primären Servicekomponente im Ensemble
9) Zusammensetzung des Services aus einem Primärservice und Servicekomponenten, verknüpft über die Sub-Channel-Identifikation (Beispiel siehe Bild 2)

Tabelle 2. Ensemble-Konfiguration für das 3. Radio Symposium in Montreux 1996.

	Mode I	Mode IV*	Mode II	Mode III
Upper frequency limit (MHz)	300	1500	1500	3000
Number of carriers	1536	768	384	192
Carrier spacing (kHz)	1	2	4	8
Total symbol duration (µs)	1246	623	312	156
Guard interval duration (µs)	246	123	62	31
Frame duration (ms)	96	48	24	24
Symbols per frame	76	76	76	153
Null symbol (µs)	1297	648.4	324.2	168

* Der Mode IV wurde nachträglich von Eureka-147 zur Standardisierung bei ETSI eingereicht.

Tabelle 3. Übertragungsmodi des DAB-Systems.

Demonstrationen am 3. Radio Symposium in Montreux ausgesendet wurde. Dem *Ensemble-Multiplexer* müssen in jedem Fall diese Angaben als Mindestinformation mitgeteilt werden.
Die hohe Flexibilität des DAB-Systems äussert sich unter anderem in der Möglichkeit, dass für die Übertragung jeder Servicekomponente ein entsprechender Fehlerschutz ausgewählt werden kann; so sind für Audiodienste fünf und für Datendienste vier *Protection Levels* (Schutzklassen) definiert. Selbstverständlich beansprucht ein höherer Fehlerschutz eine grössere Anzahl *Capacity Units (CUs)* der gesamthaft zur Verfügung stehenden 864 CUs, was auch aus Tabelle 2 ersichtlich ist.
Der DAB-Standard erlaubt es nun, *Ensemble*-Konfigurationen während des Betriebs zu verändern, und zwar sowohl in der Zusammensetzung der Services und ihrer Komponenten wie auch ihrer Bitraten und Fehlerschutzklassen. So ist es beispielsweise möglich, zu gewissen Zeiten (nachts) mehr Kapazität für Datendienste zuzuteilen oder die Anzahl der Audioprogramme zulasten der Qualität (Bitrate) zu erhöhen. Diese Möglichkeit der Rekonfiguration ist kennzeichnend für die Flexibilität des DAB-Systems.

Ensemble Transport Interface (ETI)

Das Ausgangssignal des *Ensemble-Multiplexers* muss anschliessend zu den COFDM-Codern übertragen werden, die sich normalerweise an den Senderstandorten befinden. Zu diesem Zweck wurde als Schnittstelle das sogenannte *Ensemble Transport Interface (ETI)* festgelegt. Es geht von standardisierten 2-Mbit/s-Leitungsschnittstellen aus und definiert zusätzlich ein Übertragungsprotokoll. Somit können die *Ensemble* den COFDM-Codern über beliebige digitale Übertragungsausrüstungen zugeführt werden (Richtfunk, Glasfaser, Satellit).

Transmission Network Provider

Der *Transmission Network Provider* ist verantwortlich für die Erzeugung des COFDM-Signals und seine Aussendung über ein Sendernetz, oder in Sonderfällen mit einem Einzelsender. Dabei übernimmt er vom *Ensemble Transport Network* das ETI-Signal.

COFDM-Generator

COFDM ist ein Multiträgerverfahren, das in einem schwundbehafteten Mobilfunkkanal (Rayleigh-kanal) die Übertragung digitaler Signale mit hohem Fehlerschutz gewährleistet [1]. Durch die Ergänzung der nutzbaren Symboldauer mit einem Guard-Intervall wird – auf Kosten der Übertragungskapazität – erreicht, dass sich unterschiedlich verzögert übertragene Signalanteile nicht störend, sondern konstruktiv auswirken. Damit lassen sich auch frequenzökonomische *Single Frequency Networks (SFN)* aufbauen. Für die terrestrische Übertragung und auch jene über Satelliten sind den Frequenzbereichen entsprechend angepasste DAB-Modi definiert; dabei sind unter anderem die Guard-Intervalle und die nutzbare Symboldauer verschieden lang (Tabelle 3).
Entsprechend der gewählten Fehlerschutzklasse je Servicekomponente fügt erst der COFDM-Generator dem Signal die entsprechende Redundanz zu, das heisst im ETI-Signal wird – nebst der Nutzinformation – nicht die Redundanz, sondern nur die Fehlerschutzklasse übertragen. Das ausgestrahlte DAB-Signal überträgt letztlich eine Datenrate inklusive Fehlerschutz von rund 2,4 Mbit/s.

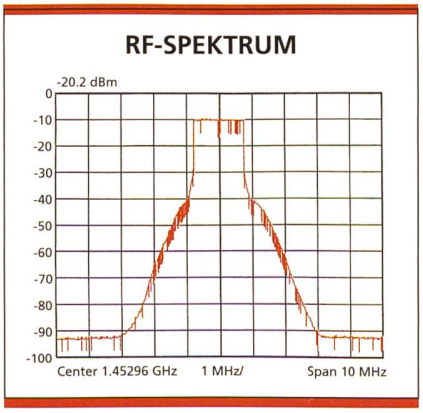


Bild 4. RF-Spektrum eines DAB-Senders.

Transmitter

Der DAB-Sender hat die Aufgabe, das COFDM-Signal auf die entsprechende Sendefrequenz umzusetzen und die gewünschte Sendeleistung zu erzeugen. Die Verstärkung eines solchen Multiträger-Signals erfordert hochlineare Leistungsverstärker, da sonst wegen den erzeugten Intermodulationssignalen der eigene Nutzkanal und ganz speziell die benachbarten RF-Kanäle – auch anderer Dienste – gestört würden. Die in [2] festgelegte Spektrumsmaske bedingt in jedem Fall zusätzlich den Einsatz eines hochselektiven RF-Filters. Bild 4 zeigt das gefilterte RF-Spektrum eines DAB-Senders.
Die Senderleistungen liegen im allgemeinen zwischen 100 und 1000 W; der Gesamtwirkungsgrad (RF-Leistung/aufgenommene Netzleistung) von DAB-Sendern beträgt beim derzeitigen Entwicklungsstand im Band III näherungsweise 15 % (UKW-FM-Sender: 55 %).

Synchronisierung

DAB-Sender in *Single Frequency Networks* arbeiten synchron, sowohl hinsichtlich ihrer Sendefrequenz wie auch

Bild 5. DAB-Pilotempfänger-Set (nur Audio, Grundig-Empfänger).

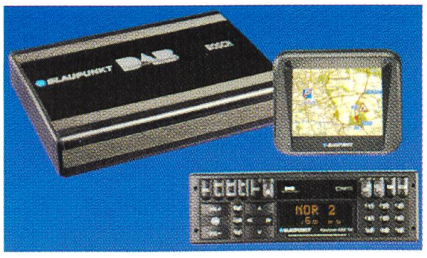


Bild 6. DAB-Pilotempfänger-Set (Bosch/Blaupunkt-Empfänger).

der abgestrahlten Symbole. Die vereinbarten Toleranzen betragen 1 % des Trägerabstandes beziehungsweise 10 % des Guard-Intervalls, gemäss Tabelle 3. In Wirklichkeit wird dabei bereits ein gewisser Systemreserve-Anteil der Übertragung eines einzelnen Senders zu einem Empfänger aufgebraucht. Während sich die Forderung bezüglich der Trägerfrequenz mit heutigen Mitteln einfach erfüllen lässt, ist die Synchronisierung der Symbole deutlich schwieriger. Spezielle Massnahmen beim Laufzeitausgleich der 2-Mbit/s-Übertragungsstrecken sind deshalb nötig, da sich deren Übertragungswege im Verlaufe der Zeit ändern können (Ersatzschaltungen, terrestrische oder Satelliten-Zubringer, SDH-Ringe). Hierzu dient ein spezielles Übertragungsprotokoll mit *Timestamps*, d. h. absoluten Zeitmarken im ETI-Signal, abgeleitet von einem normierten Zeitsignal (z. B. GPS-Empfänger).

User, Dienstenutzer

Da DAB das Diensteangebot nicht nur auf Audio beschränkt, scheint es zweckmässig, nicht von Hörern, sondern von Dienstenutzern zu sprechen. Dementsprechend wird im deutschen

GLOSSAR

Capacity Unit (CU)	kleinste adressierbare Übertragungseinheit (64 bit)
Channel Sounder	Gerät zur Erfassung der Kanal-Impulsantwort
Conditional Acces (CA)	Zugriff für geschlossene Benutzergruppen
CEPT	Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex, Multiträger-Übertragungsverfahren
DAB	Digital Audio Broadcasting, Digitaler Hörrundfunk
DVB	Digital Video Broadcasting, Digitaler Fernsehrundfunk
Ensemble	Gesamtheit aller Audio- und Datendienste, die vom Sender auf seiner Nennfrequenz ausgestrahlt werden
Ensemble Provider	Ensemble-Anbieter
Ensemble Transport Interface (ETI)	Schnittstelle zwischen Ensemble-Multiplexer und COFDM-Coder
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
Eureka-147	Projekt Nr. 147 der European Research Coordination Agency
Fast Information Channel (FIC)	Organisationskanal im DAB-Multiplex
Fast Information Data Channel	(FIDC) Datenkanal für normierte Datendienste innerhalb des FIC
Frequenzblock	belegte Bandbreite (1,5 MHz) eines DAB-Vielträgersignals (COFDM)
GPS	Global Position System, satellitengestütztes Navigationssystem
Guard-Intervall	eingefügtes Schutzintervall
HDTV	High-Definition Television, hochauflösendes Fernsehen
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Standard Organisation
ITU-R	International Telecommunication Union, Radiocommunication Sector
JESSI	Joint European Submicron Silicon Initiative
Main Service Channel (MSC)	Transportkanal für Audio- und Datendienste
MPEG	Moving Pictures Experts Group, Normierungsgremium für Datenreduzierung von Bewegtbild- und Audiosignalen
Multimedia Object Transfer Protocol (MOT)	Protokoll zur Übertragung von Multimedia-Objekten via DAB
Multiplex Configuration Information (MCI)	Kanal mit Steuer- und Decodierinformation aller Servicekomponenten für DAB-Empfänger
MUSICAM	Masking-pattern Universal Subband Integrated Coding and Multiplexing, Audio-Datenreduktionsverfahren
Network Provider	Netzanbieter (Sendernetzbetreiber oder -anbieter)
Programme Associated Data (PAD)	programmbezogene Daten
Protection Levels	Schutzklassen
RDS	Radio Data System für UKW-FM-Hörfunk
Receiver Data Interface (RDI)	normierte optische Schnittstelle am DAB-Empfängerausgang
SDH	synchrone Digitale Hierarchie
Service Component Provider	Diensteanbieter
Service Information (SI)	Zusatzinformationen als Systemdienste
Service Transport Interface (STI)	Schnittstelle für Diensteanbieter (Normierung in Bearbeitung)
SFN	Single Frequency Network, synchrones Gleichwellennetz
SwissLink	festgeschaltete Mietleitung der Schweizer Telecom PTT
Timestamps	Zeitmarken im Übertragungsprotokoll (z. B. im ETI-Signal)
Transmission Network Provider	Sendernetzanbieter
User	Dienstenutzer, Hörer

Sprachraum der DAB-Empfänger neuerdings auch als DAB-Endgerät bezeichnet.
Die Vorteile von DAB gegenüber dem herkömmlichen UKW-FM-Hörfunk zeigen sich besonders beim Empfang im Auto; deshalb fabrizieren gegenwärtig namhafte Autoradiohersteller sogenannte «DAB-Pilotempfänger». «Pilot-», weil sie vorab in den verschiedenen europäischen Pilotprojekten eingesetzt werden. Bilder 5 und 6 zeigen solche Pilotempfänger-Sets von zwei verschiedenen Herstellern.
Die Integration der eingesetzten Bauteile ist noch nicht soweit fortgeschritten, dass alles in einem normierten DIN-Autoradiogehäuse Platz findet. Deshalb ist ein gewöhnliches Kassettenautoradio mit einer Schnittstelle (z. B. RS-232) ausgerüstet, über welche sich der eigentliche DAB-Empfangsteil (DAB-Box) bedienen lässt; dieser kann beispielsweise im Kofferraum untergebracht sein. Bild 7 zeigt dieses Konzept als Blockdiagramm.

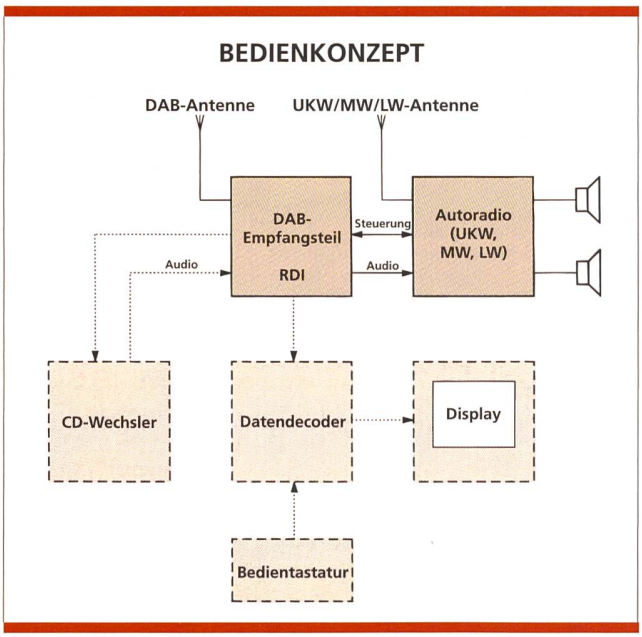


Bild 7. Bedienkonzept der DAB-Pilotempfänger.

Während beim Empfänger gemäss Bild 6 der Decoder für Datendienste in der DAB-Box integriert ist, kann ein solcher Decoder beim Empfänger nach Bild 5 über das sogenannte *Receiver Data Interface (RDI)* extern angeschlossen werden. Generell können die heutigen Pilotempfänger DAB-Signale sowohl im Band III (174 bis 240 MHz) wie auch im L-Band (1452 bis 1492 MHz) empfangen. Gegenwärtig sind nur die relativ teuren Pilotempfänger (etwa Fr. 3000.– ohne Display) von drei Herstellern erhältlich. Preisgünstigere, sogenannte Consumer-Empfänger sollen mit der geplanten Einführung von DAB in Europa ab Herbst 1997 erhältlich sein.
Damit nur zweckdienliche Geräte entwickelt und auf den Markt kommen werden, bemüht sich innerhalb der Organisation EuroDab das Modul 1 *(Services and Equipment)*, die Bedürfnisse der *Service Provider* und *Network Provider* einerseits und die Machbarkeits- und Kostenvorstellungen der Empfängerhersteller anderseits in Einklang zu bringen. Dabei wird von folgenden Endgeräte- oder Empfänger-Kategorien ausgegangen:
- Autoempfänger
- PC-Steckkarten-Empfänger
- tragbare Empfänger
- stationäre Hi-Fi-Empfänger
- Walkman-Empfänger

Batteriegespeiste Walkman- und tragbare Empfänger werden voraussichtlich erst nach dem Jahre 2000 auf den Markt kommen, wenn die Chip-Sets mit geringem Stromverbrauch zur Verfügung stehen. Derartige Chips werden im Rahmen von JESSI entwickelt.

Internationale Situation

Eureka-147 (European Research Coordination Agency)

Die Gründung von Eureka geschah 1985 als Gegengewicht zur *Stategy Defense Initiative (SDI)* der USA; Partnerländer sind vorab EU- und EFTA-Länder. Die bearbeiteten Forschungsprojekte stammen aus den Bereichen Informatik, Telekommunikation, Fertigungstechnik, Robotik, neue Werkstoffe, Lasertechnik, Biotechnik, Umweltschutz, Energie und Transport.
Etwa 1986 vereinbarten Forschungs- und Entwicklungsinstitute sowie die Regierungen von vier Staten (D, F, NL, UK) die Gründung eines Konsortiums zur Entwicklung eines neuen digitalen Hörrundfunksystems, eben *Digital Audio Broadcasting*, als Projekt Eureka-147 [4]. Seit Beginn ist das Projektbüro bei der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR) angesiedelt.
Seit Anfang 1995 befindet man sich in der dritten Phase des Projekts; die Telecom PTT ist ebenfalls Partner, und auch aussereuropäische Organisationen können nun dem Projekt beitreten. Ein *Steering Committee* und ein *Programme Board* tagen etwa viermal jährlich. Dabei werden in erster Linie technische Informationen ausgetauscht, die (weltweite) Promotion von DAB koordiniert und gegebenenfalls finanziert sowie das weitere Vorgehen bei den Standardisierungsarbeiten abgesprochen. Technische Sachfragen werden von den folgenden vier *Working Groups* bearbeitet:
- WG A: *Source Coding and Audio Aspects*
- WG B: *Networking*
- WG C: *RF-Transmission (Receiver and Transmitter)*
- WG D: *Data Services Implementation*

EBU (European Broadcasting Union)

Europäische öffentliche Rundfunkveranstalter gründeten 1950 die EBU, die ursprünglich zum Ziel hatte, technische und gesetzliche Probleme zu lösen sowie den Austausch von Nachrichten und Programmen zu fördern. Als Folge davon unterstützt die EBU heute ihre Mitglieder in allen Bereichen des Rundfunks, orientiert sie über Entwicklungen im audiovisuellen Sektor und verteidigt ihre Interessen gegenüber internationalen Institutionen.
Wie schon seit der Gründung ist die Kooperation im technischen Bereich immer noch eine der Hauptaktivitäten der EBU. Ihre Mitglieder haben we-

sentlich zur Entwicklung von neuen Rundfunk-Technologien beigetragen, wie z. B. *Radio Data System (RDS), Digital Video Broadcasting (DVB), High-Definition Television (HDTV)* und natürlich auch DAB.
Die EBU befasst sich seit 1990 aktiv mit Fragen der DAB-Versorgungsplanung. In Spezialistengruppen wurden die Grundlagen für die Sendernetzplanung und -Koordination erarbeitet, welche als Planungsdokument [5] an der Planungskonferenz in Wiesbaden 1995 zur Zuteilung der Frequenzen angewandt wurde.
Seit der Planungskonferenz befasst sich die EBU hauptsächlich mit der Aufgabe, den Mitgliedern Unterstützung für eine erfolgreiche Implementierung von DAB zu bieten. Die Telecom PTT, als Netzwerkbetreiber sowohl der SRG wie auch privater Radioveranstalter, arbeitet aktiv in der DAB-Spezialistengruppe mit.

ITU-R (International Telecommunication Union, Radiocommunication (Sector)

Die ITU/UIT (Internationale Fernmeldeunion) ist eine Sonderorganisation der UNO; sie hat zum Ziel, im Fernmeldebereich generell die internationale Zusammenarbeit aufrecht zu erhalten und auszubauen, neue Entwicklungen zu fördern sowie deren Standardisierung zu harmonisieren. Für die drahtlosen Dienste (u. a. Rundfunk) werden im sogenanten *Radiocommunication Sector* (früher CCIR) Empfehlungen, Handbücher sowie Basisdokumente für internationale Frequenzzuweisungskonferenzen erarbeitet. Für den Hörrundfunk ist die *Study Group 10* zuständig. Das Ziel, DAB gemäss Eureka-147 als weltweit einziges digitales System für den terrestrischen und Satelliten-Hörrundfunk zu empfehlen, scheiterte in erster Linie an der Opposition der USA.
Es besteht heute folgende Situation: In Recommendation ITU-R BS.774 sind die Anforderungen an ein terrestrisches digitales Hörrundfunksystem zusammengestellt. Zudem wird in Recommendation ITU-R BS.1114 das DAB-Verfahren gemäss Eureka-147 als Digital System A zur Nutzung empfohlen. Sinngemässe Empfehlungen existieren für Anwendungen über Satelliten. Dem digitalen Hörrundfunk wird von ITU-R eine dermassen grosse Bedeutung beigemessen, dass dazu ein Handbuch *(Special Publication)* publiziert wurde [6]. Es entstand in erster Linie aus Beiträgen von Ländern, welche die ersten Versuche mit verschiedenen digitalen Systemen durchführten.

EuroDab (Europäisches DAB-Forum)

Ziele

Im unabhängigen DAB-Forum EuroDab arbeiten verschiedenste Firmen, Institute, Verwaltungen und Sendernetzbetreiber Europas miteinander am gemeinsamen Ziel, die Einführung von DAB koordiniert voranzutreiben, indem
- vor allem bezogen auf Europa optimale Randbedingungen geschaffen werden, um eine harmonisierte marktgerechte Einführung des DAB (gemäss Eureka-147) für die Übertragung über terrestrische Sendernetze, Breitbandkabel und Satelliten zu ermöglichen;
- der Informationsaustausch unter allen Beteiligten gefördert wird, damit engstmöglich zusammengearbeitet werden kann und Synergien zwischen allen DAB-Interessierten genutzt werden;
- gezielt neue Programmformen und Datendienste entwickelt und untersucht werden;
- gemeinsam Marktstudien durchgeführt werden;
- an der Bereitstellung des benötigten Frequenzspektrums gearbeitet und eine breitestmögliche Harmonisierung angestrebt wird;
- Informationen und Erfahrungen bezüglich regulatorischer Rahmenbedingungen ausgetauscht werden.

Für das DAB-Forum EuroDab galt schon vor seinem offiziellen Start (Oktober 1995), dass die Tätigkeiten mit anderen in diesem Bereich arbeitenden Organisationen (z. B. Eureka-147) abzustimmen und die Aufwendungen für die Struktur des Forums möglichst niedrig zu halten seien.

Organisation

Oberstes Entscheidungsgremium ist die Versammlung aller Mitglieder *(General Assembly).* Das *Steering Board,* das sich aus Vertretern verschieden-

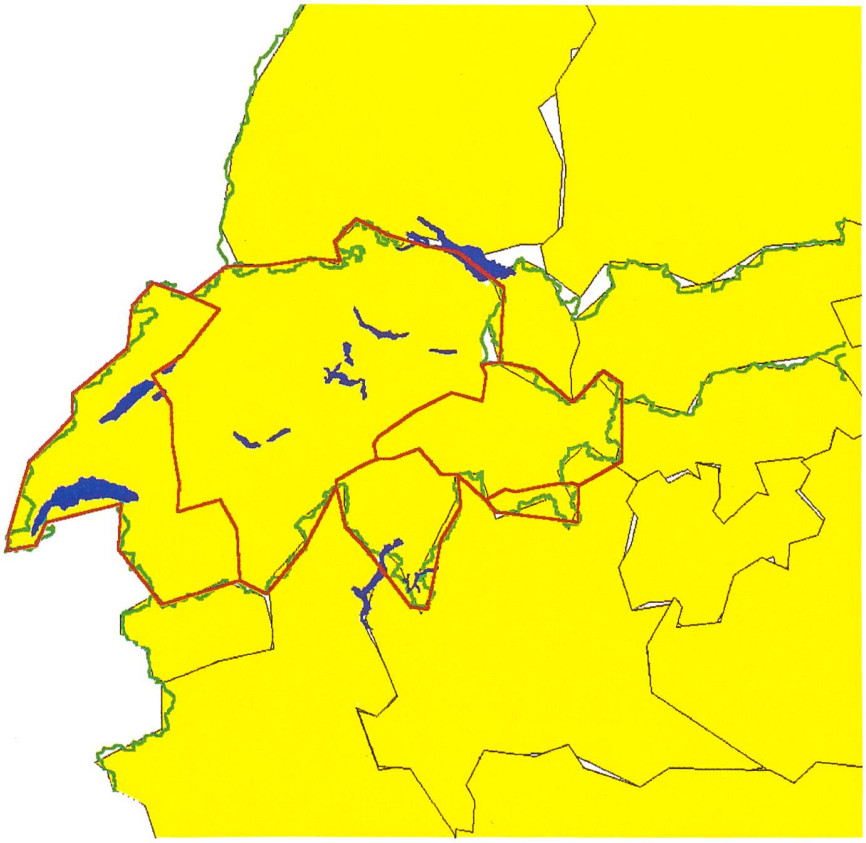


Bild 8. Versorgungsparzellen im Band III, nach CEPT-Planungskonferenz 1995 (Frankreich und Liechtenstein haben keine Zuweisungen).

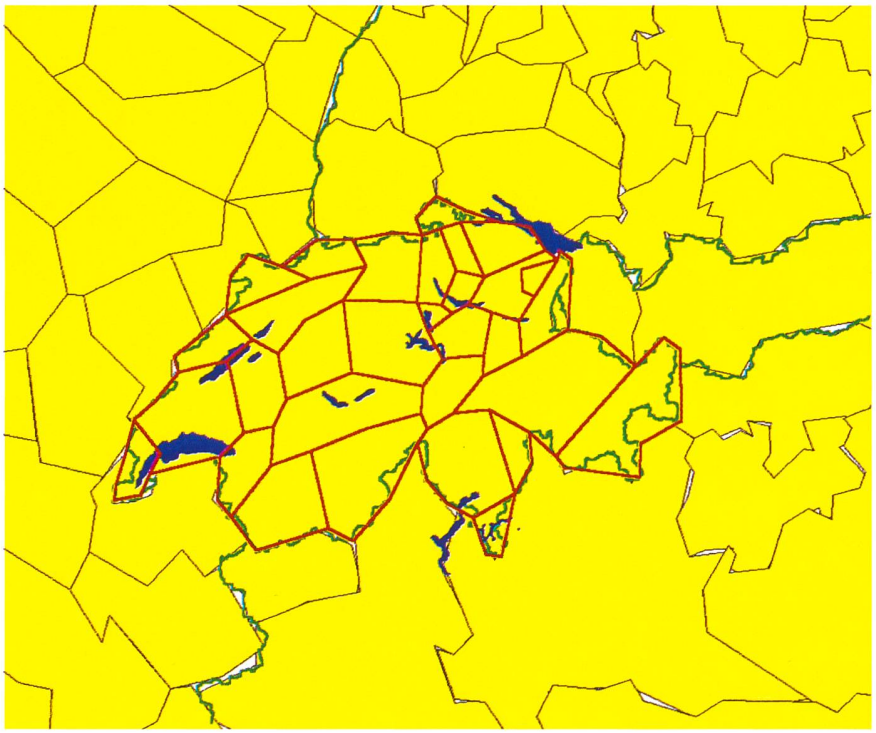


Bild 9. Versorgungsparzellen im L-Band, nach CEPT-Planungskonferenz 1995 (Frankreich und Liechtenstein haben doppelte Zuweisungen).

ster Firmen, Institute, Verwaltungen, Rundfunkorganisationen und Sendernetzbetreibern zusammensetzt, leitet die generellen Aktivitäten des EuroDab. Die tägliche Arbeit wird durch das Project Office (untergebracht bei der EBU in Genf) geleistet.
Um das breite Tätigkeitsfeld des EuroDab effizient und den unterschiedlichen Interessen der Mitglieder entsprechend bearbeiten zu können, wurden folgende Arbeitsgruppen gegründet:
- Modul 1: *Services and Equipment*
- Modul 2: *Regulatory and Legal Matters*
- Modul 3: *Marketing and Promotion*
- Modul 4: *DAB Satellite Services*

Weil DAB inzwischen zunehmend Interessenten weit über Europa hinaus findet, weitet sich auch der Einflussbereich von EuroDab entsprechend aus, beispielsweise nach Kanada, Australien, Indien, Südafrika usw., so dass EuroDab wohl bald in WorldDab umbenannt werden sollte.

Beteiligung der Schweiz

Die Schweiz ist mit mehreren Mitgliedern vertreten: Bundesamt für Kommunikation (BAKOM), SRG, Telecom PTT sowie die Genfer Niederlassung der Firma Motorola.
Durch die Mitarbeit in verschiedenen Modulen können einerseits Erkenntnisse und Erfahrungen aus den DAB-Versuchen im speziellen schweizerischen Umfeld (Gelände, Medienlandschaft usw.) unterstützend in die internationalen Arbeitsgruppen einfliessen und anderseits aber auch Erfahrungen aus anderen Ländern zur möglichst rationellen Einführung des DAB in der Schweiz gewonnen werden.

CEPT (Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications)

Der *CEPT* unterstellt sind die folgenden Organisationen:
- *ETSI* (European Telecommunication Standards Institute), das sich vor allem mit europäischen Normierungen befasst. So ist beispielsweise auch das DAB-System genormt [2].
- *ERC* (European Radiocommunications Committee) mit den Arbeitsgruppen:
  FM (Frequency Management)
  RR (Radio Regulatory Matters)
  SE (Spectrum Engineering)

Die Vorbereitungsarbeiten für die Planungskonferenz in Wiesbaden 1995 wurden durch Projektteams (PT) des *ERC* durchgeführt:
- *PT SE 11* wurde die Aufgabe übertragen, die Kompatibilität mit anderen Diensten zu studieren und das Basisdokument [5] für die Planungskonferenz zu erarbeiten. Darin sind die Planungsparameter (u. a. Minimalfeldstärken und Schutzabstände zu anderen Diensten) festgehalten.
- *PT SE 14* befasste sich mit Fragen des Frequenzspektrums und der Planungsmethoden.

Die Telecom PTT war in beiden Projektteams vertreten und konnte sich so optimal auf die Planungskonferenz vorbereiten.

Planungskonferenz Wiesbaden

Im Juli 1995 führten Vertreter aus 36 CEPT-Staaten in Wiesbaden (BRD) eine europäische Planungskonferenz durch. Das Ziel der Konferenz war es, jeder Nation eine komplett flächendeckende Versorgung landesweit (Bundesland oder Sprachregion) und eine zweite, in Regionen aufgeteilte Versorgung, zu ermöglichen. Da für DAB vorerst sehr wenig Spektrum zur Verfügung steht, welches zudem international verschieden reserviert ist, gab es ein schier endloses Ringen um Schutzabstände gegenüber anderen Diensten, die in den betroffenen Frequenzbändern bestehen. Dank einigen Kompromissen und vielen bilateralen Vereinbarungen gelang es, einen Plan zu vereinbaren. Darin haben die Administrationen erstmals nicht mehr einzelne Senderstandorte festgehalten, sondern Versorgungsparzellen für *Single Frequency Networks (SFNs)*. Die Parzellen sind durch ihre Eckpunkte definiert.
Die Schweiz erhielt pro Sprachregion einen DAB-Frequenzblock im ursprünglichen Fernsehkanal 12 (Band III) zugeteilt (Bild 8). Ein Fernsehkanal wird in vier Frequenzblöcke (A bis D) aufgeteilt. Zudem gelang für die regionale Versorgung – dank der topographischen Verhältnisse – eine Aufteilung in 31 Parzellen mit neun Frequenzblöcken im L-Band (Bild 9).

Projekte weltweit

DAB-Aktivitäten sind heute nicht nur in Europa, sondern weltweit festzustellen. Mit Ausnahme der USA, die

verschiedene eigene Systeme favorisieren, ist der DAB-Standard [2], der auch von der ITU vorgeschlagen wird, allseits als System der Zukunft akzeptiert.
In Europa ist ein regulärer Betrieb, mit allerdings zurzeit sehr beschränkter Hörerzahl, in England und Schweden eingeführt. Pilotprojekte laufen oder werden in Kürze in folgenden Ländern anlaufen: Deutschland (sieben Pilotprojekte), Frankreich, Italien, Belgien, Dänemark, Finnland, Holland, Norwegen.
Ausserhalb Europa ist Kanada ein sehr starker Promoter des DAB, es bestehen Absichten, einen regulären Betrieb einzuführen. Im weiteren ist ein grosses Interesse an DAB oder seiner eventuellen Einführung in Südafrika, Mexiko, Australien, Indien, China, Japan, Korea und Taiwan festzustellen.

Aktivitäten in der Schweiz

Organisation

Die ersten Schritte auf dem «DAB-Weg» hatten in der Schweiz bereits im Jahr 1990 begonnen mit dem Ziel, System-Know-how zu erarbeiten und Beziehungen zu entsprechenden Aktivitäten im Ausland aufzubauen.
Anfang 1993 organisierten das BAKOM und die Telecom PTT gemeinsame Gespräche auf breiterer Basis, das heisst BAKOM, Telecom PTT, SRG und Vertreter von Lokalradio-Veranstaltern. Die Zielsetzung war dabei, möglichst alle Betroffenen gleich von Anfang an in die Entwicklung dieses neuen Hörrundfunksystems mit einzubeziehen.
Aus diesen Gesprächen entwickelte sich die sogenannte Gesprächsrunde, die dann den Grundstein bildete für das im April 1994 gegründete Projekt «DAB Schweiz» unter der Leitung des BAKOM als Auftraggeber. Die Gesprächsrunde trifft sich, um Informationen über den Stand der DAB-Vorbereitungen auszutauschen und grundsätzliche Fragen der DAB-Einführung zu besprechen; sie setzt sich heute aus Vertretern von BAKOM, Telecom PTT, SRG, Verband Schweizer Lokalradios (VSL), Union nicht kommerzorientierter Lokalradios der Schweiz (UNIKOM) und Radios regionales romandes (RRR) zusammen. Die kurzfristigeren Aktivitäten werden jeweils innerhalb der «BAKOM/PTT-Sitzung» besprochen.

Das Projektteam «DAB Telecom» koordiniert sämtliche DAB-Aktivitäten der Telecom PTT. Innerhalb des Projekts DAB Schweiz wurden bisher praktisch alle technischen Untersuchungen durch die Telecom PTT ausgeführt. Das Pilotprojekt Bern–Oberland bringt Veränderungen: Zunehmend werden sich auch die anderen Beteiligten ihrerseits mit DAB-Hard- und Software befassen müssen, wenn das Projekt die erhofften Erfahrungsgewinne vom Diensteanbieter bis zum Nutzer bringen soll.

Bisherige technische Untersuchungen

Im Jahre 1993 wurde im Reusstal auf den Stationen Attinghausen und Wassen ein kleines SFN im Band III (Kanal 12) in Betrieb genommen. Im Rahmen dieses Feldversuches wurden vor allem Feldstärkemessungen und das Betriebsverhalten des DAB-Empfängers untersucht. Mit diesem Versuch konnte gezeigt werden, dass sich terrestrisches DAB hervorragend für eine Versorgung im Gebirge, wo sehr viele Reflexionen auftreten, eignet.
Im Verlaufe von 1994 wurden an den gleichen zwei Standorten L-Band-Sender (1,5 GHz) in Betrieb genommen, um direkte Vergleiche bezüglich Wellenausbreitung zwischen den beiden Frequenzbereichen zu ermöglichen. Die Resultate waren, wie zu erwarten, im L-Band schlechter als im Band III. Für eine flächendeckende Versorgung müssten deshalb mehr Sender im L-Band eingesetzt werden. Die geographischen Rahmenbedingungen im Reusstal (enges, schmales Tal) erlaubten jedoch nur Messungen entlang der Hauptachsen in den Tälern, so dass nicht genügend aussagekräftige Resultate vorlagen. Weitergehende Ergebnisse werden deshalb vom Pilotprojekt Bern–Oberland erwartet.
Die Telecom PTT führte, in Zusammenarbeit mit der SRG und Privatveranstaltern, ausgiebige Versuche mit Quellencodern durch. Untersucht wurden vor allem der Zusammenhang zwischen Coderate und subjektiver Audioqualität sowie die Möglichkeiten und Grenzen der Kaskadierung von Quellencodern. Bei Blindtests hat sich herausgestellt, dass eine Datenrate von 192 kBit/s in *Joint Stereo* für ein Stereoprogramm von den meisten Testpersonen als unkritisch empfunden wird. Bei tieferen Bitraten kann das datenreduzierte Signal vom Original (ab CD) unterschieden werden. Je nach Programmaterial ist jedoch eine Bitrate bis hinab zu 128 kBit/s ohne störende Wahrnehmung möglich.
Für die Vorführung von DAB-Diensten steht seit 1995 ein Demofahrzeug zur Verfügung, das mit hochqualitativen Audiokomponenten (Verstärker, Lautsprecher und Kopfhörern) den direkten Vergleich zwischen UKW- und

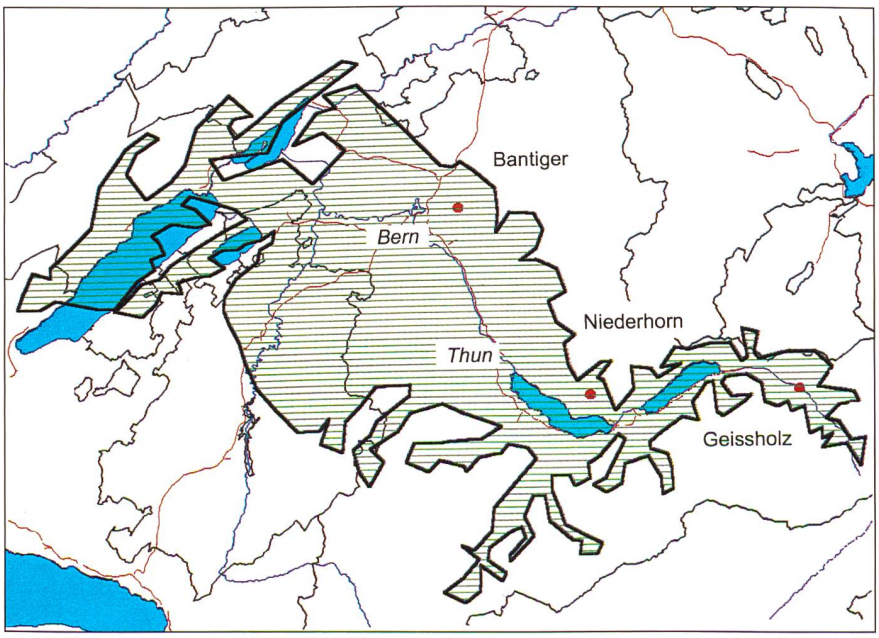


Bild 10. Berechnetes versorgtes Gebiet, Frequenzblock 12B.

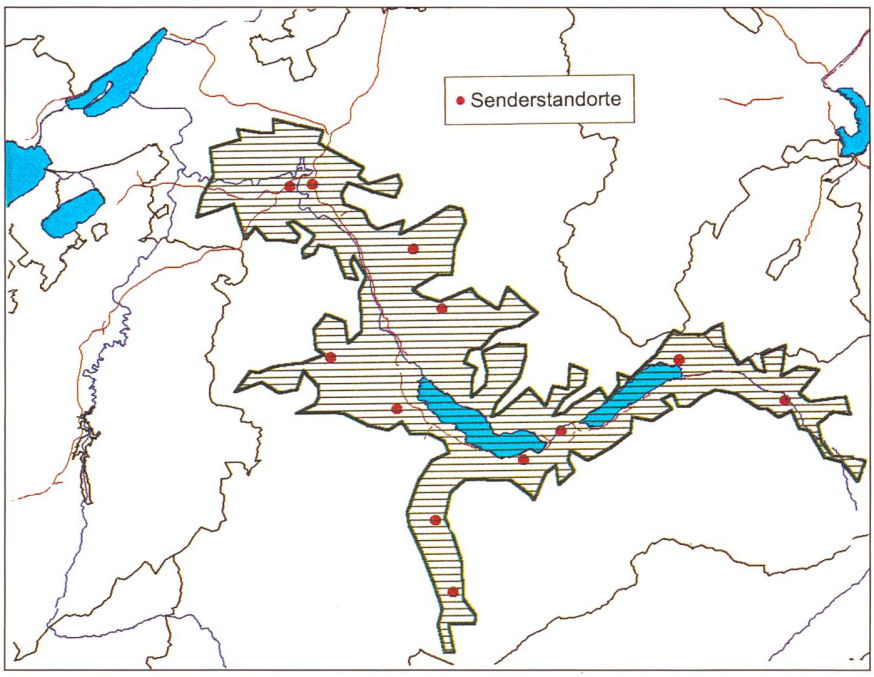


Bild 11. Berechnetes versorgtes Gebiet, L-Band.

DAB-Qualität erlaubt. Auf Bildschirmen im Fahrzeuginnern kann das Verhalten des RF-Signals und das Auftreten von Reflexionen im Gelände verfolgt werden. Zukünftige Datendienste können auf einem Flachbildschirm dargestellt werden.

Pilotprojekt Bern–Oberland

Ziele des Pilotprojektes

Das Pilotprojekt Bern–Oberland hat als primäre Zielsetzung die Markteinführung von DAB in der Schweiz. Voraussetzung für eine erfolgreiche Markteinführung ist die rechtzeitige praktische Erprobung dieses Systems. Im Rahmen dieses Pilotprojektes werden in einem definierten Gebiet (Bern –Thun–Spiez–Brienz–Meiringen) sowohl städtische als auch gebirgige Gegenden mit DAB versorgt. Einem repräsentativen Kreis von rund 400 ausgewählten Hörern soll die praktische Erprobung dieses Systems ermöglicht werden.

Es werden insbesondere folgende Ziele verfolgt:

- Die Zuführung der Programm- und Datensignale von ihren Quellen über die Multiplexer zu den DAB-Sendern stellt eine besondere technische Herausforderung für den Aufbau und Betrieb von DAB-Netzen dar. Im Rahmen des Pilotprojektes sollen die notwendigen Erfahrungen für einen späteren Regelbetrieb gesammelt werden.
- Die *Ensemble*-Struktur des DAB-Systems verlangt, dass die Dienste der Audio- und Datenanbieter in geeigneter Weise zusammengeführt werden müssen. Das Projekt setzt deshalb die erforderlichen Abklärungen für neue Organisationsformen zwischen den verschiedenen *Provider* in Gang und ermöglicht gleichzeitig auch die Erprobung der neuen Wege.
- Besondere Bedeutung hat auch die Erprobung und Einführung von nichtkommerziellen und kommerziellen Datendiensten (offene bzw. geschlossene Nutzergruppen). Einerseits fördert das Pilotprojekt die Klärung von noch offenen medienpolitischen und fernmelderechtlichen Fragen, und anderseits können verschiedene Anwendungsmöglichkeiten von Datendiensten untersucht und erprobt werden.
- Der Betrieb des *Ensemble-Multiplexers* und besonders die bereits erwähnte Möglichkeit, die *Ensemble*-Konfiguration während des Betriebes zu verändern, stellt nach wie vor nicht nur eine technische, sondern auch eine medienpolitische «Knacknuss» dar. Auch dazu sollen mögliche Wege erprobt und Erfahrungen gesammelt werden.

Bisherige Entwicklung des Pilotprojektes

Im Februar 1995 startete der «Feldversuch Bern–Oberland» mit den drei Sendern Bantiger, Niederhorn und Geissholz im Frequenzblock 12B (225.648 MHz). In einer ersten Phase wurde vorerst das *Ensemble* des Instituts für Rundfunktechnik (IRT), empfangen vom Satelliten Kopernikus, übernommen. Seit Dezember 1995 wird ein eigenes *Ensemble*, bestehend aus den Programmen DRS 1, DRS 2, DRS 3 der SRG sowie denjenigen der Privatradios Berner Oberland, Extra-Bern und Förderband, abgestrahlt. Ab Ende 1996 werden zusätzlich noch Datendienste hinzugefügt.

Projektorganisation

Auftraggeber für das Pilotprojekt ist das BAKOM. Der Projektausschuss koordiniert und trifft grundsätzliche Entscheide. Seine Mitglieder sind das BAKOM, die SRG, die obengenannten

Service ID	Service	Bitrate	Protection Level	Label
1	Audio	192 kbit/s	4	DRS 1
2	Audio	192 kbit/s	2	DRS 2
3	Audio	160 kbit/s	3	DRS 3
4	Audio	192 kbit/s	4	BeO
5	Audio	192 kbit/s	4	ExtraBern
6	Audio	192 kbit/s	4	Förderband
10	Data	112 kbit/s	3/8	Data 1

Tabelle 4. Aktuelle Ensemble-Konfiguration.

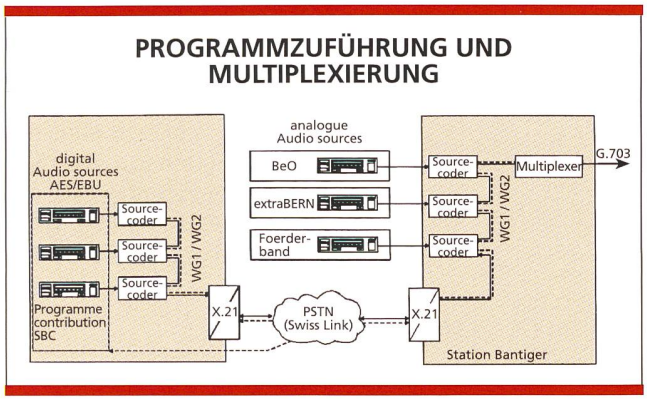


Bild 12. Blockschema der Programmzuführung und Multiplexierung.

Privatradios sowie seit kurzem Radio Eviva. Für Datenapplikationen ist die Teletext AG zuständig. Die begleitenden Akzeptanzuntersuchungen werden von einem Institut für Marktanalysen durchgeführt. Die Telecom PTT führt das Projektbüro und ist verantwortlich für Aufbau, Betrieb sowie Untersuchungen der Netze.

Die Testhörer wurden vom Institut für Marktanalysen nach statistischen Gesichtspunkten ausgewählt. Insgesamt wurden bis heute Fahrzeuge von 200 Testhörern mit einem DAB-Pilotempänger ausgerüstet. Diese ersten Geräte sind für den Empfang von DAB (nur Audio), UKW und MW sowie für die Wiedergabe von Kassetten geeignet.

Im Herbst 1996 werden dann sukzessive weitere 200 Empfänger mit integriertem Datendecoder und -Display für die Wagen der Versuchsteilnehmer *(User)* abgegeben (resp. in deren Wagen eingebaut).

Sendernetze

Im Endausbau (ab Herbst 1996) werden zwei Sendernetze betrieben, eines im Band III (Frequenzblock 12B) mit den drei Sendern Bantiger, Niederhorn und Geissholz und eines im L-Band (Kanal LE). Das L-Band-Netz soll vor allem vertiefte Erkenntnisse über die Wellenausbreitung in diesem Frequenzbereich (1452–1492 MHz) bringen, der für Rundfunkanwendungen bis jetzt nicht zur Verfügung stand. Ebenso wird beabsichtigt, dass in diesem Bereich schwergewichtig die lokalen Rundfunkveranstalter ihre Programme abstrahlen. Bild 10 zeigt das berechnete versorgte Gebiet.

Im L-Band-Netz wird mit 12 Sendern eine recht hohe Anzahl eingesetzt. Der Grund dafür ist das stark unterschiedliche Ausbreitungsverhalten bei diesen hohen Frequenzen für Rundfunkanwendungen, verglichen mit dem Band III. Deshalb wurden die Netzplanung konservativ durchgeführt und die Abstände zwischen den Sendestandorten eher klein gewählt. Bild 11 zeigt zum Vergleich das berechnete versorgte Gebiet für das L-Band.

Technische Eigenschaften des SFN im Band III, Frequenzblock 12B

Programmzuführung und Multiplexierung

Bild 12 zeigt die aktuelle Konfiguration für die Programmzuführung. Vom SRG-Studio werden zurzeit drei Programme zugeführt, ein viertes ist für die nähere Zukunft vorgesehen. Diese Programme werden als Servicekomponenten bereits im Studio im *Service Component Multiplexer* zusammengefasst. Das Ausgangssignal wird dann über ein *X.21*-Interface und eine digitale Übertragungsstrecke (SwissLink, n·64 kBit/s) zum *Ensemble-Multiplexer* geführt und dort mit den Signalen der lokalen Quellencoder kombiniert. Die Programmzuführung der Lokalradios geschieht zurzeit analog, wird aber später auch digital geschehen, mit den Quellencodern jeweils im Rundfunkstudio. Diese volldigitale Zuführung kann implementiert werden, sobald eine Steuerungs-Software für die Rekonfiguration der abgesetzten Quellencoder verfügbar ist. Für einen ungestörten Betrieb ist es sehr wichtig, dass alle digitalen Audioquellen und die Quellencoder synchronisiert sind, sonst können hörbare Störungen auftreten (Bitslips). Die SRG benützt als Referenz den Takt der Netze der Telecom PTT, mit dem – mit Ausnahme der Sender – auch alle andern Komponenten des DAB-Systems synchronisiert sind.

Im *Ensemble-Multiplexer* sind verschiedene voreingestellte Konfigurationen abrufbar; die momentan abgestrahlte *Ensemble*-Konfiguration zeigt Tabelle 4.

Mit den unterschiedlichen Schutzklassen *(Protection Levels)* werden Messungen am Rande des Versorgungsgebiets durchgeführt, um die theoretischen Werte zu verifizieren (der Gewinn von Schutzklasse 2 im Vergleich zu Schutzklasse 4 beträgt rund 4 dB).

Senderanspeisung und -synchronisation

Das Ausgangssignal des *Ensemble-Multiplexers* gelangt via das *ETI (Ensemble Transport Interface)* und über

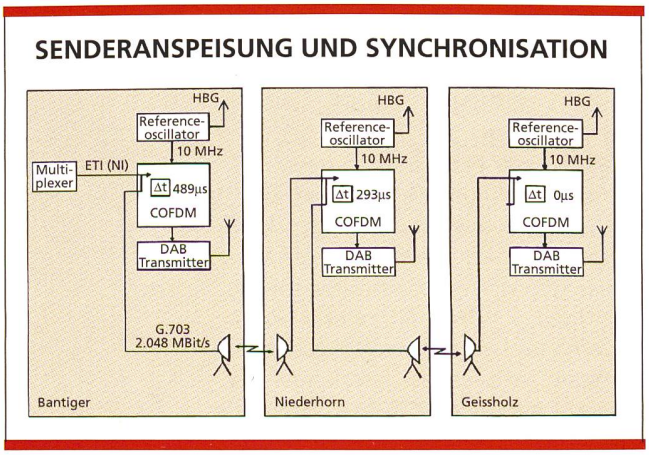


Bild 13. Senderanspeisung und Synchronisation, Frequenzblock 12B.

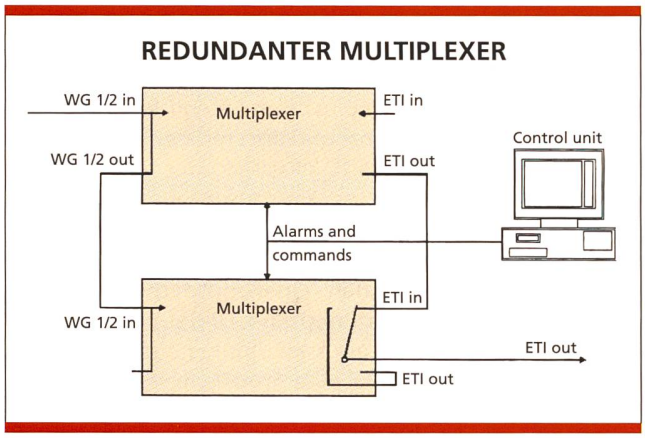


Bild 14. Redundanter Multiplexer.

digitale Richtfunkverbindungen zu den Sendern. Auf jeder Sendestation wird die notwendige Zeitverzögerung durchgeführt, so dass alle Sender das DAB-Signal synchron aussenden. Die Sendefrequenz 225,648 MHz wird von einem Rubidium-Normal stabilisiert, welches mit dem Normalfrequenz-Sender HBG synchronisiert ist. Bild 13 zeigt das Blockschema der Senderanspeisung und -synchronisation.

Systemverfügbarkeit

In einem DAB-SFN ist die Verfügbarkeit einzelner Komponenten viel wichtiger als in einem konventionellen UKW-Netz:

- Tritt eine Störung im *Ensemble-Multiplexer* auf, so fällt ein ganzes, regionales Netz aus, sofern keine Redundanzvorkehrungen getroffen werden.
- Wenn die Frequenz eines einzelnen Senders im SFN den Toleranzbereich verlässt, so wirkt dieser Sender als Störsender für das verbleibende SFN.

Aus diesen Gründen muss eine Überwachungs- und Steuerungsstrategie implementiert werden, die alle wichtigen Parameter im Netz überwacht. Der *Ensemble-Multiplexer* kann redundant geschaltet werden, wie in Bild 14 gezeigt.
Im Falle einer Fehlfunktion ist es besser, den jeweiligen Sender abzuschalten, wenn keine Redundanzvorkehrungen getroffen wurden. Diese Vorkehrungen drängen sich aber für die wichtigen Sender (mit relativ hoher Leistung und grossem Versorgungsgebiet) auf. Mit einem Backup-Sender (Bild 15) inklusive COFDM-Coder und einer Umschaltsteuerung lässt sich so die Verfügbarkeit entsprechend erhöhen. Für Messungen am Sender, der nicht im Betrieb ist, lässt sich dieser auf eine Kunstlast schalten.
Diese Backup-Massnahmen sind im Pilotprojekt noch nicht implementiert, werden aber spätestens bei Beginn eines regulären Betriebs aktuell werden.

Technische Eigenschaften des SFN im L-Band, Frequenzblock LE

Programmzuführung und Multiplexierung

Die Systemkonfiguration des L-Band-Netzes erlaubt die Ausstrahlung von bis zu acht Audioprogrammen und zwei Datendiensten. Die zwei *Ensemble-Multiplexer* ermöglichen später die Aufteilung des SFN in zwei unabhängige regionale Teilnetze (Bild 16), die selbst SFNs sind und auf zwei verschiedenen Frequenzen arbeiten: Region Bern, LE (1459,808 MHz) und Region Berner Oberland, LA (1452,960 MHz).

Senderanspeisung und -synchronisation

Die Verteilung des Multiplex-Signals geschieht, wie im K12B-Netz, über digitale Richtfunkstrecken (2 Mbit/s). Wichtige Strecken, welche mehr als eine Sendestation anspeisen, sind redundant 1+1 ausgeführt. Zur Synchronisation der Sendefrequenz LE (1459,808 MHz) sind an allen Senderstandorten Empfänger für das *Global Position System (GPS)* eingesetzt (Bild 17).

Messungen

Messausrüstung

Für Messungen und zur Datenerfassung wird ein speziell ausgerüstetes Fahrzeug (Bild 18) eingesetzt. Die wichtigsten Komponenten sind ein Feldstärkemessempfänger mit 1,5

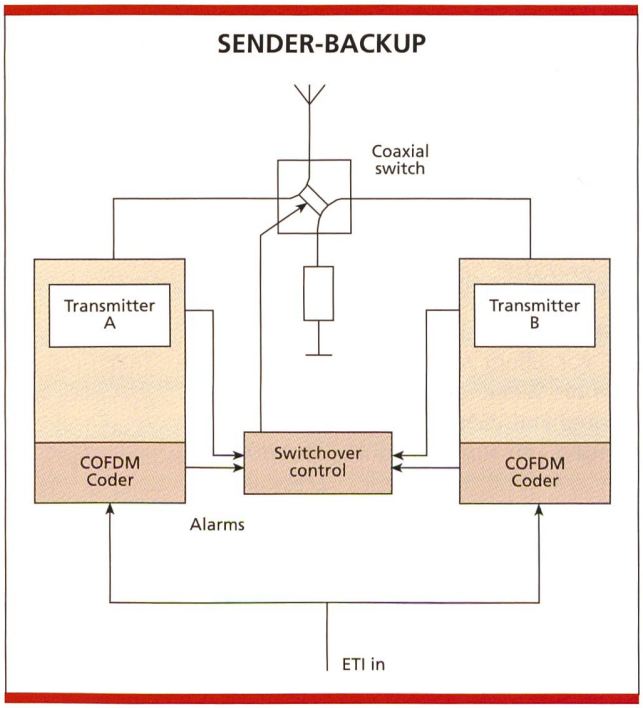


Bild 15. Sender-Backup.

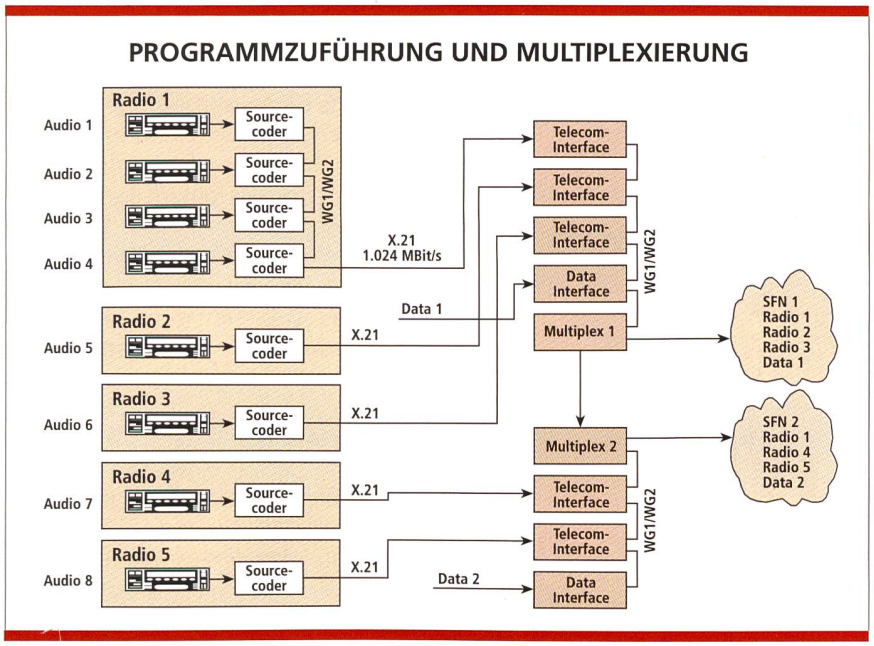


Bild 16. Blockschema der Programmzuführung und Multiplexierung.

MHz Bandbreite und ein *Channel Sounder.* Dieser ermöglicht das Erfassen von Reflexionen im RF-Kanal (Kanalimpulsantwort) und kann deshalb auch für einen Netzabgleich eingesetzt werden. Ein GPS-Empänger liefert die aktuelle Position zu jedem Feldstärkemesswert (alle 10 ms). Mit einem Teleskopmast können stationär bis auf 10 m Höhe Messungen durchgeführt werden. Die ausgewerteten Messfahrten werden zur Verifikation der Versorgungsberechnung verwendet und geben ein genaues Bild der mobilen Versorgungssituation.

Resultate

Bis heute (Juli 1996) wurden die drei Sender des K12B-Netzes einzeln sowie als SFN ausgemessen und ausgewertet. Bild 19 zeigt als Beispiel die Messergebnisse des Einzelsenders Bantiger, mit dem Unterschied zwischen Berechnung und Messung. Es repräsentieren: grüne Flächen die Versorgung laut Berechnung; rote Strecken versorgte Strassen nach Messung; schwarze Strecken ungenügende Feldstärke für störungsfreien Empfang. Die totale Länge der Messstrecken für diesen Sender betrug 1785 km. Eine recht gute Übereinstimmung kann mit dem Ausbreitungsalgorithmus von *Epstein und Peterson* [7] erreicht werden; dieser berücksichtigt allerdings keine Reflexionen an Bergen und Felswänden. Die berechneten Werte sind deshalb leicht pessimistisch.

Das L-Band-Netz wird erst nach der Verfassung des vorliegenden Beitrags in Betrieb genommen werden, so dass zum heutigen Zeitpunkt keine Aussagen über die Ausbreitungsbedingungen gemacht werden können. Die Telecom PTT wird aber auch in diesem für Rundfunkanwendungen neuen Frequenzbereich wertvolle Erfahrungen sammeln können, die es ihr erlauben, für einen späteren regulären Betrieb optimale Netzstrukturen für ihre Kunden zu planen, zu bauen und zu betreiben.

Hängige oder offene Systemfragen

Wegen der in kurzer Zeit angestrebten und erfolgten Standardisierung des DAB-Systems durch das ETSI [2] konnten, nicht zuletzt wegen seiner Komplexität, gewisse anwendungsorientierte Aspekte nicht vollständig berücksichtigt werden. Auf einige dieser Probleme sei nachstehend hingewiesen.

Fortgesetzte Standardisierung, Rückwärtskompatibilität

Nach wie vor ist hinsichtlich DAB nicht alles definiert und standardisiert, trotz den relativ weit fortgeschrittenen Einführungsszenarien in verschiedenen Ländern. An verschiedenen, vorab Schnittstellen betreffenden Details wird gegenwärtig noch gearbeitet, z. B. *Multimedia Object Transfer Pro-*

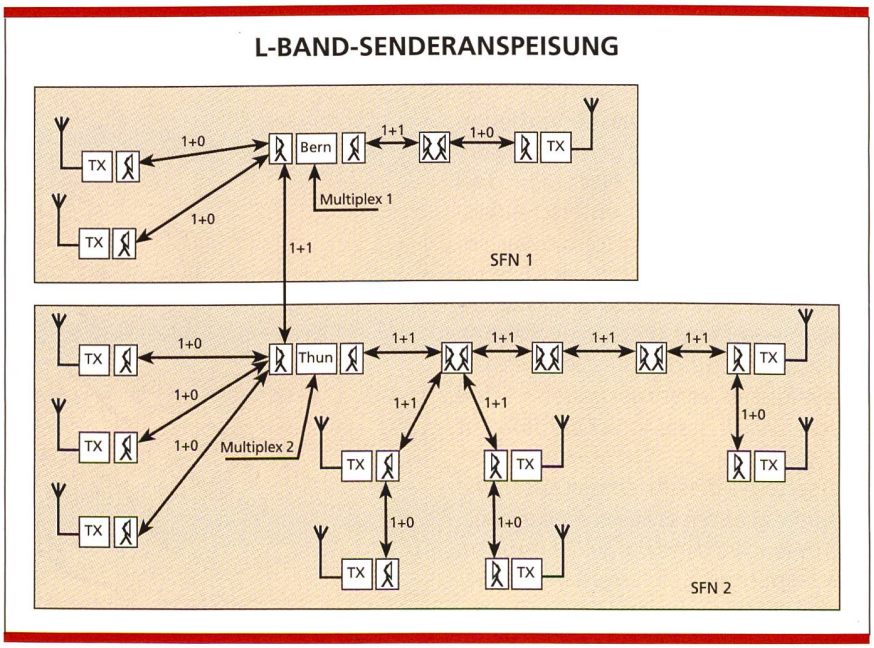


Bild 17. Blockschema der L-Band-Senderanspeisung.

tocol (MOT), Service Transport Interface (STI), Receiver Data Interface (RDI), Conditional Acces (CA).
Die Wünsche und Bedürfnisse der Provider schaffen in Verbindung mit der Kreativität der Entwickler stets neue *Features* in einem derart flexiblen System. Während sich solche *Features* auf der Provider-Seite noch relativ einfach implementieren lassen, wird dies für die Endgerätehersteller bedeutend schwieriger: Unter anderem können die heutigen Pilotempfänger für Pilotprojekte den neuen DAB-Mode IV (Tabelle 3) nicht verarbeiten. Aus Sicht der Consumer-Endgerätehersteller sollten deshalb nur noch Erweiterungen oder neue Standards vorgeschlagen werden, die rückwärtskompatibel sind. Die Normierung weiterer *Features* hätte demnach so zu erfolgen, dass die zur DAB-Einführung ab Herbst 1997 erhältlichen, preisgünstigen Consumer-Empfänger auch später funktionieren.

Local Windowing

Grundsätzlich wurde DAB für die grossflächige Versorgung mittels *Single Frequency Networks (SFN)* konzipiert, da sich dadurch die Frequenzökonomie offenbart. Dabei sind wie erwähnt alle Servicekomponenten des *Ensemble* im Versorgungsgebiet identisch. Diese Tatsache läuft allerdings dem Bedarf nach kleinen lokalen Versorgungsgebieten mit Audioservices lokaler *Provider* entgegen. Um diese Forderung zu erfüllen, ist für jedes lokale Versorgungsgebiet ein auf der gleichen Frequenz zusätzlich ausgestrahltes *Ensemble* notwendig, dessen lokale Audio-Servicekomponenten sich unterscheiden. Dieses Vorgehen wird *Local Windowing* genannt. Es besitzt allerdings den Nachteil, dass Störungen in den sich unterscheidenden Services auftreten, und zwar sobald der DAB-Empfänger gleichzeitig nutzbare Anteile unterschiedlicher *Ensembles* empfängt (Verwirrungszone). Bild 20 verdeutlicht den Sachverhalt für *ein* lokales Versorgungsgebiet. Soll nun die Verwirrungszone ebenfalls mit dem gestörten Service versorgt werden, so muss dies in einem *Ensemble* auf einer zweiten Frequenz erfolgen.
Zu untersuchen sind das Verhalten von DAB-Empfängern im Verwirrungsgebiet und Massnahmen, (z. B. Signalisierung), welche die Empfangsverhältnisse verbessern können.

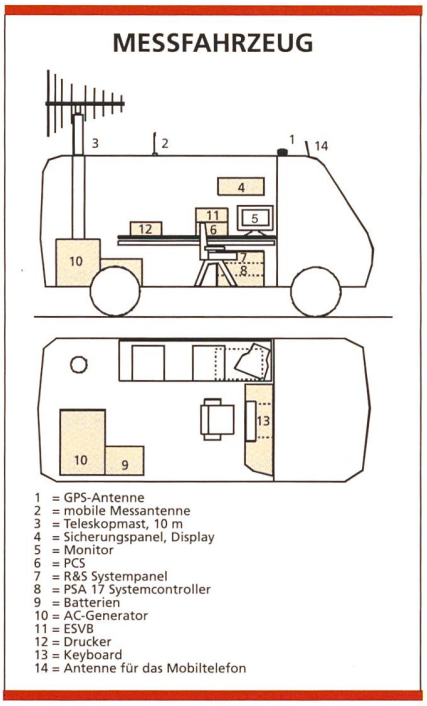


Bild 18. Layout des Messfahrzeugs.

Inhouse-Versorgung

Da DAB ein digitales Übertragungsverfahren anwendet, muss im Versorgungsgebiet die Überschreitungswahrscheinlichkeit der minimalen Feldstärke zum Betrieb der Empfänger höher sein als bei FM-UKW-Hörfunk. Es ist deshalb davon auszugehen, dass am Rande der Versorgungsgebiete die Versorgungswahrscheinlichkeit innerhalb der Gebäude nicht gross genug sein wird; dies sowohl im Band III und ganz besonders im L-Band. Die Bearbeitung dieser Probleme geschieht in einer speziellen Arbeitsgruppe der Deutschen DAB-Plattform, in welcher die Telecom PTT vertreten ist.

Realtime-Aspekte

Sowohl die Audiocodierung mit MUSICAM, das COFDM-Verfahren wie auch eventuelle Senderanspeisungen via Satellit verursachen bei DAB Verzögerungen in der Übertragung – gegenüber dem Studiosignal – in der Grössenordnung von 0,5 bis 1s. Diese können sich je nach Anwendung stark störend auswirken (z. B. Zeitzeichen, Monitoring der Berichterstatter bei Reportagen). Aufwendige Lösungsmöglichkeiten sind denkbar mit Hilfe von Timestamps.

Ensemble-Rekonfiguration

Unter *Ensemble*-Rekonfiguration wird eine Veränderung der *Ensemble*-Konfiguration hinsichtlich Services oder ih-

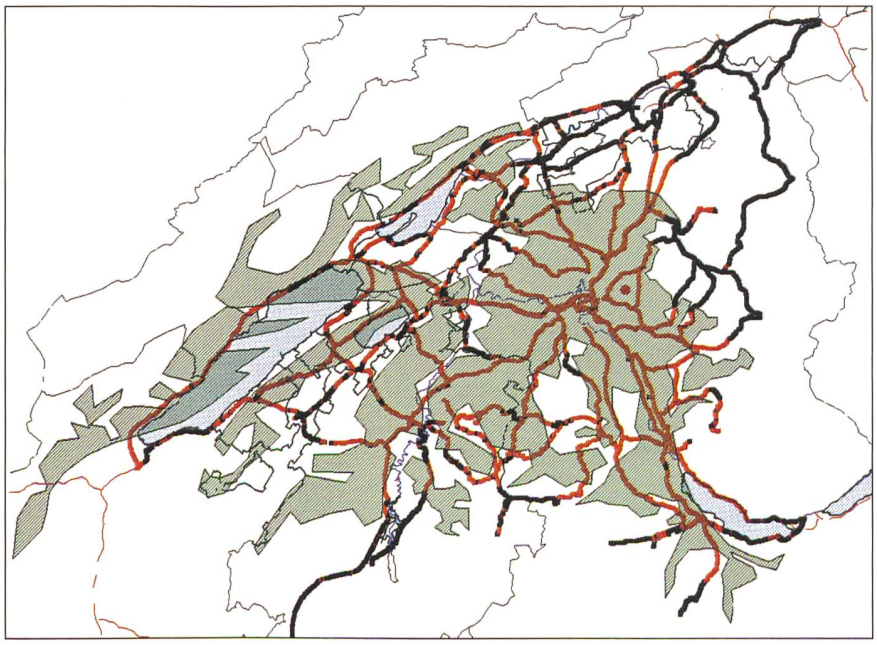


Bild 19. Vergleich zwischen Berechnung und Messung für den Sender Bantiger.

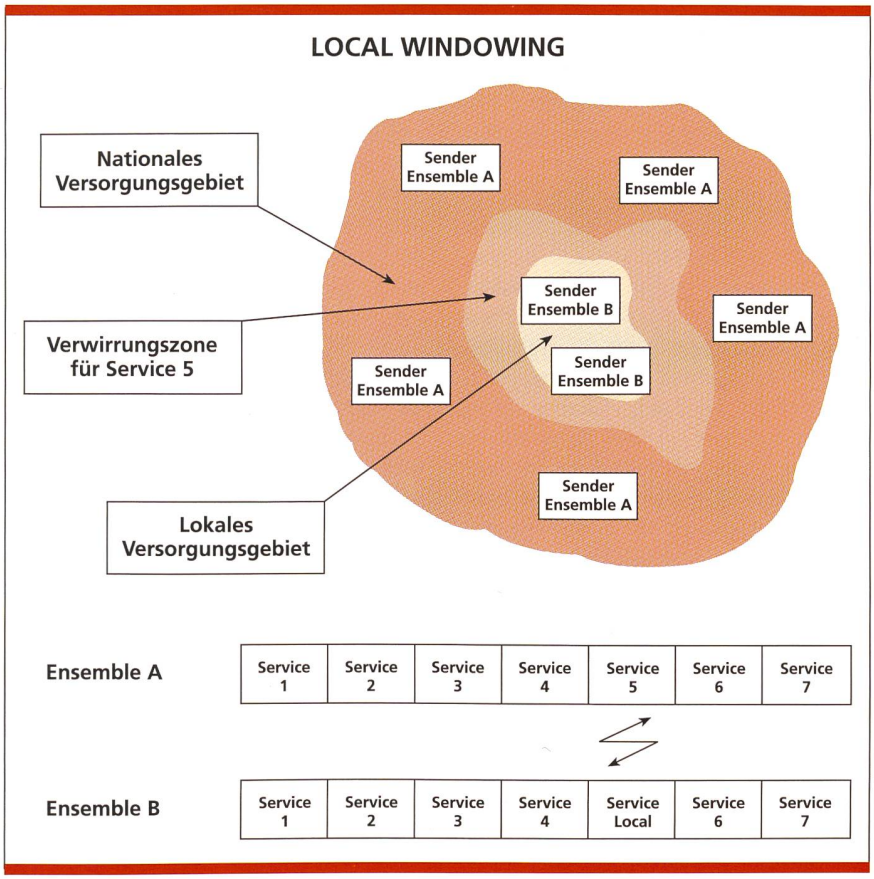


Bild 20. Local Windowing.

rer Komponenten sowie ihrer Bitraten und Fehlerschutzklassen verstanden. Eine solche Rekonfiguration sollte in ferner Zukunft von jedem beliebigen *Provider* zu einem beliebigen Zeitpunkt ausgelöst werden können (dynamische Rekonfiguration) unter der Voraussetzung, dass die mit dem *Ensemble Provider* vereinbarte Transportkapazität sowie weitere Bedingungen eingehalten werden. Mit derzeit verfügbaren DAB-Ausrüstungen und deren Software ist eine solche dynamische Rekonfiguration nicht möglich, ohne dass alle Services des *Ensemble* kurzzeitig gestört würden. Ein wesentlicher Schlüssel dazu ist die Normierung und Implementierung des *Service Transport Interface (STI).*
Als Zwischenlösung ist eine Rekonfiguration zu bestimmten, vereinbarten Zeitpunkten vorgesehen (statische Rekonfiguration); günstige Zeitpunkte sind beispielsweise Sekundenpausen vor stündlichen Nachrichten.

Für die in jedem Fall auftretenden medienpolitischen Fragen müssen ebenfalls Antworten gefunden werden.

Ausblick

Weltweite Entwicklung

Es kann festgestellt werden, dass das DAB nach Eureka-147 im Begriffe ist, zu einem weltweiten Standard zu werden. Folgende konkrete Aussichten können genannt werden:

- Australien untersucht mit erster Priorität DAB-Versorgungsmöglichkeiten via Satelliten. Definitive Absichten bezüglich der offiziellen Einführung liegen noch nicht vor. Ausserdem beabsichtigt Australien aber auch, Städte mit terrestrischen Sendernetzen zu versorgen. Der Beginn entsprechender Versuche mit anschliessenden Pilotprojekten ist auf Ende 1996 angekündigt worden.
- Kanada ist weiter fortgeschritten als Australien, wurden die ersten Versuche doch bereits im Jahr 1990 durchgeführt. Kanada plant, ähnlich wie Australien, das Land kombiniert via Satelliten und terrestrische Sendernetze zu versorgen. Pilotprojekte sind in Betrieb in Toronto, Trois Rivières und Montréal. Die definitive Einführung ist auf Herbst 1997 geplant.
- Indien sieht vor, im Jahr 1998 mit terrestrischen DAB-Diensten zu beginnen und die grossflächige Versorgung via Satelliten 2003 einzuführen.

Wie lange die USA die Eigenentwicklungen weiterverfolgen wollen, bleibt abzuwarten. Erste Anzeichen deuten auf eine Annäherung an das System Eureka-147 hin. Japan hat bis heute keine klaren Aussagen abgegeben bezüglich des Systems, das in Japan für digitalen Hörrundfunk eingeführt werden soll.

DAB-Einführung in Europa

Zurzeit werden in Europa gegen 30 Feldversuche und Pilotprojekte durchgeführt. Einige Länder haben die reguläre Betriebsphase bereits begonnen, andere planen das für die Jahre 1996 oder 1997. Gemäss Herstellerangaben sind inzwischen bereits 150 DAB-Sender für den Betrieb in Europa ausgeliefert worden oder stehen kurz davor. Insgesamt betrachtet wird klar, dass die kritische Masse überschritten ist, das heisst die Einführung des Digital Audio Broadcasting in Europa ist sicher.
Die meisten DAB-aktiven Länder Europas planen, die DAB-Einführung auf den Zeitpunkt der Internationalen Funkausstellung 1997 (IFA 97) im Spätsommer 1997 zu beginnen. Offiziell bereits begonnen haben die Länder England, Schweden und Dänemark. Aus der Sicht der Rundfunknutzer ist das aber eher bedeutungslos, weil bis Ende 1997 wahrscheinlich keine marktfähigen Empfänger erhältlich sein werden. Für die Rundfunkanstalten hat damit aber die epochal neue Rundfunkära bereits begonnen. Von der BBC London ist zum Beispiel zu vernehmen: «Digital Broadcasting is changing the face of radio. The BBC is getting ready for the revolution. . . »
Es werden neue Programmformate ausgetestet, die Verbindung von Ra-

dio mit begleitenden Text- und Bildinformationen ausprobiert, dynamische Anpassung der Bitraten an die momentanen Übertragungsbedürfnisse (z. B. während einer Monosendung mit reduzierter Bitrate können andere zeitunkritische Daten übertragen werden) untersucht usw.
Die Akzeptanz des DAB wird nur zu erreichen sein, wenn es gelingt, genügend neue und attraktive Dienste (Radioprogramme, begleitende Informationen und Mehrwertdienste) anzubieten. Nicht zuletzt aufgrund der neuen Möglichkeiten, die das DAB auch für die Programmschaffenden bietet, sind inzwischen bereits für die heutige Vor-Betriebsphase innerhalb der verschiedenen Pilotprojekte eine beträchtliche Anzahl neuer Radioprogramme entstanden.
Von eher grösserer Bedeutung als die Radioprogramme sind die Datendienste (Mehrwertdienste), wie z. B. Börseninformationen, graphische Strassenverkehrsinformationen usw. für mobile Anwendungen und Immobilien-Markt-Präsentation oder gleichzeitige Information für alle Filialen einer Warenhauskette in der Schweiz als Beispiele für Anwendungen mit stationären PCs. Das ist darum auch der Systembereich, der sowohl bei potenten Datendienstanbietern als auch bei Herstellern von entsprechenden Endgeräten auf grosses Interesse stösst.
Noch sind aber nicht alle Komponenten, die für solche Datendienste notwendig sind (z. B. *Conditional Access, CA*) fertig entwickelt. Glücklicherweise wird es als sehr wichtig erachtet, möglichst für DAB das gleiche CA-System einzusetzen wie für *Digital Video Broadcasting (DVB)*. Gerade in diesem Bereich der Koordination mit anderen Rundfunk- oder Multimedia-Anwendungen leistet das Europäische DAB-Forum (EuroDab) einen vorzüglichen Dienst.

DAB-Einführung in der Schweiz

Einerseits kann es sich die Schweiz nicht leisten, in Europa eine DAB-Insel zu werden, anderseits hängt das Vorgehen bei der Einführung stark von den Finanzierungsmöglichkeiten ab. Ausserdem hat der Bundesrat bezüglich der DAB-Einführung noch keinen definitiven Entscheid gefällt.
Aus diesen Gründen ist es zurzeit schwierig, einen einigermassen konkreten Ausblick zur DAB-Einführung in der Schweiz zu geben, aber es kann wohl davon ausgegangen werden, dass der «Fahrplan» in der Schweiz etwa dem Vorgehen im benachbarten Ausland angeglichen wird. Das würde bedeuten, dass die Einführung Ende 1997/Anfang 1998 beginnen könnte.
Die Schweiz wird DAB-Dienste sowohl im Fernsehkanal 12 als auch im L-Band einführen. Am Anfang wird es wichtig sein, schnell grosse Flächen abzudecken. Das Band III (z. B. Kanal 12) eignet sich dafür wesentlich besser als das L-Band; die Einführung wird darum höchstwahrscheinlich im Kanal 12 beginnen. Weil die Services des Kanal-12-*Ensemble* schwergewichtig von der SRG stammen werden, haben die Vorstellungen der SRG bezüglich der DAB-Einführung im Kanal 12 sicher massgebenden Charakter. Es ist absehbar, dass mehr oder weniger parallel dazu auch kleinräumige DAB-Zellen im L-Band entstehen werden.

Die rasche Akzeptanz hängt hauptsächlich von den Marktbedürfnissen ab. Es wird darum sinnvoll sein, die Einführungsschritte entsprechend auszurichten. Das könnte etwa wie folgt aussehen:
- Bis Ende 1998 werden die wichtigsten Wirtschaftszentren versorgt: Zürich, Basel, Bern, Genf (Genfersee-Region).
- Mit Blick auf den mobilen Empfang werden die Verbindungsachsen N 1 und N 2 bis Ende 1999 ausgerüstet.
- Die weiteren Einführungsschritte hängen von vielen Randbedingungen ab, die jetzt zum Teil noch schwer abschätzbar sind. Die flächendeckende Versorgung der Schweiz dürfte so um das Jahr 2005 erreicht werden.

Bis jetzt ist vorgesehen, für jede Sprachregion je ein eigenes *Ensemble* zusammenzustellen. Die Tunnels sollen von Anfang an mitausgerüstet werden.
Entgegen den ersten Plänen bei der Entwicklung des DAB ist nicht mehr beabsichtigt, mit DAB das UKW abzulösen. Sobald das DAB grossflächig verfügbar ist und marktgerechte Endgeräte käuflich sind, wird es wahrscheinlich die eine oder andere Programmverschiebung zwischen UKW und DAB geben, aber es ist mindestens mit einer langen Parallelphase (15–20 Jahre) zu rechnen. Es ist durchaus denkbar, dass UKW auch darüber hinaus für bestimmte Anwendungen ein interessantes Verbreitungsmedium bleiben wird.
DAB ist ein neues Übertragungsmedium, das viele bestehende und auch zukünftige Medien konkurrenzieren wird. Das kommende DVB z. B. wird in einigen Bereichen (z. B. portabler Empfang) Vorteile gegenüber dem DAB aufweisen können. Für Anwendungen, die mit grossen Datenraten viele, vor allem mobile Nutzer gleichzeitig ansprechen wollen, wird DAB der ideale «Radio-Highway». 6

Literaturverzeichnis

[1] E. Schwarz, H. Vogel: Digitaler Hörrundfunk (DAB); Grundlagen, Einführungsstrategien und Aktivitäten in der Schweiz. Techn. Mitteilungen PTT, 12/1993.

[2] European Telecommunication Standard, ETS 300 401: Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers. ETSI, February 1995.

[3] A. Müller, M. Schenk, J. Fugmann: Datendienste in Digital Audio Broadcasting – DAB. Schriftenreihe der Landesanstalt für Kommunikation, Stuttgart, 1995.

[4] E. Meier-Engelen: DAB–Where is it going? Technische Mitteilungen PTT, 8/1992.

[5] Document BPN 003: Technical Basis for T-DAB Services Network Planning and Compatibility with Existing Broadcasting Services. European Broadcasting Union, Geneva, 6/1995.

[6] ITU-R Special Publication: Terrestrial and Satellite Digital Sound Broadcasting to Vehicular, Portable and Fixed Receivers in the VHF/UHF Band. Geneva, 1995.

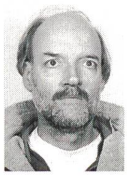
[7] Epstein, Peterson: An experimental study of wave propagation at 850 MHz. Proceedings of the Intitute of Radio Engineers 41 (1953), S. 595 bis 611.

SUMMARY

DIGITAL AUDIO BROADCASTING (DAB), TODAY AND TOMORROW

Digital audio broadcasting has been developed within the European research project Eureka-147. It is considered to be the future digital radio broadcasting system for audio and data services. The initial partners of the project began their development work in 1987 with the objective of creating a standardized digital radio broadcasting system for Europe that would offer near CD quality. About three years ago we published the first report on DAB in COMTEC [1] of the Swiss PTT. Already at that time numerous field tests were in progress in European countries and also in Switzerland. The German DAB-Plattform e.V. and the 'Club DAB' in France were founded. Today there is a variety of activities. In some countries, more or less elaborate pilot projects are implemented, and the European Broadcasting Union (UER/EBU) has founded 'EroDab', an association of broadcasting companies, transmitter network operators and equipment manufacturers with the objective to coordinate the promotion of DAB in Europe and to introduce it in the autumn of 1997. The British Broadcasting Corporation (BBC) and Radio Sweden claim to have already started with regular DAB service, although only relatively expensive 'DAB pilot receivers' are available for convenient signal reception by private users. In the meantime, the Eureka DAB process has been standardized by ETSI [2] and has been incorporated into the ITU-R recommendations. The Swiss Telecom PTT have also become partners of Eureka-147. In view of the fact that DAB is much more complex than conventional FM audio broadcasting and that the introduction of the new technology in Switzerland is approaching, it makes sense to publish a supplementary report on this topic. Whereas in [1] the basic principle of DAB with the key elements MUSICAM and COFDM were introduced and explained, the present report discusses on the flexibility and creativity of the DAB system as it relates to the entire operational transmission chain from the service provider to the service user.

Rudolf Bärtschi ist Leiter des Projekts «DAB Telecom» und damit Koordinator der Aktivitäten im Bereich des Digital Audio Broadcasting innerhalb der Telecom PTT. Nach der Berufslehre zum Elektromechaniker schloss er das anschliessende Nachrichtentechnikstudium 1974 in Winterthur als Ingenieur HTL ab. Praktisch die ganze darauf folgende Berufslaufbahn spielte sich im Bereich des Rundfunks im In- und Ausland ab: Entwicklung von Rundfunksendern, Versorgungsprognosen (im Kurzwellenbereich) und Leitungsaufgaben in einem Studiobetrieb. Der Eintritt in die Telecom PTT, Direktion Radiocom, erfolgte 1988 zu einer Zeit verschiedener Rundfunkinnovationen. So gehörte die Einführung des Radio Data Systems (RDS) zu einer seiner ersten Tätigkeiten. Auch als Chef der Sektion Radio liegt der Schwerpunkt seiner heutigen Aufgaben im Bereich neuer aktueller und kommender Rundfunksysteme.



Jürg Furrer schloss sein Studium im Bereich Nachrichtentechnik als Ing. HTL an der Ingenieurschule Burgdorf ab. Seit 1973 ist er bei der Telecom PTT tätig und bearbeitet seit 1975 bei der Direktion Forschung und Entwicklung Aufgaben aus dem Bereich Rundfunk, vorerst Fernsehtechnik. Er leitet seit 1988 die Fachgruppe Sender und Antennen innerhalb der Rundfunktechnik. Als Mitglied des Projektteams «DAB Telecom» beschäftigt er sich zurzeit speziell mit Fragen der Multiplex-, Netz- und Sendertechnik innerhalb des DAB-Bereichs.

Markus Schneider ist diplomierter Elektroingenieur HTL. Nach seiner Tätigkeit als Entwicklungsingenieur in der Privatindustrie wechselte er 1973 zur Telecom PTT, Direktion Forschung und Entwicklung, Sektion Rundfunktechnik, wo er seit 1980 die Fachgruppe Hörfunktechnik leitet. Markus Schneider war an der Entwicklung verschiedener Dienste beteiligt, wie beispielsweise UKW-GAZ und Digit Super Radio. Als Mitglied des Projektteams «DAB Telecom PTT» befasst er sich gegenwärtig mit den Kontakten zu Eureka-147 sowie mit DAB-Ausbreitungs- und Empfängerfragen.

Heinz Vogel studierte nach seiner Feinmechanikerlehre an der Ingenieurschule Burgdorf, wo er 1982 als Elektroingenieur HTL in der Fachrichtung Industrieelektronik abschloss. Anschliessend arbeitete er in verschiedenen Firmen der Telekommunikationsbranche an Übertragungsprojekten im In- und Ausland. Seit 1991 ist er bei der Direktion Radiocom der Telecom PTT tätig. Die Schwerpunkte seiner jetzigen Tätigkeit liegen im Gebiet Feldversuche und Projekte in Digital Audio Broadcasting. Er arbeitet ebenfalls als Vertreter der Telecom PTT in einer Expertengruppe für DAB der European Broadcasting Union mit und war in einer CEPT-Planungsgruppe für die technische Vorbereitung der Europäischen Planungskonferenz (terrestrisches DAB) in Wiesbaden 1995 beteiligt.