

# RTM

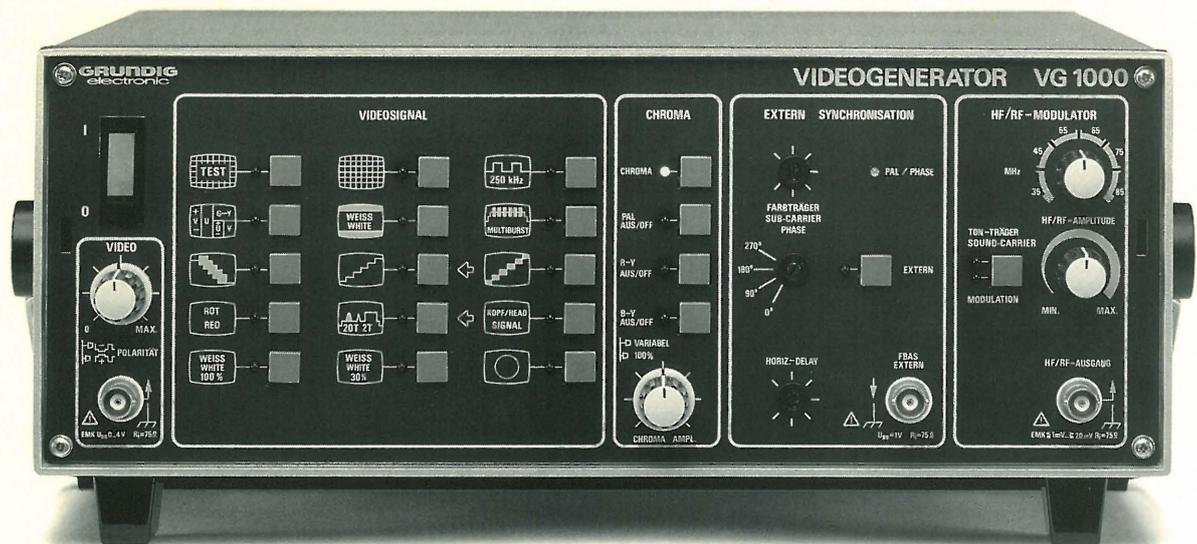
## Rundfunktechnische Mitteilungen

Herausgegeben im Auftrage der Arbeitsgemeinschaft  
der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der  
Bundesrepublik Deutschland sowie des Zweiten  
Deutschen Fernsehens vom

Institut für Rundfunktechnik GmbH **IRT**

- Manfred Winkler* IDA – Ein richtungsweisendes elektronisches Kommunikationssystem  
mit dezentraler Struktur in den Rundfunkanstalten Deutsche Welle und  
Deutschlandfunk
- Christoph Dosch* D- und D2-MAC/Paket – Die Mitglieder der MAC-Fernsehstandardfamilie  
mit geschlossener Basisbanddarstellung
- Gerd Petke* Die 11. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R1  
(Terrestrischer Hörrundfunk)
- Rolf Süverkrübbe* Die 5. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe T7  
(Europäische Nachrichtensatellitensysteme)
- Peter Wolf u. a.* Das 14. Internationale Fernsynchronsymposium, Montreux, 6. bis 12. Juni 1985
- Tagungen und Ausstellungen – Buchbesprechungen – Nachrichten – Persönliches

# Grundig Videogeneratoren hohe Signalqualität für professionelle Anwendungen.



Videogenerator VG 1000  
Normgerechte Signale nach PAL-Spezifikationen (Achtersequenz). Komplett-Testbild ähnlich dem der Rundfunkanstalten. 20 T, 2-T-Impuls, Multiburstsignal nach Kundenwunsch programmierbar. Digitale Kreiserzeugung mit Festwertspeichern. Ausgänge: 2x Video, HF-Ausgang, zahlreiche Impulsausgänge.

VG 1001  
Speziell nach den Anforderungen der Rundfunkanstalten ausgelegt. FuBK-Testbild, Multiburst angepaßt an Prüfzeilensignal nach CCIR. Sonstige Daten wie VG 1000.

Optionen für VG 1000 und VG 1001:  
Externe Synchronisation, Schrifteinblendung, RGB-Ausgang, 19" Rack (3 HE).

Videopegelmesser VP 1030.  
Zum Ausmessen von Videosignalen. Pegel- und Zeitmessung. Absolute Pegelmessung bezogen auf null Volt. Meßmarken zur optischen Anzeige der Meßstellen mit Monitor oder Oszilloskope.

Bitte fordern Sie weitere Unterlagen an:

Grundig AG  
Geschäftsbereich Electronic  
Würzburger Straße 150  
8510 Fürth/Bayern  
Tel. 09 11/7330-1  
FS: 623435

**GRUNDIG**  
electronic

# RUNDFUNKTECHNISCHE MITTEILUNGEN

JAHRGANG 29

1985

Heft 5

## INHALTSVERZEICHNIS:

IDA — Ein richtungsweisendes elektronisches Kommunikationssystem mit dezentraler Struktur in den Rundfunkanstalten Deutsche Welle und Deutschlandfunk ..... 221 Manfred Winkler	Die 5. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe T7 (Europäische Nachrichtensatellitensysteme) ..... 249 Rolf Süverkrübbe
D- und D2-MAC/Paket — Die Mitglieder der MAC-Fernsehstandardfamilie mit geschlossener Basisbanddarstellung ..... 229 Christoph Dosch	Das 14. Internationale Fernsynchronsymposium Montreux, 6. bis 12. Juni 1985 ..... 250 Peter Wolf u. a.
Die 11. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R1 (Terrestrischer Hörfunk) ..... 247 Gerd Petke	Tagungen und Ausstellungen ..... 271 Buchbesprechungen ..... 271 Nachrichten ..... 274 Persönliches ..... 275

## IDA — EIN RICHTUNGSWEISENDES ELEKTRONISCHES KOMMUNIKATIONSSYSTEM MIT DEZENTRALER STRUKTUR IN DEN RUNDFUNKANSTALTEN DEUTSCHE WELLE UND DEUTSCHLANDFUNK<sup>1</sup>

VON MANFRED WINKLER

Manuskript eingegangen am 2. Mai 1985

Elektronische Datenverarbeitung

### Zusammenfassung

Alle maßgeblichen Presseagenturen arbeiten bei Erstellung und Auslieferung ihrer Textprodukte bereits seit geraumer Zeit rechnerunterstützt. Auf der Kundenseite kann aus dem gesteigerten Meldungsangebot nur dann eine Erhöhung von Qualität und Aktualität z. B. einer Nachrichtensendung erzielt werden, wenn das Material nicht mehr in Papierform durchs Haus getragen werden muß, sondern ohne Zeitverzögerung auf elektronischem Weg direkt am Arbeitsplatz des Redakteurs ankommt. In den beiden Kölner Bundesrundfunkanstalten wurde eine elektronische Pilotanlage errichtet, die unter Anwendung eines lokalen Netzwerkes und dezentraler Hard- und Softwarestruktur den papierlosen Nachrichteneingang, die Nachrichtenverteilung und -bearbeitung sowie die hausinterne Textkommunikation ermöglicht.

### Summary IDA: the decentralized electronic news transmission system at the Deutsche Welle and Deutschlandfunk

All the major press agencies have for a long time been using computer systems to produce and distribute their reports. For the customer confronted with a growing volume of information, the quality and freshness of a news item, for example, can only be enhanced by delivering it to the editor directly and without delay via an electronic channel rather than on paper passed by hand. An electronic pilot scheme has been installed at the two national radio production centres in Cologne. A local network and a decentralized hardware and software architecture enable the reception, distribution and processing of agency reports, and the internal exchange of documentation, without the use of paper.

### Sommaire Le système IDA de transmission électronique des informations à la Deutsche Welle et à la Deutschlandfunk

Toutes les grandes agences de presse produisent et distribuent déjà depuis longtemps leurs dépêches à l'aide de moyens informatisés. Pour le client confronté à un volume croissant d'informations, la qualité et la fraîcheur d'une nouvelle d'actualité par exemple ne pourront être améliorées qu'en l'acheminant directement et sans délai vers le rédacteur par voie électronique et non plus sur papier par porteur. Un système électronique pilot a été installé dans les deux centres de la radio nationale à Cologne. Un réseau local et une structure décentralisée au niveau du matériel et du logiciel permettent la réception, la distribution et le traitement des informations ainsi que des échanges internes de textes sans support papier.

### 1. Einleitung

Die Rundfunkanstalten Deutsche Welle (DW) und Deutschlandfunk (DLF) haben entsprechend ihrem

Gesetzesauftrag große Zielgebiete zu versorgen. Der Deutschlandfunk sendet in 11 Sprachen für Deutschland und das angrenzende europäische Ausland, die Deutsche Welle strahlt Sendungen in 34 Sprachen in den verbleibenden Teil der Welt aus. Das aktuelle Basismaterial für die Programm- und Nachrichtensendungen wird von den Presseagenturen geliefert.

<sup>1</sup> Dieser Aufsatz erscheint zugleich in Engl./Franz. in der EBU Rev. Tech./Rev. de l'UER Tech. Nr. 213 (Oktober 1985).

This article is published simultaneously in English in the EBU Rev. Tech. No. 213 (October 1985).

Cet article est publié simultanément en français dans la Rev. de l'UER Tech. N° 213 (octobre 1985).

In der Vergangenheit liefen in den Funkhäusern (Bild 1) die Agenturmeldungen auf Fernschreibern



Bild 1

Die Funkhäuser der Deutschen Welle (links)  
und des Deutschlandfunks (rechts)

ein. Mit Durchschlagpapier und parallelgeschalteten Fernschreibmaschinen wurde die benötigte Kopienanzahl erreicht – bis zu 64 pro Meldung. Per Boten oder Rohrpost wurden die Meldungen dann an die Redaktionen verteilt. Die Ankündigung der Agenturen, die Übertragungsrate von 50 Baud (nur Kleinschreibung) auf 200 Baud (Groß- und Kleinschreibung) zu erhöhen, somit das Meldungsaufkommen gewaltig zu steigern und die Anschaffung neuer Fernschreibmaschinen notwendig werden zu lassen, gab den Ausschlag für die elektronische Bewältigung des Problems.

Es blieb auch durchaus nicht nur bei einer Ankündigung seitens der Agenturen: Als im Herbst 1984 die Anlage von DW und DLF erfolgreich in Betrieb genommen wurde, sendete bereits die Mehrzahl der Agenturbüros ihre Informationen mit 300 Baud über die Leitungen. Die restlichen Informationsanbieter werden dem Beispiel folgen. Dieser Meldungsflut, auf der Quellenseite mit Computern ausgestoßen, kann auf der Kundenseite nur mit gleichen Mitteln entgegengetreten werden. Der Computer muß dem Redakteur als Hilfsmittel beim Selektieren dienen, damit die Meldungsflut nicht zur Papierflut wird. Denn lediglich 10 bis 20 Prozent des einlaufenden Materials werden weiterverwendet, weil sie sich für die gerade anstehende redaktionelle Arbeit eignen. Die restlichen 80 Prozent sind nicht interessant und wanderten in der Vergangenheit in den Papierkorb.

## 2. Der Weg zu IDA

Wegen einer Reihe schlechter Erfahrungen mit Zentralrechnersystemen hinsichtlich Ausfallsicherheit u. a. löste sich die Deutsche Welle von bestehenden Lösungsvorschlägen. Unter dem Arbeitstitel IDA (Informations-Daten-Anlage) erarbeitete sie ein dezentrales Konzept, das wegen seines richtungsweisen Charakters das Interesse des Bundesministers

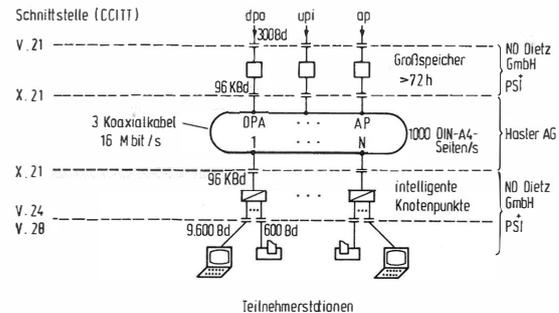


Bild 2

Prinzipieller Aufbau der Nachrichtenverteilanlage IDA

für Forschung und Technologie (BMFT) fand. Der BMFT ordnete das Projekt als Pilotprojekt ein und förderte es finanziell in erheblichem Umfang.

Somit konnte für Deutsche Welle und Deutschlandfunk, deren Gebäude auf benachbarten Grundstücken stehen, ein gemeinsames In-house-Kommunikationssystem entstehen, das die Verteilung der Agenturmeldungen ohne Botendienste und ohne Zeitverlust übernimmt sowie hausinterne Textkommunikation ermöglicht. Die Deutsche Welle war Auftraggeber und Projektleiter für das Gesamtsystem.

Der prinzipielle Aufbau von IDA ist in Bild 2 dargestellt: Die bisherigen Fernschreiber wurden entfernt. Stattdessen mündet jede Agenturleitung in einen Großspeicher, der die Meldungen für mindestens 72 Stunden speichert. Auf der Benutzerseite werden Sichtgeräte und Drucker aufgestellt, die von „intelligenten Knotenpunkten“ versorgt werden. Miteinander verbunden werden die Komponenten durch ein Ringsystem, das die gewünschten Verbindungen vermittelt und den Transport der Daten übernimmt.

Drucker und Sichtgeräte sind über die international genormte Schnittstelle V.24/V.28 an die intelligenten Knotenpunkte angeschlossen, Knotenpunkte und Großspeicher sind über die international genormte Schnittstelle X.21 an das Ringsystem gekoppelt.

Großspeicher und intelligente Knotenpunkte in diesem stark vereinfachten Schema sind Computersysteme, entwickelt und geliefert von der Firma Norsk Data Dietz GmbH in Mülheim/Ruhr. Zu deren Lieferumfang gehören auch die Datensichtgeräte (Tandberg) und Drucker (Siemens PT 80 Tinte). Die Firma PSI GmbH, Geschäftsstelle Aschaffenburg, übernahm im Unterauftrag von ND Dietz die komplette Softwareentwicklung.

Das Ringsystem, auf dem Markt als Transportsystem SILK (System für integrierte lokale Kommunikation) bekannt, wurde von der Firma Hasler AG in Bern entwickelt und geliefert.

Einen Generalunternehmer für die Gesamtanlage gab es nicht, Hasler und Dietz wurden in getrennten Verträgen beauftragt. Im technischen Sinne einziger Berührungspunkt zwischen beiden Firmen war die Schnittstelle X.21, der somit für das Gelingen des Gesamtprojektes eine außerordentliche Bedeutung zukam.

Folgende redaktionelle Anforderungen waren die Basis der Realisierung:

- Empfangen und Speichern von Agenturmeldungen
- Verteilen von Meldungen auf Anforderung
- Ausgabe von Meldungen auf Display oder/und Drucker
- Texteingabe auf Display via Tastatur
- Speichern intern erstellter Meldungen und Übersichten
- Verteilen angezeigter Meldungen oder selbst-erstellter Texte auf beliebige Plätze (Sichtgeräte und/oder Drucker)
- Zuverlässiger Betrieb
- Geringste Reaktionszeiten.

Ergänzend wurde von den technischen Abteilungen gefordert:

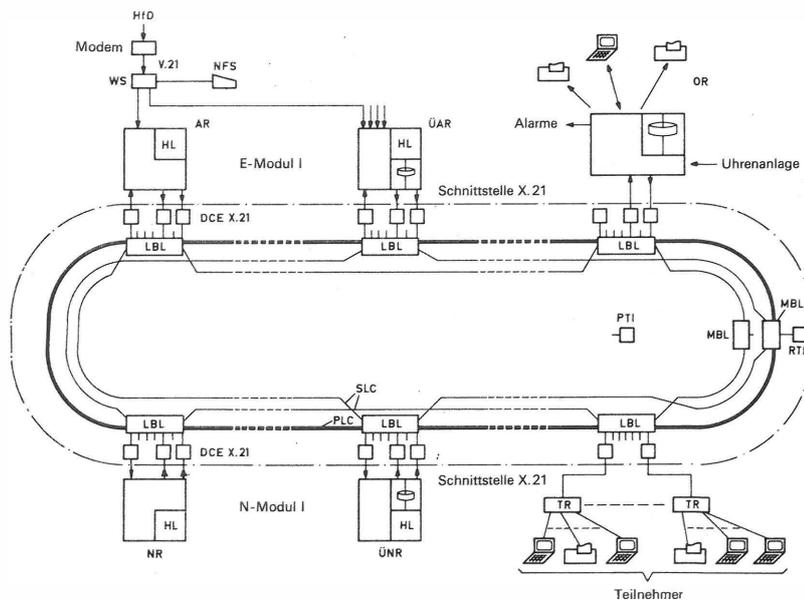
- Flexible Anpassungsfähigkeit bei Änderungswünschen
- Erweiterungsfähigkeit bei Systemvergrößerungen
- Modularität
- Einfache Bedienung und Wartung
- Geringstmögliche Herstellerabhängigkeit
- Hohe Lebensdauer des Gesamtsystems.

### 3. Detaillierter Systemüberblick

Daß das Erfüllen der redaktionellen und technischen Anforderungen mit dem Konzept IDA vielversprechend angegangen wurde, wird nach dem Betrachten und Verstehen des detaillierten Übersichtsbildes deutlich (**Bild 3**).

Die Agenturleitung wird über einen V.24/V.28-Multiplexer an einen Agenturrechner (AR) und einen Back-up-Rechner (ÜAR-Überwachungs-Agenturrechner) angeschlossen. Der AR verfügt über einen Halbleitergroßspeicher von 256 kByte (aufrüstbar bis 1 MByte), in dem mindestens für die letzten drei Stunden Meldungen gespeichert werden. Der ÜAR ist mit einem Winchester-Plattenlaufwerk versehen und hat über die letzten drei Stunden (Redundanz für den AR) hinausgehende Meldungen von mindestens 72 Stunden gespeichert. Beide Rechner sind über jeweils drei X.21-Schnittstellen an das Transportsystem gekoppelt; eine X.21 wird als Empfangskanal betrieben, die beiden anderen als Sendekanäle. Ein ÜAR kann als back-up für maximal vier AR arbeiten. Steuerleitungen zwischen AR und ÜAR existieren nicht, die Rechner arbeiten vollkommen unabhängig voneinander. Sollte Kommunikation zwischen ihnen notwendig werden, z. B. wenn der AR nach einem Ausfall seinen Meldungsspeicher aus dem ÜAR füllen will, geschieht dies ausschließlich über den Ringbus SILK. Wenn einmal beide Rechner, AR und zugeordneter ÜAR, zur selben Zeit ausfallen sollten, springt automatisch der Notferschreiber (NFS) an, so daß keine Information gänzlich verlorengeht. AR (maximal vier) und zugeordneter ÜAR bilden die Einheit „Eingangsmodul“ (E-Modul).

Das Nachrichtenmodul (N-Modul) ist eine weitere Funktionseinheit und bis auf die fehlende Eingangsschaltung zur Aufnahme einer Agenturleitung hardwaremäßig identisch mit dem Eingangsmodul. Es be-



AR	Agenturrechner	NR	Nachrichtenrechner
DCE X.21	Datenübertragungseinrichtung mit X.21-Schnittstelle	OR	Operatorrechner
E-Modul	Eingangsmodul	PLC	Primärringleitung
HL	Halbleiterspeicher	PTI	Tragbares Prüfgerät
HfD	Leitungsnetz der Bundespost (Halbduplex)	RTI	Stationäres Prüfgerät
LBL	Lokalblock	SLC	Sekundärringleitung
MBL	Hauptblock	TR	Terminalrechner
NFS	Notferschreiber	ÜAR	Überwachungs-Agenturrechner
N-Modul	Nachrichtenmodul	UNR	Überwachungs-Nachrichtenrechner
		WS	Wahlschalter

**Bild 3**

Detaillierte Systemübersicht über die Nachrichtenverteilanlage IDA

steht aus vier Nachrichtenrechnern (NR) und dem Überwachungs-Nachrichtenrechner (ÜNR). Die Rechner nehmen die DW- und DLF-intern erzeugten Meldungen auf, wie geschriebene Meldungen der Nachrichtenredaktionen und deren Sendungsübersichten („Spiegel“), die Presseschau des DLF sowie Beiträge und Übersichten („Tableau“) des DW-Zentraldienstes.

Das N-Modul ist außerdem zuständig für die interne Textkommunikation, das Zwischenspeichern zum Drucken beauftragter Texte und das Verteilen von Hinweisen an alle Teilnehmer beim Eintreffen von Blitzmeldungen der Agenturen. Auch beim N-Modul wird jede Aufgabe von zwei Rechnern unabhängig voneinander bearbeitet, der Ausfall eines Rechners ist vom Redakteur nicht zu bemerken.

Der Terminalrechner (TR) steuert maximal drei Sichtgeräte oder sechs Drucker oder eine Kombination aus beiden an. Er enthält den gesamten Funktionsvorrat, der sich dem Redakteur am Sichtgerät darstellt. Der TR stellt bei Empfang einer Agentur z. B. die Verbindung zum gewünschten Agenturrechner her, übermittelt ihm den Auftrag, eine bestimmte Meldung zu suchen, empfängt die Rückantwort und stellt sie auf dem Sichtgerät dar. Eingaben am Sichtgerät werden auf Plausibilität geprüft, Falscheingaben (auch noch nach beliebiger Wiederholung) höflich abgewehrt.

Der Operatorrechner (OR) übernimmt zentrale Aufgaben, die allerdings nicht ausschlaggebend für den Betrieb der Gesamtanlage sind im Sinne eines Zentralrechners. Der OR nimmt Alarme von Systemteilnehmern entgegen wie „Sichtgerät xy defekt“, „Terminalrechner xy ausgefallen“, „Agenturrechner xy ausgefallen“ usw. und führt ein Betriebsprotokoll. Er klopft zyklisch bei allen Rechnersystemen an und interpretiert fehlende Rückantworten als Störungen. Gleichzeitig mit dem zyklischen Anklopfen synchronisiert er alle Rechneruhren mit einer externen Referenzuhr. Auf dem OR kann Softwareentwicklung betrieben werden, was für die weiterführende Softwarepflege und -änderung durch den Kunden unabdingbar ist.

Last but not least sind auf dem Plattenspeicher des OR alle Programme der diversen Rechner (NR, ÜNR, AR, ÜAR, TR) gespeichert. Fällt ein Rechner aus, so lädt er beim anschließenden Wiederhochlauf sein Programm über das Transportsystem vom Operatorrechner nach dem Prinzip des „down-line-loading“. Diese Philosophie macht Programmänderungen sehr komfortabel: Nach Änderung zum Beispiel eines Terminalrechnerprogramms am Operatorrechner wird der betreffende Terminalrechner durch Betätigen seines Netzschalters dazu veranlaßt, sich sein – neues – Programm vom OR zu laden.

Der Operatorrechner ist doppelt ausgeführt, damit bei Off-line-Programmentwicklung, Datensicherung oder Störung an einem Rechner der andere weiterhin für ein lückenloses Betriebsprotokoll und ununterbrochene Systemüberwachung sorgen kann. Auch hier gilt wieder der Grundsatz, nicht über irgendwelche Steuerleitungen, sondern generell über X.21 und SILK mit anderen Rechnern in Verbindung zu treten.

Die X.21-Schnittstelle als Bindeglied zwischen Ringbus und Rechnern wird mit 96 kbit/s halbduplex betrieben. Leitungen und Verbindungsprozeduren sind gemäß Empfehlungen des CCITT realisiert.

Beim Transportsystem SILK handelt es sich um einen gerichteten Ringkanal mit einer Bitrate von 16,896 Mbit/s, der adressierte Informationspakete im Zeitmultiplexverfahren (Basisband) überträgt. Er läßt viele simultane Verbindungen zu. Die Leitungen sind 75- $\Omega$ -Koaxialkabel. Die Signale werden in Lokalblöcken (LBL) regeneriert, aus- und eingekoppelt. Alle Lokalblöcke sind zunächst über die Primärleitung (PLC) miteinander verbunden.

Durch zwei weitere Stränge, die Sekundärleitungen (SLC), werden die Lokalblöcke zu einer verzopferten Struktur zusammengeschaltet, wodurch die Zuverlässigkeit des Vermittlungssystems wesentlich erhöht wird: Defekte Blöcke werden automatisch überbrückt. Ein Totalausfall von SILK wird erst bei Ausfall zweier unmittelbar hintereinanderliegender Lokalblöcke stattfinden. Störungs- und Statusmeldungen werden zu den Hauptblöcken (MBL) geschickt, wo sie auf Alarmgeräten angezeigt und auf dem Testgerät (RTI) protokolliert werden. Der Hauptblock erzeugt außerdem den Takt von 16,896 Mbit/s und gleicht Laufzeitschwankungen auf dem Ring aus. Die Strecke zwischen zwei Lokalblöcken beträgt maximal 200 m bei Standard- und maximal 500 m bei speziellem dämpfungsarmem Koaxialkabel.

Die Anwendersoftware wurde weitestgehend (80 %) in der Programmiersprache PASCAL geschrieben. Wo dies aus Realzeit-Gründen nicht möglich war, erfolgte die Programmierung in Maschinensprache (20 %). Der Aufwand von der Systemanalyse bis zur Inbetriebnahme betrug etwa 25 Mannjahre, erstellt wurde Software im Umfang von etwa 1000 kByte.

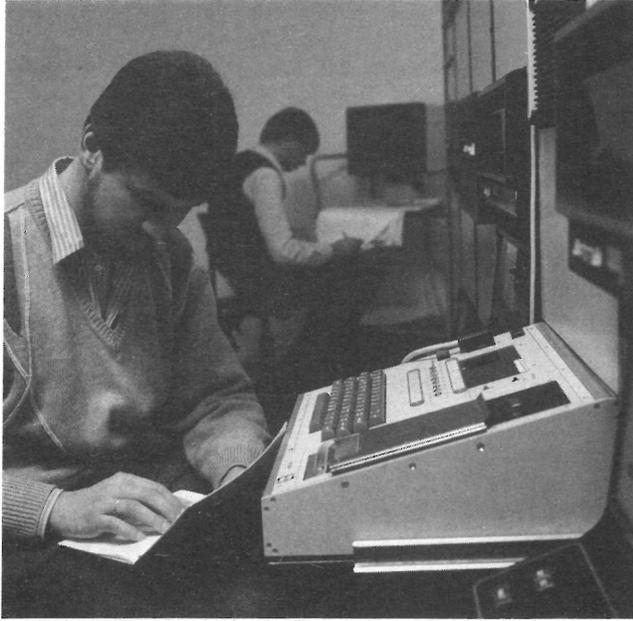
Durch Verwendung von PASCAL werden die Programme so lesbar, daß sie später auch vom Betriebspersonal modifiziert und weiterentwickelt werden können. Außerdem wird zu einem hohen Grad die Portabilität der Software erreicht.

Die Software hat in ganz besonderer Weise den dezentralen Hardwareaufbau zu berücksichtigen und zu unterstützen, um die gewünschte Leistung des Gesamtsystems zu erbringen. Hierzu werden alle Elemente, vom Softwaremodul bis zum Archiv und Sichtgerät, als Teilnehmer definiert. Über ein Kommunikations-Softwaremodul können alle Teilnehmer die gewünschte Verbindung zu anderen Teilnehmern aufnehmen, gleichgültig ob sie sich in demselben oder in unterschiedlichen Rechnersystemen befinden. Per Definition legt das Betriebspersonal am Operatorrechner in Listen die Zuordnung zwischen Teilnehmer und Hardware fest, z. B. auf welchem Rechner das Archiv für die Agentur „dpa“ zu liegen hat. Durch diese Variationsmöglichkeiten lassen sich im laufenden Betrieb nicht nur neue Teilnehmer (Archive, Sichtgeräte usw.) einbinden, sondern auch vorhandene um- oder austragen.

#### 4. Mengengerüst und Installation

Die zur Zeit betriebene Grundaustufe umfaßt bei Deutsche Welle und Deutschlandfunk zusammen





**Bild 6**  
Überwachungseinrichtung (RTI) des Bussystems

und 6). Die Ringleitung verläuft in Steigschächten durch den Büroturm von DW, über Trassen im Kellerbereich zum DLF, durch den Gebäudeturm des DLF und wieder zurück in den Rechnerraum. Der Umfang des Ringes beläuft sich auf 2000 m, verlegt wurden wegen der verzopften Struktur 6000 m Koaxialkabel. Die Lokalblöcke sind in den Fernmeldesteigschächten auf den Etagen montiert, wo IDA-Anschlüsse bereitgestellt werden müssen. Über maximal 150 m lange Stichleitungskabel (4 Adern, paarig verdrillt) werden die Terminalrechner an die Lokalblöcke angeschlossen. Die Terminalrechner sind in rollbare Untertischgestelle eingebaut und meistens direkt in den Redaktionsbüros aufgestellt. Sie speisen über V.24-Interfaces Sichtgeräte und Drucker, die maximal 300 m vom Terminalrechner abgesetzt sein können. Die Stromversorgung der Komponenten im IDA-Rechnerraum und aller Lokalblöcke erfolgt unterbrechungsfrei (USV), die Terminalrechner und Peripheriegeräte werden über das normale Hausnetz gespeist.

### 5. Erfüllte technische Anforderungen

Die systemtechnischen Forderungen, die zu erfüllen das Ziel des Pilotprojekts war, sind aus heutiger Sicht nahezu vollständig realisiert:

#### Höchste Ausfallsicherheit des Gesamtsystems

- Die dezentrale Lösung bietet Sicherheit in sich. Der Ausfall einzelner Komponenten bringt noch keinen Informationsverlust, sei es der Ausfall eines Agenturrechners, Nachrichtenrechners, Überwachungsrechners oder Busanschlusses. Selbst bei dem recht unwahrscheinlichen Ausfall eines kompletten Eingangsmoduls mit vier Agenturen kann der Redakteur auf die Informationen der restlichen sieben Agenturen zurückgreifen.

#### Geringste Reaktionszeiten

- Eine Reaktionszeit von deutlich unter 1,5 s im Mittel beim Zugriff auf Informationen wird bei angeschlossenen 160 Endgeräten erreicht und dürfte damit beispielhaft sein. Diese Systemleistung ergibt sich aus dem Einsatz vieler Rechner, auf die Arbeit verteilt wird, und durch das eingesetzte leistungsfähige Transportsystem SILK mit seiner Transportkapazität von 1000 DIN-A 4-Seiten/s.

#### Lange Lebensdauer des Gesamtsystems

- Durch einfache Übernahme neuer Technologien, wie Glasfaserkabel als Busleitung oder Einsatz neuer Rechnergenerationen, kann die Anlage immer wieder verjüngt werden. Durch die modulare Struktur des Systems unter Einsatz vieler Kleinrechner kann die Erneuerung in kleinen Schritten vorgenommen werden, woraus sich eine günstige Kostenverteilung im Gegensatz zu dramatischen Budgetbewegungen bei Großrechneranlagen zentralen Charakters ergibt.

#### Flexible Anpassungsfähigkeit bei Änderungswünschen

- Die Nutzung des Operatorrechners als Programmentwicklungssystem und die einfache Übertragung der Softwareänderung auf den Zielrechner gibt Flexibilität bei Änderungen.

#### Erweiterungsfähigkeit bei Systemvergrößerungen

- Das Transportsystem SILK läßt sich bis auf 150 Lokalblöcke erweitern. Bei 7 Anschlüssen je Lokalblock wären dann 1050 X.21-Schnittstellen betreibbar. Bei heute erst 32 eingesetzten Lokalblöcken gibt es somit langfristig keinen Engpaß, weitere Terminalrechner, Agenturrechner usw. anzuschließen.

Sollten Reaktionszeiten beim Zugriff z. B. auf eine stark frequentierte Agentur zu sehr ansteigen, so kann durch Zuschalten eines weiteren Agenturrechners für diese Agentur Entlastung gebracht werden. Die Vermittlung auf diesen Zweitrechner übernimmt das Transportsystem.

#### Einfache Bedienung und Wartung

- Die Wartung vereinfacht sich durch das Vorhandensein vieler gleicher Komponenten; die Ersatzteilhaltung beschränkt sich auf relativ wenig unterschiedliche Bausteine. Der Kunde selbst kann eine solch große Anlage warten und in Betrieb halten.

### 6. Benutzerfunktionen

Im folgenden werden die wichtigsten Funktionen aufgezeigt, die jeder Redakteur an seinem IDA-Gerät auswählen kann:

#### 1. Empfang von Agenturmeldungen

Es gibt mehrere Möglichkeiten, die Meldungen abzurufen, nämlich

- einzeln aus einem Speicher (von einer Agentur),
- in chronologischer Reihenfolge,
- in chronologischer Reihenfolge sortiert von mehreren Agenturen,

- ressortbezogen (Politik, Kultur, Sport u. a.) von einer oder mehreren Agenturen,
- nach einem Stichwort, das an einem speziell hierfür vorgesehenen Arbeitsplatz von einem Redakteur vergeben wurde.

Die Texte können wahlweise vollständig, im Header-Mode oder im Leadsatz-Mode angezeigt werden. Aus den Übersichten (Header, Leadsatz) lassen sich ebenfalls die kompletten Texte aufrufen.

## 2. Empfang von Nachrichtenmeldungen (Produkte der Nachrichtenabteilungen von Deutsche Welle und Deutschlandfunk)

Die Meldungen können abgerufen werden

- einzeln über Angabe von Nummer und Datum,
- chronologisch im Volltext ab einem anzugebenden Zeitpunkt,
- chronologisch im Stichwortmode (Überschriften) mit der Möglichkeit, den Volltext aufzurufen.

Ferner können die „Nachrichtenspiegel“ angefordert werden, in denen die zu verlesenden Meldungen in ihrer Reihenfolge (Wichtung) für jede Sendung festgelegt werden. Auch die „Presseschau“ des DLF kann aus dem Speicher abgerufen werden.

## 3. Empfang der Zentraldienst-Tableaus und -Beiträge (Produkte des DW-Zentraldienstes)

Hinweis: Der Zentraldienst liefert Berichte, Kommentare, Features u. a. aus den Bereichen Politik/Wirtschaft, Kultur, Sport und Musik.

Es können abgerufen werden

- „Beiträge“ des Zentraldienstes unter Eingabe von Nummer und Datum,
- „Tableaus“ des Zentraldienstes; diese geben einen Überblick über das Angebot an Beiträgen. Gewünschte Beiträge lassen sich aus dem Tableau heraus anwählen.

## 4. Empfang des Monitordienstes der Deutschen Welle

Hinweis: Der Monitordienst verfaßt Berichte und schriftliche Mitschnitte von Sendungen ausländischer Rundfunksender und stellt dieses Material als Quelleninformation zur Verfügung.

Über IDA können in Zukunft (nach Geräteausstattung des Monitordienstes) abgerufen werden

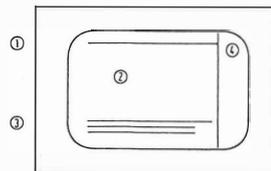
- „Beiträge“ des Monitordienstes unter Eingabe von Nummer und Datum,
- „Inhaltsverzeichnisse“ (Übersichten) zu den bestehenden Beiträgen.

## 5. Durchschaltempfang einer Agentur

Für die Dauer von 15 min kann eine Agenturleitung auf den Drucker des Arbeitsplatzes geleitet werden.

## 6. Eingabe von Text

IDA bietet eine leere Bildschirmseite zur freien Verfügung bzw. Masken für spezielle Eingaben an (Nachrichtenmeldung, Zentraldienstbeitrag u. a.). Von bestimmten dazu berechtigten Sichtgeräten aus können Texte gespeichert werden, die Ablage erfolgt dann im zugeordneten Speicher. Wird zum



- |                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| ① Allgemeine Hinweiszeile | z. B. Empfang von Agenturmeldungen |
| ② Feld für Texte          | z. B. Agenturmeldung               |
| ③ Dialogzeilen            | z. B. andere Funktion gewünscht ?  |
| ④ Kurzmitteilungen        | z. B. op, flash, 19:30             |

**Bild 7**

**Bildschirmaufteilung**

Beispiel von einem Sichtgerät der Nachrichtenredaktion aus gespeichert, wird der Text im Nachrichtenrechner abgelegt und kann von allen IDA-Teilnehmern unter Funktion „Nachrichteneingang“ abgerufen werden.

Eine wesentliche Funktion des System ist die interne Kommunikation, d. h. die Fähigkeit, von Teilnehmer zu Teilnehmer Texte zu verschicken. Der Text kann selbsterstellt oder Agenturtext oder redigierter Meldungstext sein. Als Empfänger des verteilten Textes kann jeder Drucker und jedes Sichtgerät vom Absender bestimmt werden. Während auf dem Drucker die Meldung sofort ausgedruckt wird, erscheint beim adressierten Sichtgerät nur ein kurzer Hinweis (Kurzmitteilung bestehend aus Absenderkürzel und Uhrzeit, siehe **Bild 7**). Durch diese Methode wird der Empfänger nicht in seiner Arbeit unterbrochen, sondern kann erst die gerade anstehende Tätigkeit fortsetzen. Mit der Funktion „Textausgabe der Kurzmitteilung“ ruft er dann bei Gelegenheit den Text auf seinen Bildschirm.

Die „Help-Funktion“ hilft dem Benutzer beim Beantworten von Dialogeingaben weiter. Nach Eingabe eines Fragezeichens werden die möglichen Antworten aufgezeigt.

## 7. Abschließende Betrachtungen

IDA ist ein „offenes“ System. Jeder Benutzer kann mit jedem anderen kommunizieren, alle können alles abfragen. Für das letztere gibt es allerdings zwei notwendige Ausnahmen: Nicht alle 11 Agenturleitungen sind von Deutscher Welle und Deutschlandfunk gleichzeitig angemietet. Der Zugriff auf nicht abonniertes Agenturmaterial ist daher gesperrt. Die zweite Ausnahme betrifft die interne Kommunikation. Text, der an einen Adressaten geschickt wurde, kann auch nur von diesem abgefordert werden.

Abteilungsinterne Arbeitsweisen werden kaum berührt. Wurde Agenturmaterial bisher zentral von einer Stelle zur Bearbeitung zugeteilt, so läßt sich dies auch in Zukunft weiterführen. Der CvD (Chef vom Dienst) kann z. B. via „interne Kommunikation“ Meldungen auf Sichtgerät oder Drucker des zuständigen Redakteurs senden und diesem so das zu bearbeitende Material vorgeben.

Die grundsätzliche Beibehaltung bisheriger Arbeitsabläufe, d. h. kein revolutionäres Umdenken-Müssen, die einfache Bedienung über einprägsame und sinnvolle Dialogeingaben (statt Nummerncodes) und natürlich auch der Einsatz ergonomischer und gefälliger Terminals haben so gut wie keine Akzep-



**Bild 8**  
Redakteur Arbeitsplatz mit IDA-Anschluß

tanzprobleme aufkommen lassen. Das Bildschirmterminal wird am Redakteur Arbeitsplatz (**Bild 8**) schon so selbstverständlich genutzt wie das Telefon. Der einfachen Handhabung wegen konnte schließlich auch der notwendige Schulungsaufwand für die Benutzer sehr klein gehalten werden. In einer Vorstufe (etwa zwei Jahre vor Inbetriebnahme) wurden den Redakteuren in Gruppen zu 15 bis 20 Personen das System als Ganzes erläutert und einige bereits realisierte Grundfunktionen demonstriert. Die praktische Ausbildung am Gerät begann dann zeitlich mit der Inbetriebnahme, als nämlich Sichtgeräte und Drucker in den Büros aufgestellt waren. An ihrem Arbeitsplatz wurden die Redakteure in kleinsten

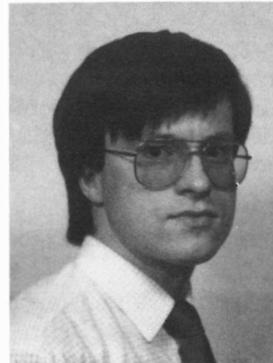
Gruppen von durchschnittlich drei Personen geschult, an zwei halben Tagen im Abstand von drei bis vier Wochen. Ein Redakteur mußte somit weniger als effektiv acht Stunden für gezielte Schulungsmaßnahmen aufwenden, um mit dem Hilfsmittel IDA umgehen und arbeiten zu können. Auf diese Weise ausgebildet wurden etwa 400 Redakteure.

Ein (finanzielles) Problem ist hingegen durch die noch unzureichende Gerätedichte in den Redaktionen gegeben. Zur Steigerung der Effektivität müssen daher kurz- und mittelfristig weitere Ausbaustufen von IDA folgen – mit dem Ziel, alle Redaktionen vollständig mit Sichtgeräten und Druckern auszurüsten.

Geplant ist außerdem die Ankoppelung der Außenbüros von Deutsche Welle und Deutschlandfunk sowie die Nutzung des Ringbusses für die Verteilung anderer Dienste in den Funkhäusern, wie z. B. Bildschirmtext (Btx).

Die technischen Voraussetzungen für Erweiterungen sind mit dem installierten Grundausbau gegeben. Die Chancen, daß IDA auch in nächster Zukunft noch als Europas größte Nachrichtenverteilanlage unter Anwendung eines lokalen Netzwerkes gelten kann, stehen somit sehr gut.

#### Der Autor



Dipl.-Ing. Manfred Winkler (33) studierte Allgemeine Elektrotechnik an der RWTH Aachen. Seit 1978 ist er Mitarbeiter der Deutschen Welle, Köln. Von 1983 an war er tätig als Projektleiter beim Aufbau der Nachrichtenverteilanlage IDA, mit Abschluß dieses Vorhabens ist er verantwortlich für den Betrieb und die technische Erweiterung der Anlage.

## D- UND D2-MAC/PAKET — DIE MITGLIEDER DER MAC-FERNSEHSTANDARDFAMILIE MIT GESCHLOSSENER BASISBANDDARSTELLUNG

VON CHRISTOPH DOSCH

### VORWORT DER SCHRIFTFLEITUNG

Dieser Beitrag basiert auf dem bereits in Heft 1/85 erschienenen Aufsatz „C-MAC/Paket – Normvorschlag der Europäischen Rundfunkunion für den Satellitenrundfunk“. Er behandelt neben den Aspekten der Kabelverteilung von C-MAC/Paket die Satellitenübertragung nach dem D2-Verfahren.

Manuskript eingegangen am 19. August 1985

Satellitenrundfunk

### Zusammenfassung

Aufbauend auf dem Beitrag über C-MAC/Paket (siehe RTM 1/85) werden die ursprünglich für Kabelverteilung gedachten Mitglieder der MAC/Paket-Familie (D- und D2-MAC/Paket) dargestellt. Für D2-MAC/Paket wurde kürzlich durch die Europäische Rundfunkunion auch die Übertragungsspezifikation für die Satellitenstrecke herausgegeben. Diese wird gleichfalls beschrieben.

Die Information des C-MAC/Paket-Systems kann in breitbandigen Kabelkanälen (ab 10,5 MHz) als D-MAC/Paket in Restseitenbandmodulation übertragen werden, für schmalbandigere Kanäle (mindestens 7 MHz) kann die Umcodierung in D2-MAC/Paket erfolgen, wobei die Hälfte der Ton-/Dateninformation entfallen muß. Bei diesen schmalbandigen Kanälen ergibt sich wegen der notwendigen Bandbegrenzung durch das Restseitenbandfilter zudem eine gewisse Reduktion der Horizontalauflösung.

Im Gegensatz zum C-Verfahren ist bei D- und D2-MAC/Paket der digitale Ton-/Datenburst nicht binär, sondern duobinär codiert, wobei das Duobinärsignal in das Basisband eingetastet und mit diesem zusammen moduliert wird. In der Videospezifikation selbst (MAC) besteht keinerlei Unterschied zwischen den drei Mitgliedern der MAC/Paket-Familie. Bei D2 ist jedoch eine eventuell später verfügbare Verbreiterung des Bildformats auf eine Methode beschränkt, die keine Verkürzung des Datenbursts erfordert.

Die Regierung der Bundesrepublik Deutschland und die Regierung Frankreichs sind im Juni 1985 übereingekommen, D2-MAC/Paket für die direkt empfangbaren Rundfunksatelliten TV-SAT und TDF-1 ohne Zwischenphase von PAL/SECAM einzuführen. Die Konsequenz daraus ist, daß bis Ende 1986 D2-MAC/Paket-Decoder auf den Markt gebracht werden müssen. Diese werden noch nicht die volle UER-Spezifikation auswerten können. Die mit Frankreich verabredete Mindestspezifikation wird in einem Anhang vorgestellt.

### Summary

Based upon the recent article on the C-MAC/packet system (see RTM 1/85) a presentation is given of the MAC/packet family group having a duobinary coded data burst capability (i. e. D- and D2-MAC/packet, originally intended for cable distribution only). Also included is a description of the D2-MAC/packet transmission specifications for DBS application, which were only recently issued by the European Broadcasting Union.

In broadband cable channels (at least 10.5 MHz wide) C-MAC/packet can be distributed transparently as D-MAC/packet using vestigial side-band modulation. For narrow-band cable channels (at least 7 MHz wide) C-MAC/packet can be transcoded in D2-MAC/packet discarding half of the sound/data information. In that case a certain reduction of horizontal resolution occurs in the picture signal due to the narrow VSB transmission and receiving filters.

In the D and D2 system the digital sound/data burst is not transmitted in its binary form, as for the C-MAC/packet system, but in its duobinary form. The duobinary signal is inserted into the video signal at baseband and the completed baseband signal then modulates the signal carrier. As far as the video specification (MAC) is concerned, there is no difference whatsoever between the three members of the MAC/packet family. Concerning D2, a possible extension to a wider aspect ratio of the picture is, however, limited to methods which do not reduce the width of the data burst.

The governments of the Federal Republic of Germany and of France agreed in June 1985 to use D2-MAC/packet as the transmission standard for their Broadcasting Satellites TV-SAT and TDF-1 without an interim phase for PAL or SECAM. Consequently D2-MAC/packet decoders must be available to the public by the end of 1986. Those first decoders will not yet meet the complete EBU specifications. The mutually agreed minimum specifications are presented in the annex.

### Sommaire

Sur la base d'un article sur le système C-MAC/paquets (voir RTM 1/85), les membres à codage duobinaire de la famille MAC/paquets, prévus au début pour la transmission par câble uniquement, sont présentés. Concernant le système D2-MAC/paquets, l'Union Européenne de Radiodiffusion a publié très récemment les spécifications, également décrites, pour la transmission par des satellites de radiodiffusion.

Dans des canaux de câble dont la bande passante est au moins égale à 10,5 MHz, le système C-MAC/paquets peut être distribué sous forme transparente comme signal D-MAC/paquets. Pour la transmission dans des canaux à faible largeur de bande (à partir de 7 MHz), le signal peut être transcodé en D2-MAC/paquets en ignorant la moitié de la salve numérique (données et sons). Suite à cette opération résulte en plus une certaine réduction de la définition horizontale de l'image à cause du filtrage étroit à bande latérale résiduelle.

Contrairement au système C-MAC/paquets, la composante numérique du multiplex temporel d'un signal du type D ou D2 n'est pas codée en binaire mais en duobinaire. Les données duobinaires sont insérées dans le signal vidéo en bande de base et le signal complet est ainsi modulé sur une porteuse. En ce qui concerne la spécification du signal vidéo (MAC), il n'y a aucune différence entre les divers membres de la famille MAC/paquets. Pour le système D2, néanmoins, une extension du format d'image, qui pourrait être introduite dans des services futures de télévision, est limitée à des méthodes qui ne nécessitent pas de raccourcissement de la salve numérique.

En juin 1985, les gouvernements de la République Fédérale d'Allemagne et de la France se sont accordés sur l'utilisation du système D2-MAC/paquets pour l'exploitation des satellites de radiodiffusion TV-SAT et TDF-1 sans phase transitoire en PAL/SECAM. En conséquence, des récepteurs/décodeurs de cette norme devront être mis à la disposition du public vers la fin de 1986. Ces décodeurs de la première génération ne respecteront pas encore la spécification de l'UER dans sa totalité. Concernant les décodeurs, une spécification minimale a été convenue avec la France; elle est présentée en annexe.

## 1. Die Systemfamilie

Wie in [1] ausführlich dargestellt, erarbeitete die Europäische Rundfunkunion (UER/EBU) bis Ende des Jahres 1984 eine von allen UER-Mitgliedern getragene Sendespezifikation für die 3 Mitglieder der MAC/Paket-Systemfamilie [2, 3]:

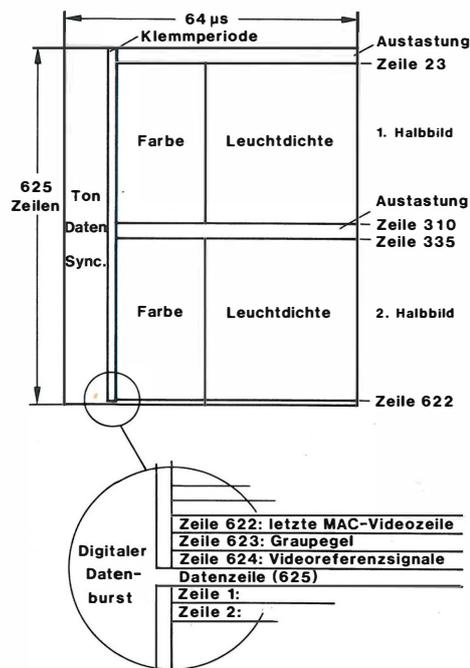
- C-MAC/Paket für die Satellitenstrecke,
- D-MAC/Paket für die Verteilung von C-MAC/Paket in breitbandigen Kabelkanälen (ab 10,5 MHz),
- D2-MAC/Paket für die Verteilung von C-MAC/Paket in herkömmlichen Kanälen von 7 bis 8 MHz Breite.

Anfang Februar 1985 fand dann die entscheidende Besprechung mit den Industrieverbänden der europäischen Empfängerhersteller sowie der europäischen Hersteller von integrierten Schaltungen statt, bei der die von der UER vorgelegten Spezifikationen im Detail besprochen und abgestimmt wurden [4]. Die gefaßten Beschlüsse wurden anschließend von einer gemischten Expertengruppe Industrie/UER in die Spezifikationen eingearbeitet. Einigung bestand auch darüber, daß die Rundfunksatelliten von Anfang an die neue Norm verwenden sollen. Eine Zwischenphase mit PAL oder SECAM wurde abgelehnt.

Die wichtigsten technischen Festlegungen waren:

- Aufnahme optionaler Kompressionsfaktoren (5 : 4 für das Helligkeits- und 5 : 1 für das Farbdifferenzsignal).
- Identifikation zweier möglicher Verfahren zur Erhöhung des Bildseitenverhältnisses von 4 : 3 auf 4,7 : 3 bzw. auf 5,33 : 3.
- Signalisierung der Kompressionsfaktoren und Bildformate in Zeile 625 sowie in den Menüpaketen („channel zero“).
- Beibehaltung beider definierter Scrambling-Verfahren für das Bild („single-cut line rotation“ und „double-cut component rotation“), wobei die Industrievertreter das letztere Verfahren bevorzugen. Es bietet wesentlich höheren Schutz gegen unberechtigten Empfang („Piraterie“), stellt aber auch höhere Anforderungen an Frequenzgang, Linearität und Echounderdrückung, z. B. auch in Kabelverteilanlagen.
- Videoreferenzpegel für Grau, Schwarz und Weiß in Zeile 624.
- Wegfall eines der beiden Toncodierverfahren mit 120 Byte Tonblocklänge (die UER entschied sich später, die sogenannte HQL1-Codierung beizubehalten (siehe **Tabelle 1**)<sup>1</sup>).
- Definition der Restseitenband-Filtercharakteristik für D- und D2-MAC/Paket sowie Wahl eines positiven Modulationssinnes.
- Bis zum Vorliegen einer neuen einheitlichen Teletextnorm für Paketübertragung können konventionelle Fernsichtsignale (UK-Teletext oder An-

<sup>1</sup> Diese Maßnahme bringt keine wirkliche Vereinfachung der Tondecoder. Diese wäre erst bei gänzlichem Verzicht auf die 120-Byte-Toncodierverfahren erzielbar gewesen. Aus diesem Grund sieht das national mit den IC-Herstellern verabredete Konzept wieder alle 4 ursprünglichen Verfahren nach **Tabelle 1** vor.



**Bild 1**

Vollbildformat für alle Mitglieder  
der MAC/Paket-Systemfamilie

tiopie) in die vertikale Austastlücke des MAC-Videobereiches eingetastet werden (siehe **Bild 1**).

Im übrigen drückten die Vertreter der Industrieverbände mit Nachdruck den Wunsch aus, das von der UER ursprünglich nur für die Übertragung von C-MAC/Paket in schmalbandigen Kabelkanälen vorgesehene Verfahren D2-MAC/Paket auch auf der Satellitenstrecke selbst zu verwenden.

Nach langen internen Diskussionen entschied die Technische Kommission der UER im April 1985 auf ihrer Jahrestagung in Sevilla, die im Entwurf bereits vorliegende Spezifikation für „D2-FM“ herauszugeben und dem CCIR zur Information zuzuleiten. (Die C-MAC/Paket-Spezifikation wurde dem CCIR mit dem Ziel der Empfehlung zugeleitet.) Damit liegen nun folgende Spezifikationen vor:

- SPB 284 (4. revidierte Fassung):  
Rundfunksatellitenübertragung von C-MAC/Paket
- SPB 352 (1. revidierte Fassung):  
Kabelübertragung von C-MAC/Paket  
als: D-MAC/Paket (Teil A)  
als: D2-MAC/Paket (Teil B)
- SPB 368: FM-Modulationsparameter für D2-MAC/Paket über Rundfunksatelliten [5].

SPB 284, SPB 352 (Teil A) und SPB 352 (Teil B) gliedern sich jeweils in 5 Teile:

1. Spezifikation von Zeitmultiplex und Modulationsverfahren (2-4 PSK/FM bei C-MAC/Paket bzw. Restseitenbandmodulation bei D- und D2-MAC/Paket)
2. Spezifikation des Bildsignals
3. Spezifikation des Ton-/Datenmultiplexes und der Toncodierverfahren (Quellen- und Kanalcodierung sowie Paketmultiplex)

4. Spezifikation der verschiedenen Zusatzinformationsdienste und Signalisierungsmöglichkeiten
5. Spezifikation von Bild- und Ton-/Datenverschlüsselung.

SPB 368 ersetzt für die Satellitenübertragung von D2-MAC/Paket Kapitel 1 von SPB 352, Teil B, wobei die Basisband-Multiplexspezifikation im letztgenannten Dokument enthalten ist.

Von winzigen Details abgesehen (z. B. der Definition von zeitlichen Übergängen zwischen Datenbursts und Bildkomponenten) sind die Kapitel 2 bis 5 praktisch für alle Verfahren identisch. Ihre Beschreibung (mit Ausnahme der dort nicht behandelten Bild- und Tonverschlüsselung) kann deshalb in [1] nachgelesen werden. Natürlich trägt die Spezifikation von SPB 352, Teil B, in Kapitel 3 der Tatsache Rechnung, daß im D2-Verfahren nur die halbe Übertragungskapazität für die Ton-/Dateninformation zur Verfügung steht. Die nahe Verwandtschaft der Systemfamilie MAC/Paket erkannte auch der CCIR, dessen Interim Working Party 10-11/3 die beiden RF-Sendeverfahren C-MAC/Paket und D2-MAC/Paket (FM) zur gemeinsamen Empfehlung vorgeschlagen hat [6]. Die beiden Kabelverfahren mit Restseitenbandmodulation hingegen wurden seitens der UER dem dafür zuständigen Organ, der IEC, zur Empfehlung vorgelegt.

Die Kommission der Europäischen Gemeinschaften schloß sich den UER/Industrievereinbarungen gleichfalls an. In einer Mitteilung an den Rat der Europäischen Gemeinschaften vom 31. Mai 1985 hob sie die Festlegung der kompatiblen Normvorschläge hervor und die gemeinsame Verwendung der Systeme C-MAC/Paket und D2-MAC/Paket als DBS-Sendestandard, je nachdem, welche Anforderungen an das Signal gestellt werden [7].

## 2. Übertragung von C-MAC/Paket in Kabelanlagen

Nur bei Einzelempfang sowie in kleineren Gemeinschaftsanlagen kann das Satellitensignal in seiner ursprünglichen Modulationsart bis zum Teilnehmer geführt werden. Dafür vorgesehen ist der Frequenzbereich 950 bis 1750 MHz (entsprechend 11,7 bis 12,5 GHz). In größeren Kabelanlagen muß jedes Satellitensignal, das empfangen werden soll, demoduliert und in ein Restseitenbandsignal umgewandelt werden. Dies ist notwendig, um die Bandbreite des Satellitensignals von 27 MHz auf die Videosignalbandbreite (plus Restseitenband) zu reduzieren. Da Kabelnetze aus Dämpfungsgründen nicht im UHF-Bereich betrieben werden, ist die zur Verfügung stehende Kanalkapazität gering (maximal 20 Kanäle à 7 MHz bei Belegung bis 300 MHz). Durch Erweiterung auf 440 bzw. später auf 470 MHz (das sogenannte Hyperband) sind weitere Kanäle zu gewinnen. Es besteht also das Interesse, auch MAC/Paket-Signale in möglichst schmalen Kanälen zu übertragen. Das MAC-Signal selbst ist hier relativ flexibel. Aufgrund des Zeitmultiplexes der Videokomponenten (siehe Bild 2) reduziert sich bei Bandbegrenzung „nur“ die Auflösung, d. h. die Bildschärfe; die Farbe bleibt auch bei noch so starker Bandbegrenzung erhalten.

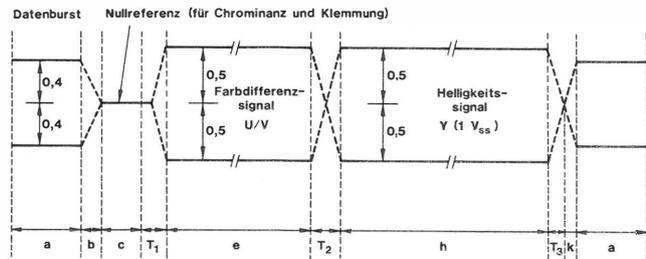


Bild 2

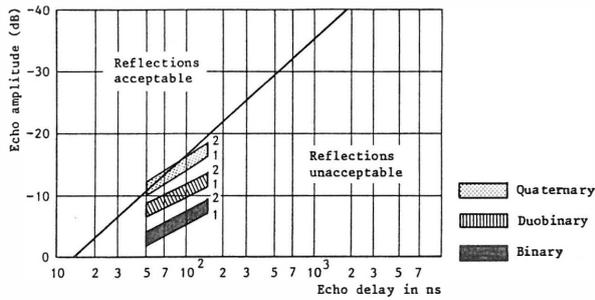
### Videosignalform für D- und D2-MAC/Paket (unverschlüsselte Bildübertragung)

D:	a = 206 Clock-Perioden	für 206 Bit (Zeilensynchronisation und Ton/Daten)
D2:	a = 209 Clock-Perioden	für 105 Bit (Zeilensynchronisation und Ton/Daten)
	b = 4 Clock-Perioden	Ausschwingen des Datenbursts
	c = 15 Clock-Perioden	für Klemmung (0,5 V)
D	T1 = 10 Clock-Perioden	gewichteter Übergang zum Farbdifferenzsignal U/V
	e = 349 Clock-Perioden	für das komprimierte U- bzw. V-Signal
und	T2 = 5 Clock-Perioden	gewichteter Übergang vom Chrominanz- zum Luminanzsignal
D2	h = 697 Clock-Perioden	für das komprimierte Y-Signal
	T3 = 6 Clock-Perioden	gewichteter Übergang vom Luminanzsignal zum Klemmpiegel
D:	k = 4 Clock-Perioden	Übergang und Einschwingen des Datenbursts
D2:	k = 1 Clock-Periode	für den Übergang zum einschwingenden Datensignal
Anmerkung: Die Multiplexstruktur von C- und D-MAC/Paket ist identisch		

#### 2.1. Engpaß Ton-/Datenburst

Um auch das Ton-/Datensignal in schmalbandigen Kanälen übertragen zu können, muß umcodiert werden. In binärer Form brauchte man für die 20,25 Mbit/s Momentanbitrate des C-MAC/Paket-Signals rund 14 MHz Bandbreite (bei 1 MHz Restseitenbandbreite und einem Roll-off-Faktor von 1,3). Das MAC-Signal weist bei 5,6 MHz Luminanzauflösung nur eine Bandbreite von 8,4 MHz auf (Kompression 3 : 2), d. h. es wäre unter Berücksichtigung des Restseitenbandes ohne Beschneidung in einem rund 9,5 MHz breiten Kabelkanal übertragbar. Es galt also, die Übertragungsbandbreite des Digitalsignals der des Videosignals anzupassen. Da sich Kabelkanäle durch wesentlich bessere Störabstände auszeichnen als Satellitenkanäle (40 dB gegenüber typisch 14 dB), können mehrstufige Codierverfahren herangezogen werden. Zur Diskussion standen Blockcodes oder Partial-Response-Verfahren. Im ersten Fall wird durch die Mehrstufigkeit die Schrittgeschwindigkeit herabgesetzt und damit der Frequenzbandbedarf, im zweiten Fall wird trotz Mehrstufigkeit die Schrittgeschwindigkeit beibehalten, jedoch das Spektrum direkt in seinem Verlauf beeinflusst. Durch die Codierung erreicht man, daß bestimmte Signalübergänge, die hohe Frequenzanteile beinhalten, ausgeschlossen werden. Möglich wird dies durch die aufgrund der Mehrstufigkeit des Signals verfügbare Redundanz.

Studien des IRT und des Forschungsinstituts der Deutschen Bundespost (FI) mit Quaternärcodierung



**Bild 3**

**In Kabelanlagen maximal zulässige Echoamplitude in Abhängigkeit von der Echoverzögerung**  
(berechnet aus den nach IEC-Publikation 728 maximal zulässigen Frequenzgangschwankungen)

Das Diagramm bezieht sich auf 20 Mbit/s. Für 10 Mbit/s (D2) verschiebt sich der Bereich um den Faktor 2 nach rechts.

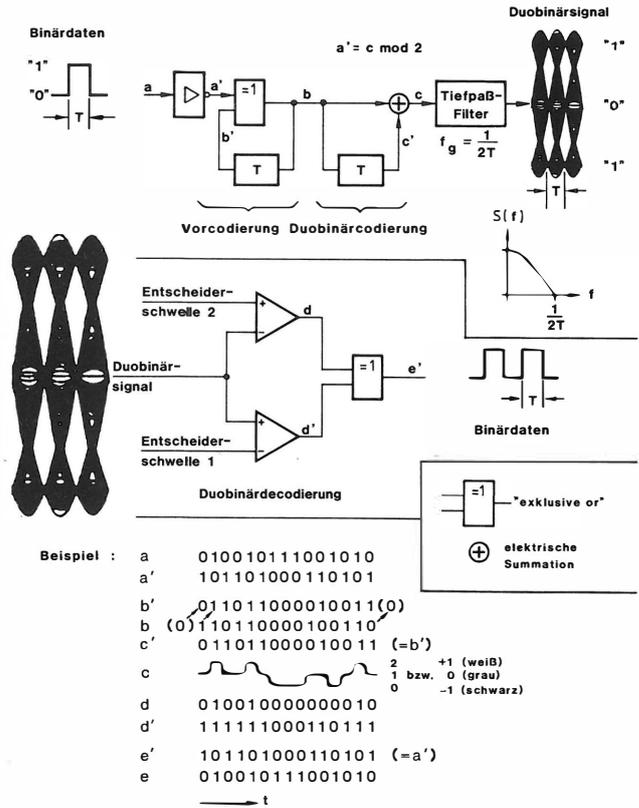
- 1 = Theoretischer Grenzwert (Schließung des Augendiagramms)
- 2 = Praktischer Grenzwert (Genauigkeit der Entscheiderschwelle 5 %, Genauigkeit des Abtastzeitpunktes ± 5 ns)

zeigten bald die Nachteile dieses Blockcode-Verfahrens [8]. Zwar kann man damit, wie das FI auch experimentell zeigte, 20,25 Mbit/s in einem 7-MHz-Kanal übertragen. Voraussetzung sind jedoch eine kohärente Trägereaufbereitung im Empfänger mit hoher Phasengenauigkeit (echte Synchronmodulation) sowie hohe Anforderungen an die Übertragungsscharakteristik von Kabelkanal und Empfänger-schaltungen.

Die UER ging bei der Festlegung eines Übertragungsverfahrens von den in IEC-Publikation 728 gegebenen Grenzwerten für Kabelparameter aus (die allerdings Kurzzeitechos nicht getrennt erfassen und damit die Datenübertragung noch nicht berücksichtigen). Folgt man diesen Festlegungen, so zeigt sich, daß hinsichtlich zulässiger Echostörungen – dies ist der kritischste Parameter – die Quaternärcodierung ausscheidet (siehe **Bild 3**). Dies war ein zusätzlicher Grund, warum sie letztendlich nicht weiterverfolgt wurde.

**2.2. Die Duobinärcodierung**

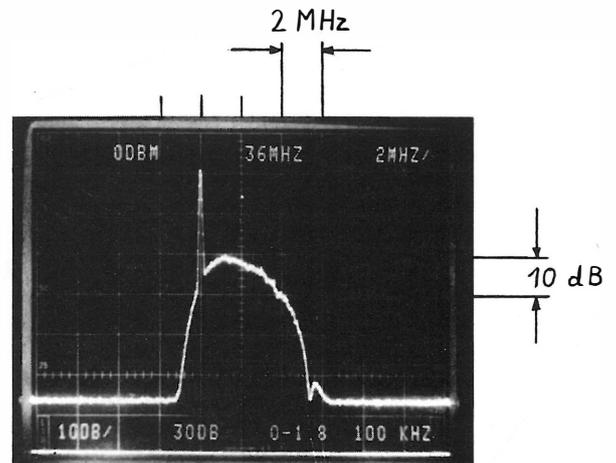
Sie stellt das von der UER gewählte Partial-Response-Verfahren dar. Es wurde vom CCETT<sup>2</sup> für die Kabelübertragung angepaßt. **Bild 4** gibt das Codierprinzip wieder und zeigt zudem, wie einfach ein Duobinärdecoder aufgebaut werden kann. Eine logische „0“ wird stets als Nullspannung, eine logische „1“ aber entweder als „+1“ oder als „-1“ wiedergegeben. Der Logik-Invertierer am Eingang sorgt dafür, daß, wie vereinbart, die logische „0“ und nicht die logische „1“ den Mittenpegel einnimmt. Die Vorcodierung unterbindet die für Partial-Response-Verfahren ansonsten unendliche Fehlerfortpflanzung. Bestimmte Übergänge, vor allem der direkte Übergang von „+1“ auf „-1“ bzw. umgekehrt (was einer Ternärcodierung entsprechen würde), können nicht auftreten. Im Decoder erhält man durch einfache Paritätsprüfung der Komparatorausgangssignale wieder die ursprüngliche Binärfolge.



**Bild 4**

**Funktionsprinzip von Duobinärdecoder und -decoder**  
D-MAC/Paket: T = 49,38 ns  
D2-MAC/Paket: T = 98,76 ns

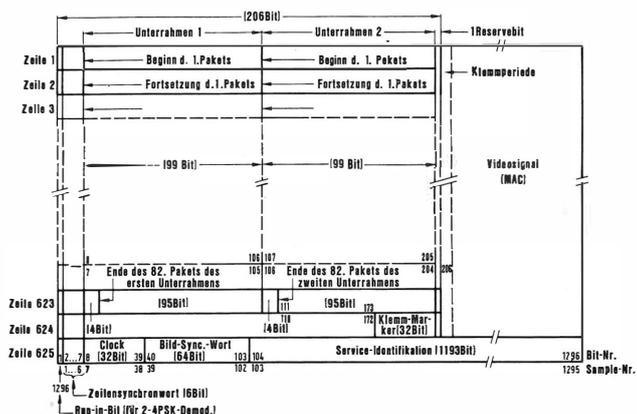
Im Basisbandsignal entsprechen die Logikzustände -1, 0, +1 folgenden Pegeln: 80 % Schwarz, Klemmpiegel (Grau), 80 % Weiß, d. h. 0,8/0,5/0,2 V. Durch die Codierung erreicht man, daß bei der Frequenz 1/2T, d. h. exakt bei der halben Schrittfrequenz eine Nullstelle im Spektrum entsteht. Die Spektrumsaufnahme von **Bild 5** zeigt dies deutlich für ein D2-Signal mit 10,125 MHz Taktrate. Gut erkennt man zum einen die Restseitenbandfilterung, zum anderen



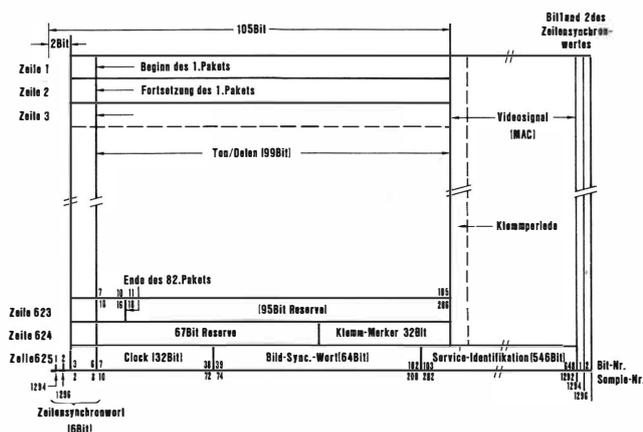
**Bild 5**

**Spektrum eines D2-Restseitenbandsignals**  
(Momentanbitrate 10,125 MHz)

<sup>2</sup> CCETT = Centre commun d'études de télédiffusion et télécommunications (gemeinsames Forschungszentrum des französischen Fernsehens und der französischen Fernmeldeverwaltung in Rennes).



**Bild 6**  
Multiplexstruktur D-MAC/Paket  
(identisch C-MAC/Paket)



**Bild 7**  
Multiplexstruktur D2-MAC/Paket

Anmerkung: Es kann nur noch ein Unterrahmen übertragen werden, aber die Nutzinformation in Zeile 625 ist identisch zu C- und D2-MAC/Paket

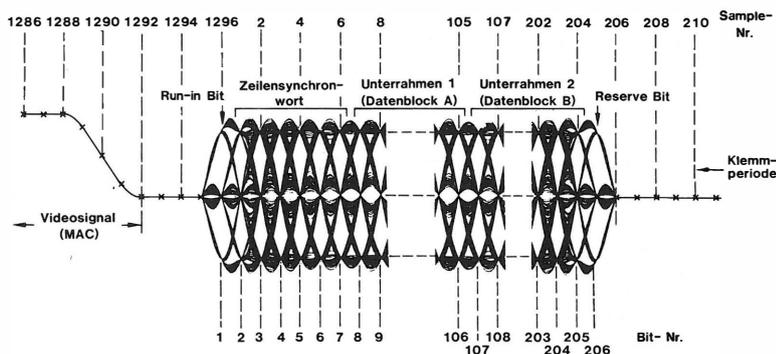
den kosinusförmigen Spektralverlauf des Duobinärsignals. Die gesamte Spektrumsformung des Basisbandsignals wird sendeseitig vorgenommen. Dies ist zwar übertragungstechnisch nicht ganz ideal (vor allem hinsichtlich Rauschstörungen), erlaubt aber, sende- und empfangsseitig mit nur einem Restseitenbandfilter für Bild- und Datensignal auszukommen (Näheres siehe [9]). Gleichfalls deutlich wird, warum das Signal unempfindlich ist gegenüber Kanalverzerrungen im oberen Videobereich. Dort kommen nur geringe Energieanteile vor. Das Duobinärsignal in RSB-Modulation kann prinzipiell mit den heute in Fernsehgeräten üblicherweise eingesetzten Quasi-Synchronmodulatoren empfangen werden. Selbstverständlich erfordert das D-Signal größere ZF-Filterbandbreiten.

### 2.3. Die Organisation des Signal-Multiplexes

Im Gegensatz zu C-MAC/Paket, wo Daten und Bild getrennt moduliert und erst im RF-Bereich zum übertragungstechnischen Multiplex zusammengefügt werden, sind die beiden Duobinärverfahren gekennzeichnet durch eine geschlossene Basisbanddarstellung. Die **Bilder 6 und 7** geben das jeweilige Multiplexschema wieder. Im Fall von D-MAC/Paket ist es prinzipiell identisch mit dem Schema von C-MAC/Paket. Wie dort entspricht ein Bit genau einer Abtastperiode von  $49,38 \mu\text{s}$  ( $20,25 \text{ Mbit/s}$ ). Wie aus **Bild 8**

erkennbar ist, sind auch Lage und Länge des Datenbursts identisch mit C-MAC/Paket. Exakt betrachtet reicht jedoch das erste und das letzte Bit wegen der doppelten Impulsbreite des Duobinärsignals noch um je eine Abtastperiode in die Übergangszonen des Videosignalsbereiches hinein. (Bei C-MAC/Paket steckt die Binärinformation in den  $90^\circ$ -Phasenwechseln des 2-4-PSK-Signals, d. h. die Angabe Bit 1 bedeutet die erste  $90^\circ$ -Drehung des Trägersignals usw.)

Im Falle von D2-MAC/Paket liegen die Verhältnisse etwas anders. Es wird nur einer der beiden Unterrahmen von 99 Bit Dauer übertragen, und zwar exakt mit der halben Taktrate. Ein Bit beansprucht also zwei Abtastperioden. Geradzahlige Abtastperioden entsprechen den Informationsbits, ungeradzahlige den Signalübergängen. Da aber weiterhin ein 6-Bit-Zeilensynchronwort übertragen werden muß, ergibt sich für den Datenburst ein Mehrbedarf von 3 Bit bzw. 7 Abtastperioden. Unter Verlust des Reservebits sowie des Run-in-Bits benötigt der Datenburst im D2-System 5 Abtastperioden mehr als im D-System. Diese werden den bei C-MAC/Paket vorgesehenen Übergängen zwischen Phasen- und Frequenzmodulation entnommen (siehe **Bild 9**). Für Signale mit einheitlicher Modulation des Basisbandes (z. B. im Kabel) sind diese jeweils 4 Abtastperioden langen Übergangsperioden nicht mehr erforderlich.



**Bild 8**  
Datenburst und Signalübergänge bei D-MAC/Paket  
(Lage und Länge des Bursts entspricht C-MAC/Paket)

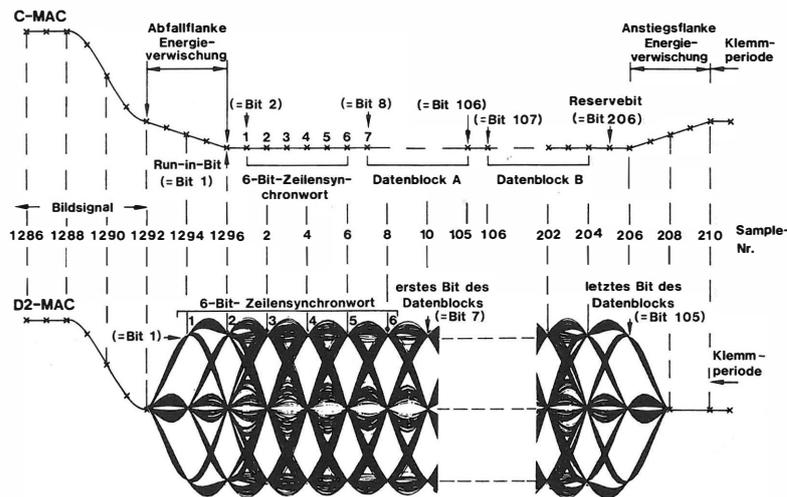


Bild 9

Datenburst und Signalübergänge bei D2-MAC/Paket

(Es werden 5 Clock-Perioden mehr benötigt, kein Reserve- und Run-in-Bit)

Anmerkung: Im D2-Format erscheinen Datenbits nur an geradzahlgigen Abtastzeitpunkten, ungeradzahlgige Abtastzeitpunkte sind den Bitübergängen zugeordnet

Von großer Bedeutung ist jedoch, daß es zwischen Video- und Datensplitz zu kontrollierten Signalübergängen kommt, deren Signalspektrum möglichst schmal ist. Nur so wird das Basisbandsignal robust gegenüber Kanalverzerrungen bzw. Bandbegrenzungen. Bild 10 zeigt den Signalübergang am Beispiel des D2-Systems nach Bandbegrenzung auf 5 MHz. Die dadurch im Klemmbereich erzeugten Überschwinger sind gering. Der durchschnittliche Klemmpegelfehler liegt unter 0,3 mV.

Analog zu C-MAC/Paket erfolgt sendeseitig die Verwürfelung des Datensignals zur Spektrumpflege und leichteren Taktableitung (im Empfänger), wobei im Falle des D2-Systems der Pseudozufallsgenerator mit der halben Abtastfrequenz, also mit 10,125 MHz getaktet wird. Wie bei C-MAC/Paket werden nur die Bits der Datenpakete verwürfelt. Dies sind bei D-MAC/Paket die Bits Nr. 8 bis 206, bei D2-MAC/Paket die Bits Nr. 7 bis 105, jeweils von Zeile 1 bis Zeile 623. Im Falle der Umcodierung von C-MAC/Paket in D- oder D2-MAC/Paket, z. B. in einer Kabelkopfstation, ergeben sich daher diese Verhältnisse automatisch durch die Umcodierung.

2.4. Die Restseitenbandübertragung

Für die Amplitudenmodulation wurde ein positiver Modulationssinn festgelegt, d. h. der Schwarzpegel entspricht dem Restträger. Wegen der Symmetrie des Duobinärsignals und der Ableitung der Synchronsignale aus den Daten selbst sah man in der

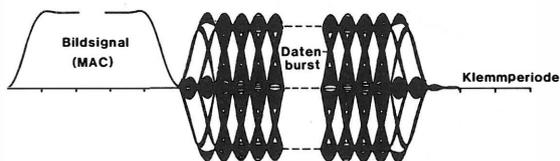


Bild 10

Signalübergänge bei Bandbegrenzung (D2-Signal)  
Vierpoliges Butterworth-Filter  
3-dB-Grenzfrequenz: 5 MHz

UER hinsichtlich Kabelübertragung kaum technische Argumente bei der Wahl von positiver oder negativer Modulation. Bild 11 zeigt das Modulationsschema.

Mit Rücksicht auf vorhandene Fernsehempfänger, die unter bestimmten Voraussetzungen zum Kabelempfang von D2-MAC/Paket geeignet sind, unterscheiden sich die Restseitenbandfilter für die beiden Duobinärmitglieder der MAC/Paket-Familie leider nicht nur durch die Filterbandbreite.

Bei D-MAC/Paket wird die Filterung der Nyquistflanke je zur Hälfte im Sende- und im Empfangsfilter durchgeführt (siehe Bild 12). Dadurch kann man den Bildträgerpegel um 3 dB reduzieren. Durch die steilere Auslegung der Nyquistflanke spart man zudem Übertragungsbandbreite im Restseitenbandbereich.

Im Fall von D2-MAC/Paket wird wie bisher bei PAL und SECAM das komplette Restseitenband übertragen und erst im Empfänger die vollständige Nyquistflankenfilterung durchgeführt (siehe Bild 13 und 14).

Die vorgestellten RSB-Filter sind im Durchlaßbereich phasenlinear. Eine Gruppenlaufzeitvorentzer-

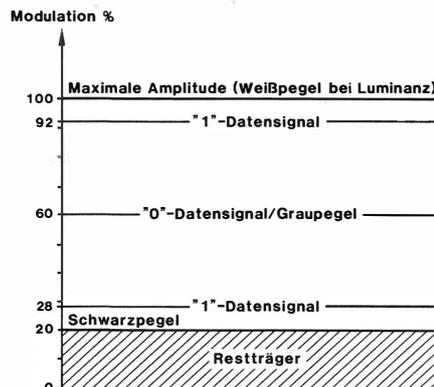
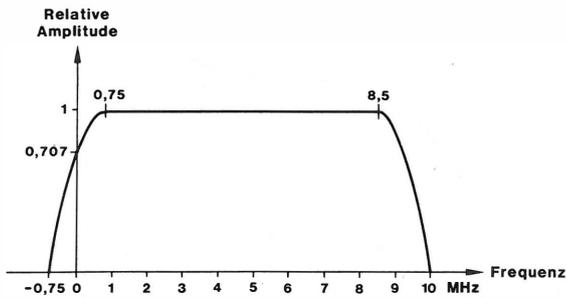


Bild 11

AM-Modulationsschema für D- und D2-MAC/Paket (vor Restseitenbandfilterung)



**Bild 12**

Restseitenbandfilter für D-MAC/Paket (Sender und Empfänger)  
(Kanalbreite 10,5 MHz, halbe Nyquistfilterung)

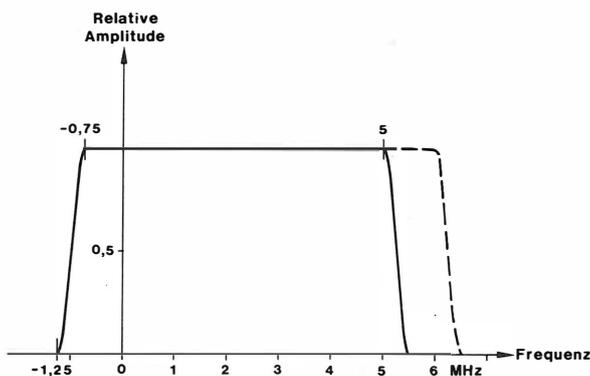
rung der Empfängerfilter, wie sie bekanntlicherweise nur in unserem Fernsehstandard B/G verwendet wird, ist aus Gründen der Vereinheitlichung nicht vorgesehen.

Anmerkung:

Zur Zeit wird diskutiert, D2-MAC/Paket-Signale im sogenannten Hyperband, also im Frequenzbereich 300 bis 470 MHz zu übertragen. Vorgesehen ist ein Kanalraster von 8 MHz Breite, breitere Kanäle scheinen jedoch nicht ausgeschlossen. Sie wären im Hinblick auf die sogenannten „Enhanced MAC“-Verfahren auch dringend nötig, um tatsächlich 6 oder 7 MHz an Horizontalaufklärung übertragen zu können.

Die beschriebenen Restseitenbandcharakteristiken sind nur vorläufige Festlegungen. Im Fall der ausschließlichen Nutzung des Hyperbandes, für dessen Empfang existierende Tuner noch nicht eingerichtet sind, sollte die Frage nach der günstigsten Restseitenbandfilterung noch einmal aufgeworfen werden. Keinesfalls sollte jedoch für D2-MAC/Paket eine feste Frequenzobergrenze bei 5 MHz akzeptiert werden, wie sie die UER-Spezifikation z. Z. vorschlägt. Die obere Grenzfrequenz sollte sich nach der vorliegenden Kanalbandbreite richten. Davon unberührt besteht für die Empfängerhersteller nach wie vor die Möglichkeit, in einfachen Empfangsgeräten nur ein ZF-Filter einzusetzen, das sich zwangsläufig am 7-MHz-Kanal, eventuell sogar am PAL-Signal orientiert.

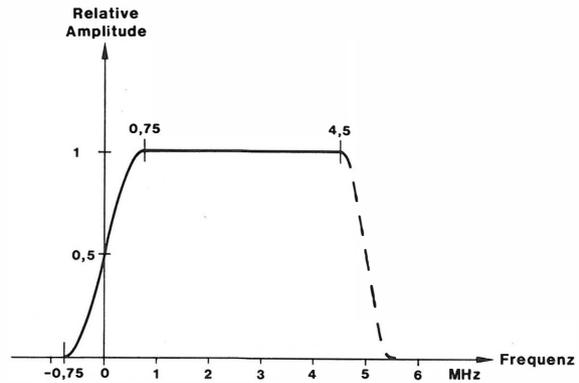
Weder D- noch D2-MAC/Paket stellen besonders hohe Anforderungen an die Kabelanlage. Die Einhal-



**Bild 13**

Restseitenbandfilter (Sender) für D2-MAC/Paket  
(volles Restseitenband)

Kanalbandbreite nominell 7 MHz bzw. 8 MHz (gestrichelt)



**Bild 14**

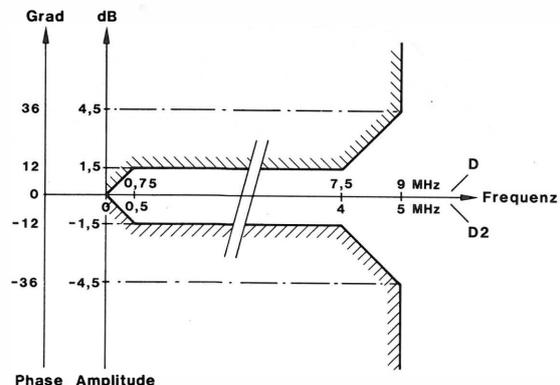
Restseitenbandfilter (Empfänger) für D2-MAC/Paket  
(Nyquistfilter)

(Verlauf oberhalb 4,5 MHz nicht festgelegt)

tung der (für Teletext kaum ausreichenden) IEC-Vorschriften genügt. **Bild 15** gibt das von der UER erarbeitete Toleranzschema wieder. Es erlaubt oberhalb von 0,5 bzw. 0,75 MHz Frequenzgangschwankungen von 3 dB (Echoverzerrungen eingeschlossen). Lediglich für bildverschlüsselte MAC-Signale sind zum Teil erheblich strengere Anforderungen einzuhalten (siehe [3]).

Die **Bilder 16a bis 16e** demonstrieren deutlich die Robustheit der Duobinärverfahren gegenüber linearen Kanalverzerrungen, hier am Beispiel des D-Systems. Neben dem Duobinärsignal wird als Videotestsignal ein Wobbelsignal mit einer oberen Grenzfrequenz von 10,125 MHz verwendet. Dadurch sind Kanalverzerrungen direkt aus dem Videosignal ablesbar.

**Bild 16b** stellt eine Zeile des unverzerrten Ausgangssignals des Restseitenbanddemodulators dar. Der Frequenzgang ist bis etwa 8,5 MHz eben. **Bild 16a** zeigt das zugehörige Spektrum des gesendeten Signals. Auffallend ist die gleichmäßige Ausnutzung des Spektralbereiches durch Video- und Duobinärsignal. Das Augendiagramm des Digitalsignals (**Bild 16c**) weist kaum Verzerrungen auf. Lediglich in den etwas verdickten Knoten spiegelt sich die Bandbegrenzung durch das sende- und das empfangsseitige



**Bild 15**

Toleranzmaske für Kabelkanal (D- und D2-MAC/Paket)

Gilt für Duobinärsignal und unverschlüsseltes MAC-Signal  
Bei verschlüsselten Bildsignalen sind strengere Anforderungen zu stellen (siehe Spezifikation)

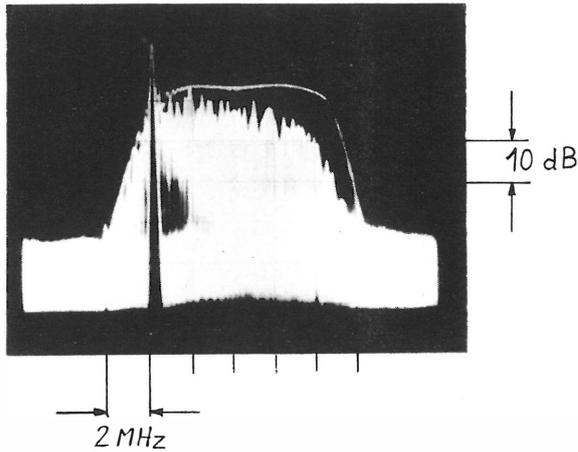


Bild 16a

Restseitenbandsendespektrum von Bild 16b  
obere Kurve: Videosweep

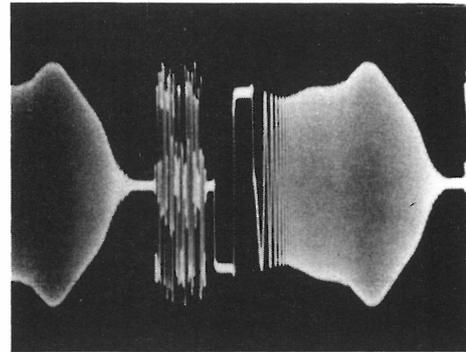


Bild 16d

Demoduliertes Testsignal für D-System  
(mit Kanalverzerrungen)  
Momentanbitrate: 20,25 Mbit/s  
Videosignal: Sweep von 0 bis 10,125 MHz

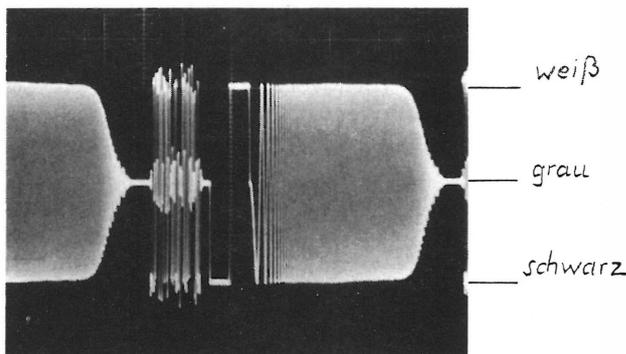


Bild 16b

Demoduliertes Testsignal für D-System  
(ohne Kanalverzerrungen)  
Momentanbitrate: 20,25 Mbit/s  
Videosignal: Sweep von 0 bis 10,125 MHz

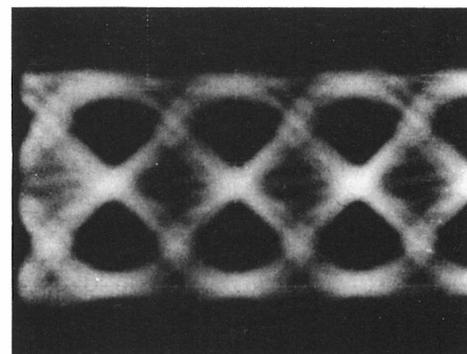


Bild 16e

Zugehöriges Augendiagramm

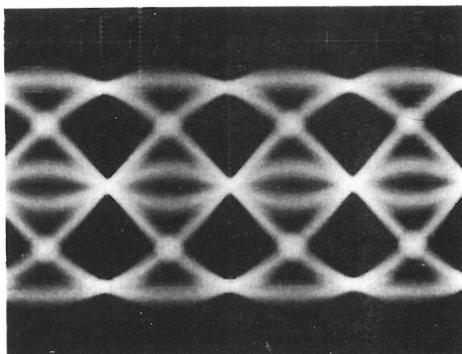


Bild 16c

Zugehöriges Augendiagramm

Restseitenbandfilter wider. Bild 16e demonstriert eindrucksvoll, daß trotz der aus Bild 16d ersichtlichen starken linearen Verzerrungen die Öffnung des Augendiagramms noch deutlich über 50 % liegt, so daß noch keine Bitfehler auftreten können.

#### 2.5. Verteilungs- und Empfangskonzepte

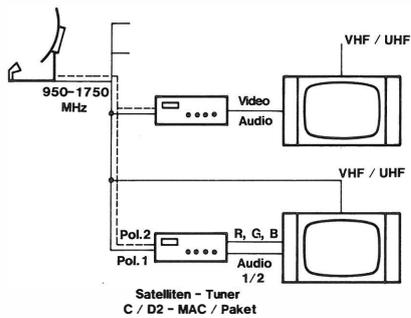
Wie schon erwähnt, kann bei Einzelempfang und in kleineren Gemeinschaftsanlagen das vom Satelliten empfangene Signal in der 1. ZF-Lage weiterge-

geben werden<sup>3</sup>. Bild 17 zeigt dieses Konzept. Falls der Fernsehempfänger nicht über ein 950/1170-MHz-Eingangsteil verfügt, muß ein externer Demodulator/Decoder verwendet werden, der je nach vorhandener Schnittstelle des TV-Empfängers diesen in RGB (über die Peritelevisionbuchse) oder recodiert in PAL ansteuert. Im Idealfall handelt es sich um Vorsatzgeräte, die sowohl C- als auch D2-MAC/Paket-Satellitensignale auswerten können (siehe auch Abschnitt 3.).

Für die Kabelübertragung im herkömmlichen Sinn (Restseitenbandsignale in VHF, eventuell auch UHF) muß zwischen D- und D2-MAC/Paket unterschieden werden. Stehen Kabelkanäle von mindestens 10,5 MHz zur Verfügung, kann ein empfangenes C-MAC/Paket-Signal in D-MAC/Paket umgesetzt werden<sup>4</sup>. Hierbei wird lediglich das decodierte 2-4-PSK duobinär codiert und wieder in das Videosignal eingetastet. Es entsteht eine Basisbanddarstellung von C-MAC/Paket nach der UER-Spezifikation. Diese Situation ist in Bild 18 skizziert. Externe Geräte, deren Tuner 10,5 MHz Bandbreite aufweisen, sind konventionellen Fernsehgeräten vorgeschaltet.

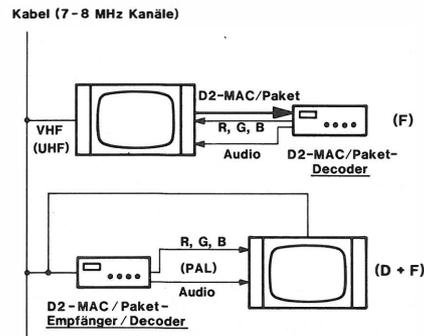
<sup>3</sup> Genaue Angaben über die Größe einer Anlage, bis zu welcher das 1. ZF-Signal übertragen werden kann, sind nicht allgemein möglich. Es hängt in erster Linie von der Topologie der Anlage ab. Schätzungen reichen von 5 bis 50 Anschlußdosen.

<sup>4</sup> 10,5 MHz entstanden aus der Halbierung von drei 7-MHz-Kanälen. Das D-MAC/Paket-Signal könnte mit etwas stärkerer Vorfilterung der Daten durchaus in knapp 10 MHz übertragen werden.



**Bild 17**

Verteilkonzept für Direktempfang und kleinere  
Gemeinschaftsanlagen  
(C- und D2-MAC/Paket)



**Bild 19**

Kabelempfang von D2-MAC/Paket  
(auch C umcodiert in D2)

Eine gewisse Sonderstellung nimmt wiederum D2-MAC/Paket ein. Falls es aus einem C-MAC/Paket-Signal entsteht, wird für die Duobinärcodierung nur einer der beiden Unterrahmen herangezogen. Zeile 625 enthält eine Kennung, die angibt, ob empfohlen wird, Unterrahmen 1 weiterzugeben, oder ob der Kabelbetreiber die freie Wahl zwischen den Unterrahmen hat. (Er wird dann beispielsweise den Unterrahmen auswählen, in dem die Toninformation in seiner Landessprache enthalten ist.) Falls das D2-MAC/Paket-Signal bereits über Satellit empfangen wird, genügt es, das Signal nach der Frequenzdemodulation durch Klemmung vom Energieverwischungsanteil zu befreien und das RSB-Signal neu zu modulieren.

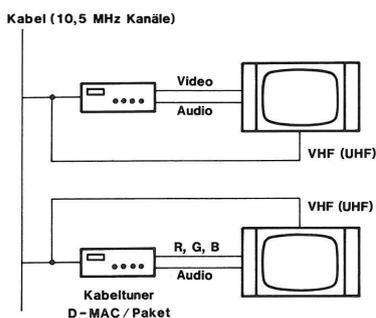
Viele moderne Fernsehempfänger können zur Demodulation des D2-MAC/Paket-Kabelsignals herangezogen werden. Voraussetzung ist in erster Linie eine Quasi-Synchrodemodulation (Bandbreite des aufbereiteten Trägersignals 800 kHz) sowie ein einigermaßen glatter Frequenzgang bis etwa 4,5 MHz. Diese Bedingungen werden praktisch von allen modernen Empfängern der Fernsehnorm L erfüllt. Das Zusatzgerät kann sich in diesem Fall auf den Decoder beschränken, der über die Peritelevisionbuchse angeschlossen wird. **Bild 19** oben gibt diesen Sachverhalt wieder. Auch PAL-Geräte mit Peritelevisionbuchse sind geeignet, sofern ihre Bandbreite ausreicht. (Dies gilt vor allem für Standard-I-Empfänger, die zudem ohne Gruppenlaufzeitvorentzerrung arbeiten. Bei unserem Standard G ergeben sich gewisse zusätzliche Videoverzerrungen aufgrund der

Tatsache, daß das RSB-Signal nicht die übliche Gruppenlaufzeitvorentzerrung enthält.)

Die bei PAL-Geräten übliche getastete Regelung der Videoamplitude gerät bei einem D2-Signal zwar außer Tritt und das Signal läuft auf ca. 3 V hoch, die dadurch auftretenden nichtlinearen Verzerrungen scheinen, wie erste Untersuchungen der Industrie zeigen, in einem MAC-Signal jedoch tolerierbar. (Anmerkung: Standard-L-Empfänger verwenden vorzugsweise Spitzenwertregelung für die AGC und kommen dadurch besser mit dem digitalen Burst zurecht.)

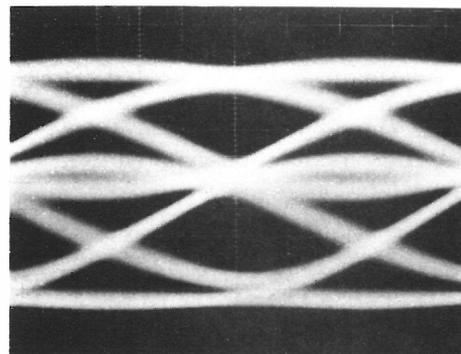
In jedem Fall funktioniert aber ein externer Tuner/Decoder wie in **Bild 18** unten gezeigt. Er übergibt an das Fernsehgerät neben dem Tonsignal bzw. den Tonsignalen je nach vorhandener Schnittstelle ein RGB- oder ein recodiertes, eventuell auch remoduliertes PAL-Signal. Im Fall der Hyperbandverteilung ist der externe Tuner/Decoder vorerst die einzig mögliche Lösung, da existierende Fernsehempfänger den Bereich 300 bis 470 MHz nicht abdecken. Es wird jedoch erwartet, daß bereits ab 1987 Fernsehempfänger mit eingebautem D2-MAC/Paket-Decoder auf dem Markt angeboten werden.

**Bild 20a** gibt das D2-Signal am Videoausgang eines modernen Standard-L-Empfängers (SECAM) wieder. Trotz deutlicher Videoverzerrungen, wie sie aus dem Multiburstsinal von **Bild 20b** erkennbar sind, weist das Duobinärsignal noch ein hervorragendes Augendiagramm auf.



**Bild 18**

Kabelempfang von C-MAC/Paket  
(als D-Signal)



**Bild 20a**

D2-Signal am Peritelevisionsausgang eines Heimempfängers  
(Standard L)

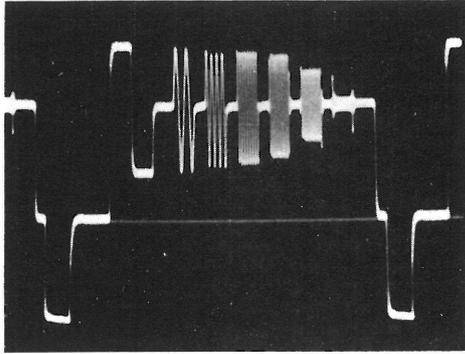


Bild 20b

Multiburstsiegel zur Darstellung der Übertragungsverzerrungen

### 3. D2-MAC/Paket über Satellit (D2-FM)

Wie schon erwähnt, entschloß sich die UER nach langwierigen internen Diskussionen, dem Wunsch der europäischen Empfänger- und Antennenhersteller zu folgen und eine FM-Sendespezifikation für D2-MAC/Paket zu publizieren [5]. Zwar bot die UER mit der Umcodierung von C-MAC/Paket in D2-MAC/Paket bereits die Möglichkeit, das Satellitensendesignal in 7 bzw. 8 MHz breiten Kabelkanälen weiterzureichen; doch ist nicht abzustreiten, daß die Signalverarbeitung in der Kabelkopfstation sich einfacher gestaltet, wenn über den Rundfunksatelliten bereits das D2-MAC/Paket-Signal abgestrahlt wird: Erforderlich ist dann nur noch die simple Umsetzung von FM in AM-RSB (über das Basisband). Der hierfür nötige technische Aufwand ist, da das Signal keine Unterträger aufweist, sogar noch geringer als im Fall von PAL-FM oder SECAM-FM.

Ein die Kabelbetreiber (z. B. die Deutsche Bundespost) betreffender Aspekt beinhaltet eine rechtliche Komponente. Nach den geltenden Vorschriften muß die gesamte im Rundfunksignal enthaltene Information den ans Kabel angeschlossenen Rundfunkteilnehmern auch angeboten werden. Aus diesem Grund müssen Kabelanlagen zum Beispiel teletexttauglich sein. Bei Umcodierung von C- in D2-MAC/Paket wird jedoch, wie bereits dargestellt, die Hälfte der Digitalinformation in der Kabelkopfstation unterdrückt. Darin liegt ein wichtiger Grund, warum auch seitens der Postverwaltungen ein Interesse an der Direktübertragung von D2-MAC/Paket besteht.

#### 3.1. Das FM-Sendesignal

Das in [3] definierte und in Bild 2 dargestellte Basisbandsignal bildet das Eingangssignal des FM-Modulators, der wie im Falle von C-MAC/Paket gleichstromgekoppelt sein muß. Die Trägerfrequenz entspricht auch hier dem Klemm-, also dem mittleren Grauegel. Der Modulationssinn ist wie allgemein

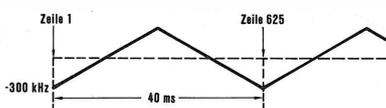


Bild 21

Energieverwischungssignal für D2-MAC/Paket

Das Signal entspricht dem für C-MAC/Paket, doch wird es dem gesamten Basisband überlagert

Eine Austastung während der Datenperioden findet nicht statt

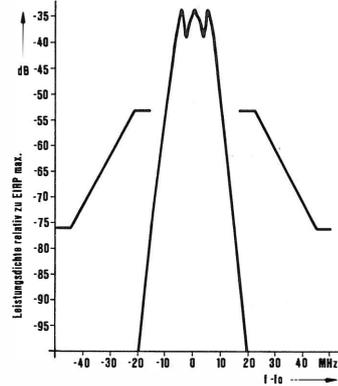


Bild 22

Leistungsspektrum des D2-Signals am Ausgang des Satelliten

Infolge der FM-Modulation treten keine spektralen Seitenlinien auf. Die Maske entspricht den Festlegungen für C-MAC/Paket.

- Bitrate: 10,125 Mbit/s
- Wanderfeldröhre: in Sättigung
- Filterung: unbedeutend, solange Transponderkanal eine Bandbreite von mindestens 34 MHz aufweist

üblich positiv, d. h. eine Spannungserhöhung im Basisband bewirkt eine positive Änderung der Momentanfrequenz.

Das gesamte Basisbandsignal, nicht nur der Bildanteil, durchläuft die MAC-Preemphase, deren Verlauf bereits in [1] dargestellt wurde. Der FM-Hub beträgt wiederum 13,5 MHz/V (bezogen auf die neutrale Frequenz der Preemphase bei 1,37 MHz). Gleichfalls wird das gesamte Basisband der analogen Energieverwischung von 600 kHz<sub>ss</sub> unterzogen, entsprechend den Vorschriften der WARC-BS 1977 (siehe Bild 21). Im Gegensatz zu C-MAC/Paket findet aus Vereinfachungsgründen keine Austastung während des Datenbursts statt, obwohl dies möglich wäre, da wie im C-System bereits durch die Verwürfelung des Datensignals mit der Pseudozufallsfolge eine sehr effektive Energieverwischung erreicht wird, wie Bild 22 deutlich zeigt. Das Diagramm reflektiert auch die Tatsache, daß es sich um eine reine FM-Modulation handelt (im Gegensatz zu 2-4 PSK, das als Phasenmodulation noch AM-Komponenten aufweist): Es tre-

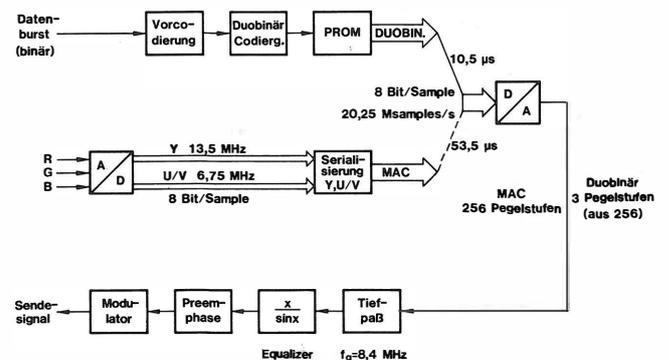
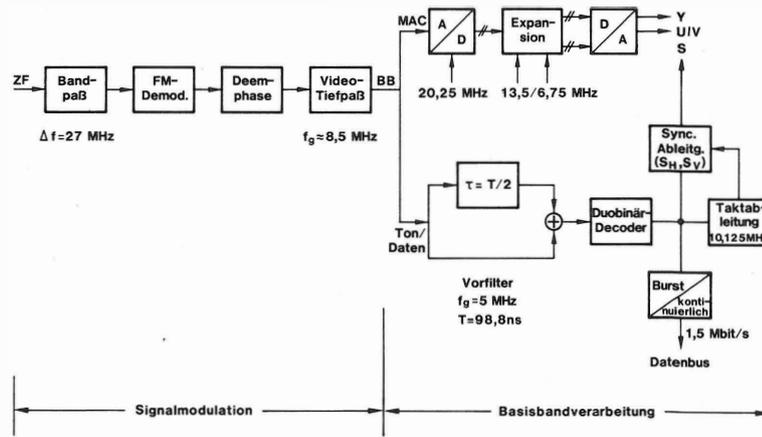


Bild 23

Blockschaltbild eines D-MAC/Paket-Coders

(mögliches Realisierungskonzept z. B. für Richtfunkstrecken)

Anmerkung: In einer Kopfstation, die C-MAC/Paket empfängt, vereinfacht sich natürlich die Videosignalaufbereitung, da das analoge MAC-Signal nach der FM-Demodulation direkt zur Verfügung steht; die Preemphase entfällt bei Restseitenbandmodulation



**Bild 24**

**Prinzipschaltbild eines D2-MAC/Paket-Empfängers**

Anmerkung: Aufgrund der ungleichen Signalspektren von MAC- und Duobinärsignal müssen die Datensignale zusätzlich tiefpaßgefiltert werden; nur so ist im D2-System das UER-Versorgungskriterium hinsichtlich der Bitfehlerrate einzuhalten

ten trotz der Nichtlinearität der Wanderfeldröhre keine Seitenzipfel im Leistungsspektrum auf. Das D2-Signal ist ebenso wie das C-Signal kompatibel im Sinne der Festlegungen der WARC-BS 1977.

Da die 3-dB-Bandbreite des FM-D2-Signals nur knapp 12 MHz beträgt, ist ähnlich dem Digitalen Satelliten-Rundfunk DSR (16-Kanal-Hörfunk) mit einer besonderen Immunität gegenüber Nachbarkanalstörungen zu rechnen.

**Bild 23** zeigt im Blockschaltbild ein mögliches Realisierungskonzept eines Duobinär/MAC-Coders, hier am Beispiel eines D-MAC/Paket-Coders. Die Signalaufbereitung ist in diesem Fall besonders einfach, da die Signalbandbreiten von Video- und Duobinärsignal praktisch übereinstimmen. Aus dem PROM werden, abhängig vom logischen Ausgangssignal des Duobinärdecoders, die den Analogspannungen 20 %, 50 % und 80 % zugeordneten Abtastwerte ausgelesen. Das Multiplexen von Bild- und Dateninformation geschieht ausschließlich im Digitalbereich. Durch Einsatz eines gemeinsamen D/A-Wandlers und gemeinsamer Filter für die Signalformung sind partielle Zeitfehler ausgeschlossen. Im Fall des D2-Systems müssen aus dem PROM fünf Pegelwerte ausgelesen werden, da für D2 auch die Zwischenwerte spezifiziert sind.

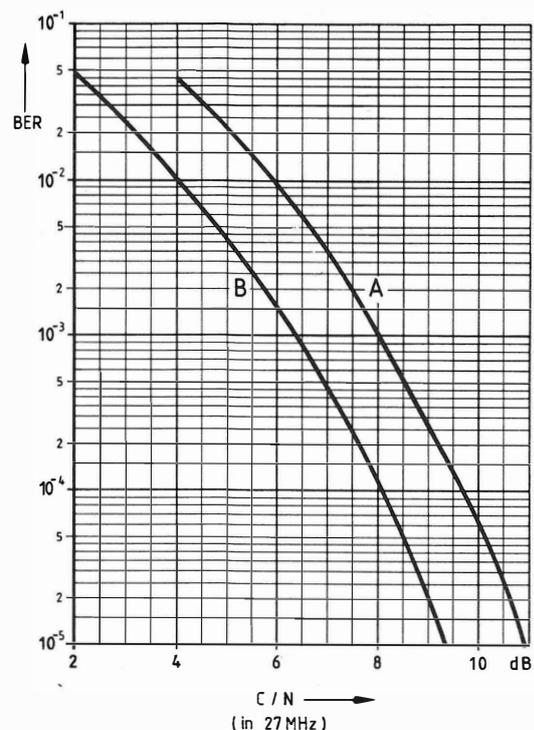
Anmerkung zu D-MAC/Paket:

Die UER-Spezifikation sieht zwar keine FM-Modulationsspezifikation für dieses System vor, da nur mit C-MAC/Paket das UER-Versorgungskriterium (Bitfehlerrate  $10^{-3}$  bei 8 dB C/N in 27 MHz Bandbreite) für eine 20-Mbit/s-Übertragung eingehalten werden kann (siehe [1]). Trotzdem erscheint ein D-FM-System interessant als Basisbandäquivalent von C-MAC/Paket, z. B. auf Richtfunkzubringerstrecken zur Bodenstation oder für den Programmaustausch, Einsatzmöglichkeiten also, die mit definierten Übertragungsbedingungen arbeiten.

### 3.2. Empfängerkonzepte und Bitfehlerraten

**Bild 24** zeigt das Prinzipschaltbild eines D2-MAC/Paket-Empfängers/Decoders, wie er z. B. für Direktempfang eingesetzt werden kann. Nach FM-Demodulation bzw. RSB-Demodulation bei Kabelempfang

erhält man ein Basisbandsignal, dessen MAC-Bildanteil herkömmlich verarbeitet wird. Die 20,25-MHz-Abtastfrequenz hierzu gewinnt man durch Verdoppelung des aus dem Duobinärsignal abgeleiteten Taktes von 10,125 MHz. Von Bedeutung ist das 5-MHz-Tiefpaßfilter vor der Duobinärdecodierung (im Bild ein Transversalfilter mit kosinusförmiger Durchlaßcharakteristik). Es dient zur zusätzlichen Rauschbefreiung; die Basisbandbreite wird dadurch so weit reduziert, daß trotz FM-Modulation das bereits zitierte



**Bild 25**

**Bitfehlerrate des D2-Signals**

(abhängig vom hochfrequenten Störabstand C/N)

Kurve A: Empfängerkonzept nach **Bild 24**

Kurve B: Empfängerkonzept mit umschaltbarer ZF-Bandbreite nach **Bild 26**

Anmerkung: Das UER-Versorgungskriterium fordert eine Bitfehlerrate von max.  $10^{-3}$  bei 8 dB C/N

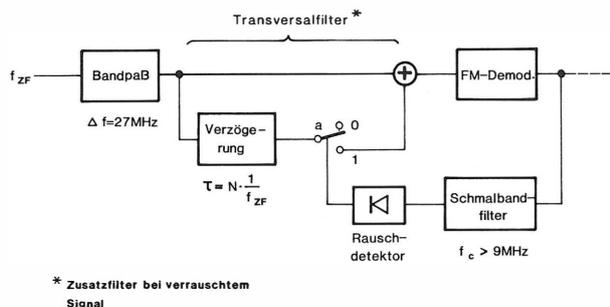


Bild 26

Verbesserung der Bitfehlerrate im D2-System durch Anpassung der ZF-Bandbreite an das Übertragungssignal

C/N 10 dB: a = 0; ZF-Bandbreite = 27 MHz

C/N 10 dB: a = 1; ZF-Bandbreite = 14 MHz

UER-Versorgungskriterium hinsichtlich der Bitrate eingehalten wird. (Anmerkung: Ein Kabelempfänger benötigt dieses Vorfilter natürlich nicht.) Mit einem Empfänger nach diesem Konzept ist die Bitfehlerratenkurve A im Diagramm von Bild 25 erzielbar. Trotz der nur halben Bitrate erreicht man keine Verbesserung gegenüber C-MAC/Paket mit differentieller 2-4-PSK-Demodulation. Beide Systeme entsprechen sich hinsichtlich der Bitfehlerrate. Dies bedeutet, daß die in [1] gezeigte subjektive Bewertung der Tonqualität auch für D2 gilt. Es besteht auch kein Unterschied in der Bildqualität beim Direktempfang von D2-MAC/Paket gegenüber dem C-System.

Beim D2-Verfahren über Satellit verzichtet man von vornherein auf die Hälfte der möglichen Übertragungskapazität, nutzt also den Satellitenkanal nicht optimal. Es kommt zu einem Ungleichgewicht zwischen dem Signalspektrum von Video- und Datenanteil.

So schwerwiegend dieser Nachteil auch ist, so enthält er doch eine positive Seite. Die Tatsache, daß das Datensignal die zur Verfügung stehende Übertragungsbandbreite nur zur Hälfte ausnutzt, kann für eine Verbesserung der Empfangsqualität herangezogen werden. Die ideale Methode bestünde in getrennten Demodulatoren für das Bild- und das Ton-/Datensignal, in einem Fall mit 27 MHz, im anderen Fall mit 14 MHz Bandbreite. Damit könnte die Bitfehlerrate entsprechend einer C/N-Erhöhung von 3 dB verbessert werden, d. h. der Bitfehlerratenwert  $10^{-3}$  rutscht von 8 dB auf 5 dB C/N. Auch bei nur einfachem Fehlerschutz würde der Ton erst nach dem Bild ausfallen. Ein Kompromißvorschlag hinsichtlich Aufwand und möglicher Verbesserung ist in Bild 26 dargestellt. Über ein Schmalbandfilter mit einer Mittelfrequenz oberhalb des Videofrequenzbereiches wird die Rauschleistung im demodulierten Basisbandsignal detektiert. Übersteigt diese einen bestimmten Wert, der z. B. 10 dB C/N entspricht, so wird die Bandbreite des ZF-Filters für das gesamte Signal reduziert. In der gezeigten Schaltung geschieht dies mit Hilfe eines zuschaltbaren Transversalfilters. Die Bandbreite ergibt sich zu etwa 14 MHz, wobei die im Bild genannte Bedingung für das Verzögerungsglied einzuhalten ist. Infolge der kosinusförmigen Charakteristik dieses Filters ist die 3-dB-Bandbreite jedoch geringer als die Rauschbandbreite. Die

erzielbare Verbesserung entspricht daher einer äquivalenten C/N-Erhöhung von „nur“ knapp 2 dB (Kurve B in Bild 25).

CCETT hat die Wirksamkeit dieser Schaltung während der TV-Show in Montreux 1985 eindrucksvoll demonstriert. Selbst bei 7 dB C/N war die Tonqualität des HQI1-Signals trotz des nur einfachen Fehlerschutzes noch befriedigend bis gut, im Bild verschwand das Schwellenrauschen fast vollständig. Natürlich treten bei derartig starken Bandbegrenzungen nichtlineare Verzerrungen im Bild auf, doch überwiegt eindeutig der rauschbefreiende Effekt. Kein Mittel also, um die Satellitensendeleistung (EIRP) oder den Antennendurchmesser zu reduzieren (die Verbesserung greift wegen der Videoverzerrungen ja erst unterhalb 10 dB), wohl aber eine Technik, die Reserve gegenüber Regen- und Schneedämpfungen weiter zu erhöhen.

Angewandt auf die in [1] publizierten subjektiven Bewertungen bedeutet dies eine sprunghafte Verbesserung um knapp 2 dB für alle Werte unterhalb 10 dB C/N. Tatsache bleibt jedoch, daß auch mit dieser Schaltung das Tonsignal nur dann weiter reicht als das Bild, wenn lineare Codierung mit Hamming-Code-Fehlerschutz (HQL2) verwendet wird.

#### 4. Nutzungsaspekte bei D2-MAC/Paket-Übertragung

Während D-MAC/Paket die transparente Basisbanddarstellung von C-MAC/Paket darstellt und damit prinzipiell gleiche Merkmale aufweist hinsichtlich Bildqualität, Ton-/Datenkapazität oder Flexibilität für zukünftige, kompatible Weiterentwicklungen (z. B. Breitbildformat), müssen bei D2-MAC/Paket doch in manchen Punkten gewisse Abstriche gemacht werden. Dem entgegen steht natürlich der Vorteil, ein D2-Signal in schmalbandigen, 7 oder 8 MHz breiten Kabelkanälen übertragen zu können.

##### 4.1. Die Ton-/Datenkapazität

Das D2-System verwendet dieselben Toncodierverfahren wie das C-System. Qualitativ bestehen demnach keine Unterschiede. Auch die Übertragungssicherheit ist gewährleistet (siehe Abschnitt 3.2.). Entscheidend ist vielmehr, daß sich die Übertragungskapazität von rund 3 Mbit/s auf 1,5 Mbit/s reduziert (und damit die Momentanbitrate von 20,25 auf 10,125 Mbit/s). Die in [1] genannten Kapazitäten von maximal 8 Tonkanälen (Mono) halbieren sich demzufolge. Tabelle 1 zeigt noch einmal die Zusammenhänge, nicht zuletzt mit dem Ziel, den Leser mit den sich zwischenzeitlich eingebürgerten Abkürzungen für die einzelnen Toncodierverfahren vertraut zu machen.

Wie Tabelle 1 zeigt, stehen bei dem von deutscher Seite bevorzugten Verfahren HQL1 nur noch ein Stereokanal bzw. 2 Monokanäle zur Verfügung. Die in diesem Fall relativ hohe Restkapazität reicht dann noch für einen Kommentatorkanal und 13 Menüpakete/s oder für einen Datendienst mit 180 kbit/s (dies entspricht der Kapazität von 10 UK-Teletext-Zeilenpaaren) und 16 Menüpakete/s. Acht Tonkanäle, wie sie z. B. von der UER für das über den Satelliten Olympus auszustrahlende mehrsprachige Europaprogramm wünschenswert wären, sind (wie Tabelle 1 zeigt) nur noch mit reduzierter Tonqualität, d. h. bei

Codierung	Fehler- schutz- bits	Tonblock- länge (Byte)	Kanal- zahl Mono	Pakete/s pro Mono- kanal**	Rest- kapazität (Pakete/s)***
HQI1 kompanziert (14/10 Bit)	1	90	4	503	38
HQL2 linear (14 Bit)	5	90	2	891 8/9	266 2/9
HQI2* kompanziert (14/10 Bit)	5	120	3	669 2/3	41
HQL1 linear (14 Bit)	5	120	3	669 2/3	41
MQI1 kompanziert (14/10 Bit)	1	90	8	253	26

\* z. Z. nicht mehr in der UER-Spezifikation enthalten (jedoch in der nationalen deutschen und französischen Spezifikation)

\*\* einschließlich 3 Interpretationspakete/s (sog. BI-Pakete)

\*\*\* bei Belegung mit maximaler Anzahl an Monokanälen, von der Restkapazität werden etwa 13 Pakete/s für die Menüpakete (channel zero) benötigt

**Tabelle 1**

**Kenndaten der Tonübertragung bei D2-MAC/Paket**

HQ = high quality (15 kHz Grenzfrequenz)

MQ = medium quality (7 kHz Grenzfrequenz)

I = near instantaneous coding

L = linear coding

1 = 1st level protection: einfacher Fehlerschutz (1 Paritätsbit pro Abtastwert)

2 = 2nd level protection: hoher Fehlerschutz (erweiterter Hamming-Code, 5 Fehlerschutzbits pro Abtastwert)

Gesamtkapazität: 2050 Pakete/s bzw. 1,53955 Mbit/s (Nutzkapazität: 1,4924 Mbit/s)

Begrenzung des Tonsignals auf 7 kHz erreichbar. Mehr Information hinsichtlich der Toncodierung und der Paketbildung ist in [1] gegeben. Anmerkung: Eine sinnvolle Kombination für das Olympusprogramm (sofern D2-MAC/Paket verwendet wird) wäre z. B. 1 Stereosignal HQI1 und 4 Kommentatorkanäle MQI1.

**4.2. Die Bildqualität bei Kabel- und Direktempfang**

Die MAC-Spezifikation ist für alle Mitglieder der MAC/Paket-Familie identisch (Details siehe [1]). Bei Direktempfang besteht kein Unterschied zwischen C- und D2-MAC/Paket, vorausgesetzt die Rundfunkanstalten nehmen sendeseitig keine Bandbegrenzung des Videosignals vor. Die nominelle MAC-Übertragungsbandbreite beträgt bekanntlich 8,4 MHz. Bei den in **Bild 27** genannten Kompressionsfaktoren entspricht dies 5,6 MHz für das Luminanz- und 2,8 MHz für das Chrominanzsignal. Bei den neu aufgenommenen, optionalen Kompressionsfaktoren von 5 : 4 und 5 : 1 (für Luminanz und Chrominanz) ergeben sich rein rechnerisch 6,72 MHz und 1,68 MHz für die jeweilige Grenzfrequenz. Selbstverständlich ist 6,72 MHz im 4 : 2 : 2-System (siehe [1]) bei 13,5 MHz Abtastfrequenz nicht erreichbar. Es bleibt also auch in diesem Fall bei etwa 5,6 MHz für die maximale Horizontalaufklärung des Helligkeitssignals.

Anmerkung:

Um auch im Fall der Übertragung mit optionalen Kompressionsfaktoren die Anbindung an den 13,5-MHz-Studiotakt zu gewährleisten, arbeitet man sende- und empfangsseitig vorteilhaft mit einer Abtastfrequenz von 16,875 MHz für das komprimierte Signal. In diesem Abtastraster sind auch in der UER-Spezifikation die Schnittpunkte für die Bildver-

schlüsselung bei MAC-Signalen mit optionalen Kompressionsfaktoren definiert. **Tabelle 4a** beschreibt die Ableitung der verschiedenen Takte für die Bildverarbeitung, während die **Tabelle 4b** angibt, welche Taktsignale in einem C- oder D2-MAC/Paket-Decoder für die Bildverarbeitung zur Verfügung gestellt werden müssen.

Die Signalisierung der optionalen Kompressionsfaktoren erfolgt zusammen mit der Signalisierung des Bildformates im Parameter MVSCG (Multiplex and vide scrambling control group) des Static data frame (SDF) in Zeile 625 sowie wiederum zusammen mit dem Bildformat und der Bildverschlüsselung in dem bedeutenden Parameter VCONF (Videokonfiguration) der Menüpakete (siehe Spezifikation, Kapitel 4).

Im Fall der Kabelübertragung können sich Bandbegrenzungen des Videosignals ergeben. **Tabelle 2**

Kanal (nominell)  MHz	Mögliches System	Restseitenbandfilter		Max. Video- bandbreite* (-6 dB) MHz
		-6 dB MHz	-30 dB MHz	
7	D2	-1/5,25	-1,25/5,5	5,1
8	D2	-1/6,25	-1,25/6,5	6,1
10,5	D und D2	-0,25/9,5	-0,75/10	9,2

\* unter der Annahme, daß die obere Frequenzgrenze (-6 dB) von Restseitenbandsende- und -empfangsfilter identisch ist

**Tabelle 2**

**Resultierende Videobandbreiten für verschiedene Kanalbandbreiten**

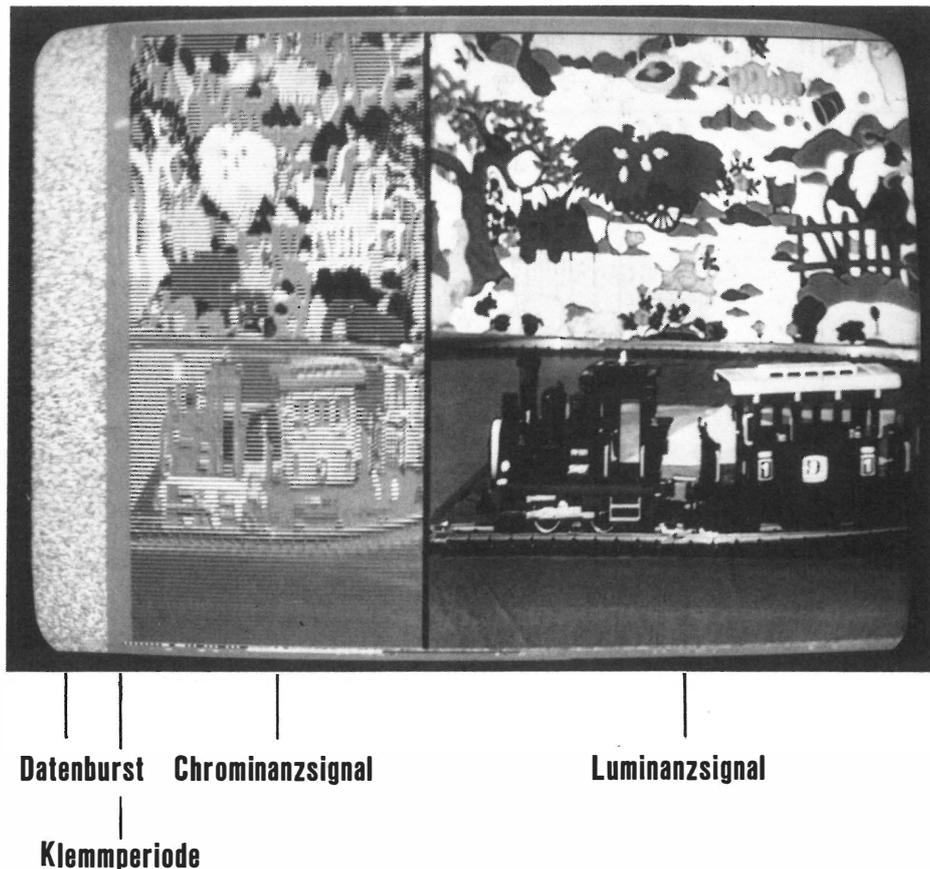


Bild 27

Darstellung eines D2-MAC/Paket-Basisbandsignals auf einem Schwarzweißmonitor  
Reihenfolge von links nach rechts:

- Datensignal mit 10,125 Mbit/s
  - Chrominanzsignal mit Kompression 3 : 1
  - Klemmbereich (mittlerer Grenzwert)
  - Luminanzsignal mit Kompression 3 : 2
- (Der äußerste rechte Teil des Luminanzsignals ist nicht sichtbar)

gibt die maximalen Videobandbreiten für die üblicherweise genannten Kanalbreiten an. Es wurden die von der UER empfohlenen Restseitenbandfilter zugrunde gelegt, wobei die Charakteristik des 8-MHz-Kanalfilters durch die Extrapolation des 7-MHz-Kanalfilters entstand (siehe Anmerkung in Abschnitt 2.4).

Aus den in **Tabelle 2** ermittelten Videobandbreiten läßt sich die jeweilige resultierende Horizontalauflösung ermitteln. Diese ist in **Tabelle 3** für die nominellen und die optionalen Kompressionsfaktoren wiedergegeben. Dabei muß man berücksichtigen, daß in der Praxis nicht scharf bandbegrenzt werden kann bzw. eine zusätzliche Gaußfilterung erforderlich ist, um störende Überschwinger („ringing“) zu unterdrücken. Die Nachfilterung muß um so flacher (sanfter) erfolgen, je stärker komprimiert wird. Aus **Tabelle 3** wird deutlich, daß mit den optionalen Kompressionsfaktoren (gerade in den Schmalbandkanälen) zwar eine Verbesserung hinsichtlich der Luminanzauflösung erreicht werden kann; für das Chrominanzsignal stehen jedoch nur noch äußerst bescheidene Bandbreiten zur Verfügung. Die UER hält deshalb das Kompressionswertepaar 3 : 2 / 3 : 1 für den besseren Kompromiß, vor allem auch aus übertragungstechnischer Sicht (siehe [1]). Untersuchungen der UER, die auch durch IRT-Studien bestätigt wurden, zeigen, daß selbst bei Bandbegrenzung auf 5 MHz (wie es im 7-MHz-Kanal der Fall ist) das MAC-Bild mit nomi-

neller Kompression subjektiv stets besser beurteilt wird als ein PAL-Bild (herkömmliche Signalverarbeitung).

Anmerkung:

Alle obenstehenden Betrachtungen hinsichtlich der möglichen Horizontalauflösung gehen von einem

Bandbreite MAC- Signal	Horizontalauflösung im expandierten Signal							
	normale Kompression Y = 3 : 2		optionale Kompression Y = 5 : 4					
	Y	U/V	Y	U/V				
5,1	3,4	3,1	1,7	1,4	4,1	4,1	1,0	0,7
6,1	4,1	4,1	2,0	1,6	4,9	4,9	1,2	0,8
9,2	6,1	6,1	3,1	2,5-2,8	7,4	7,4	1,8	1,4
	①	②	①	②	①	②	①	②

Tabelle 3

Horizontalauflösung von MAC für die Videobandbreiten  
(nach Tabelle 2)

Alle Angaben in MHz bei -6 dB

① = theoretisch ② = realistisch

Anmerkung: Die für MAC heute üblichen Grenzwerte liegen für das unkomprimierte Signal sendeseitig bei 5,6 MHz (Luminanz) und bei 2,8 MHz (Chrominanz). Werte darüber entsprechen E-MAC-Signalen. Sie sind nur erzielbar, wenn sendeseitig entsprechend breitbandige Signale zur Verfügung gestellt werden und empfangsseitig mit einer höheren Abtastfrequenz (z. B. 27 MHz) gearbeitet wird.

		Studiotakt	Kompressionsfaktor	Auslese-(Sende-)takt
Standard	Luminanz	13,5 MHz	x 3/2	= 20,25 MHz
	Chrominanz	6,75 MHz	x 3/1	= 20,25 MHz
Option	Luminanz	13,5 MHz	x 5/4	= 16,875 MHz
	Chrominanz	3,375 MHz	x 5/1	= 16,875 MHz
	6,75 MHz : 2 = 3,375 MHz 20,25 MHz x 5/6 = 16,875 MHz			

**Tabelle 4a**

Taktverhältnisse bei der Erzeugung des MAC-Signals

RGB- bzw. YUV-Studiosignal nach dem 4 : 2 : 2-Standard aus. Bildet PAL das Quellsignal für die MAC-Übertragung, gelten natürlich die üblichen Horizontalbandbreiten des PAL-Verfahrens. Zur Vertikalaufklärung vergleiche [1].

**4.3. Entwicklungsmöglichkeiten (sogenannte „Aufwärtskompatibilität“)**

Aufgrund des TDM-Control ist die MAC/Paket-Familie vorbereitet auf zukünftige kompatible Erweiterungen, z. B. für ein Vollkanal-Datensignal oder ein MAC-Signal mit Breitbildformat. Dies gilt natürlich nur, wenn die hierfür in Zeile 625 und in den Menüpaketen vorgesehenen Kennungen im Heimempfänger auch ausgewertet werden.

In der UER wurden bisher zwei Methoden diskutiert, wie eine Breitbildübertragung für die MAC/Paket-Familie realisiert werden könnte. Sie seien hier kurz vorgestellt: Methode 1 (ein IBA-Vorschlag) erreicht ein Bildseitenverhältnis von 4,73 : 3. Diese Methode nutzt den größten Teil der V-Lücke für die Übertragung der komprimierten Chrominanzinformation des Randbildes (18 Zeilen pro Halbbild). Für konventionellen Teletext sowie für Daten- und Prüfzeilen verbleiben insgesamt maximal 5 Zeilenpaare pro Vollbild. Der Datenburst wird zur Übertragung der Luminanzinformation des Randbildes auf etwas unter 35 % verkürzt (weitere Details siehe [10]).

	Standardkompression	Zusätzlich bei optionaler Kompression
	MHz	MHz
C/D	Basistakt Ton/Daten 20,25	Basistakt Video 16,875
	Basistakt Video 20,25	
D2	Basistakt Ton/Daten 10,125	
C, D und D2	Luminanz 13,5	Chrominanz 3,375
	Chrominanz 6,75	

**Tabelle 4b**

Am Empfänger nötige Takte für die MAC-Signalverarbeitung  
Als Bezugstakte ergeben sich 3,375 (x 2, x 3, x 4, x 5, x 6) MHz

Der entscheidende Vorteil dieses E-MAC-Verfahrens ist, daß die Videobandbreite a priori nicht erhöht wird, da für die zusätzliche Bildinformation auch zusätzliche Übertragungszeit zur Verfügung steht. Jegliche Erhöhung der Übertragungsbandbreite kommt also voll einer verbesserten Horizontalaufklärung zugute. Die Erhöhung des Bildseitenverhältnisses von dem heute üblichen Wert 4 : 3 auf 4,73 : 3 fiel zwar nicht gerade dramatisch aus. Der Hauptnachteil ist jedoch in der Verkürzung des Datenbursts zu sehen. Beim D2-Verfahren ist, wie **Tabelle 5** zeigt, nur noch ein Tonkanal (HQ11) mit geringem Fehler-schutz übertragbar.

Vor allem aus diesem Grund scheidet die Methode 1 für das D2-System wohl aus. Hinzu kommt, daß die D2-MAC/Paket-Decoder der ersten Generation die hierfür nötige Auswertung des TDM-Control zur Steuerung des übertragungstechnischen Multiplexes nicht vorsehen (siehe **Anhang**).

Methode 2 (ein CCETT-Vorschlag) definiert das Raster des bestehenden Bildbereichs neu im Verhältnis 5,33 : 3. Die Länge des Datenbursts und damit die Kapazität von maximal 8 Tonkanälen (HQ11) bei C- bzw. 4 Tonkanälen (HQ11) bei D2-MAC/Paket bleibt ebenso erhalten wie die 22 bzw. 24 freien Zeilen der Halbbild-V-Lücke (siehe **Bild 1**). Für das D2-System scheint von den genannten Verfahren daher nur Methode 2 in Frage zu kommen. Gerade bei D2-MAC/Paket ist es von Bedeutung, daß die Vertikallücke des MAC-Signals nicht durch Bildanteile belegt wird. Wegen der mit 1,5 Mbit/s nur geringen Ton-/Datenkapazität und der bei voller Tonbelegung äußerst geringen Restkapazität muß die V-Lücke extensiv für Datendienste wie z. B. Fernsehtext genutzt werden können.

Allerdings hat auch Methode 2 ihre Nachteile, wie folgender Vergleich zeigt: Im 27-MHz-Kanal sind etwa 12 MHz als absolute Obergrenze für das zu übertragende Videosignal anzusetzen. Für Methode 1 resultiert daraus eine maximale Horizontalaufklärung des Luminanzsignals von 2/3 x 12 MHz = 8 MHz (geeignete Abtastfrequenzen vorausgesetzt). Bei Methode 2 ergibt sich aufgrund der Rasteränderung von 4 : 3 auf 5,33 : 3 eine um den Faktor 5,33/4 = 1,33 reduzierte Auflösung (in diesem Beispiel also 12 x 2/3 x 3/4 = 6 MHz).

Die geringere Auflösung von Methode 2 gegenüber Methode 1 ist zusammen mit der Reduktion des Videostörabstandes um etwa -3,5 dB der Preis für den Erhalt von Datenburst und V-Lücken-Kapazität (siehe **Tabelle 5**). Allerdings ist das Signal nach Methode 2 wesentlich unempfindlicher gegenüber Kanalverzerrungen, da es keine Schnittstellen in den MAC-Signalkomponenten aufweist. Anzumerken ist noch, daß sich im Falle der optionalen Kompressionsfaktoren relativ ungünstige Faktoren für die Expansion ergeben, wenn aus dem 5,33 : 3-Format ein 4 : 3-Bild „herausgeschnitten“ werden soll<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Eine Breitbildübertragung mit erhöhter Horizontalaufklärung (sogenanntes E-MAC) kann sicherlich erst bei entsprechend großformatiger Bildwiedergabe befriedigen. In diesem Fall muß das Bild aber auch rauschfreier sein. Ein empfängerseitiger hochfrequenter Störabstand (C/N) von etwa 19 dB wird als adäquat betrachtet. Beim TV-SAT (EIRP = 65 dBW) ist dieser Wert im Versorgungsgebiet mit einem Antennendurchmesser von 65 bis 90 cm erreichbar.

	Methode 1	Methode 2
Bildformat	4,73 : 3	5,33 : 3
Randbild in	Datenburst + Vertikallücke	normalem Videobereich
Übertragungskapazität*:		
– Länge Datenburst	34 %	100 %
– Pakete pro Vollbild	1250 (625)	4100 (2050)
– Ton-/Datenkapazität	940 (470) kbit/s	3 (1,5) Mbit/s
– Maximale Tonkanalzahl (HQII)	2(1) Monokanäle	8(4) Monokanäle
– Restdaten	170 (80) kbit/s	46 (18) kbit/s
Videoparameter:		
– Kompressionsfaktoren (nominal)	3 : 2 3 : 1	Luminanz 3 : 2 Chrominanz 3 : 1
– Luminanzbandbreite kompr./expandiert	8,4/5,6 MHz	11,2/5,6 MHz
– Luminanzstörabstand im „5 : 3-Bild“	unverändert	-3,5 dB
Kompatibilität:		
– mit WARC-BS 77	ja	noch zu zeigen
– mit UER-Spezifikation	ja	ja
– mit 4 : 3-Empfänger	durch TDM-Control (volle Höhe, kein Randbild)	durch Auswertung der Signalisierung a) volle Breite mit Umschaltung der Vertikalablenkung (schwarze Streifen ober- und unterhalb des Bildes) b) volle Höhe ohne Randbild durch Umschaltung der Expansionsfaktoren von 3 : 2/3 : 1 auf 4 : 2/4 : 1 (Auflösung 4,2 MHz, S/N - 2,5 dB)**

\* Werte in Klammern beziehen sich auf das D2-System

\*\* Falls sendeseitig mit den optionalen Kompressionsfaktoren gearbeitet wird, ergeben sich in Fall b) relativ ungünstige Werte für die Expansion, nämlich 20 : 3 (U/V) und 5 : 3 (Y)

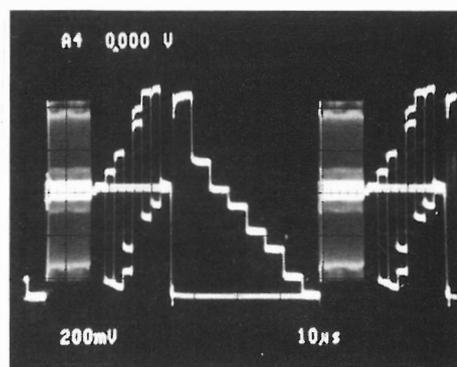
**Tabelle 5**

Merkmale der in der UER diskutierten Verfahren zur Breitbildübertragung bei MAC

#### 4.4. D2-MAC/Paket-Aufzeichnung auf dem Heimvideorecorder

Im Gegensatz zu C-MAC/Paket kann erwartet werden, daß es vor allem mit Hilfe verbesserter Videobandqualitäten in absehbarer Zeit gelingt, ein D2-MAC/Paket-Basisbandsignal direkt, also ohne Signalverarbeitung auf einem Heimvideorecorder aufzuzeichnen. **Bild 28** zeigt eine Zeile des Signals. Bei Umschaltung der Videoköpfe gehen jedoch pro Halbbild 3 bis 4 Zeilen verloren und damit ein ganzes Ton-/Datenpaket. Diesem Problem könnte durch Zwischenspeichern und Wiedereinlesen der Daten begegnet werden. Die Zwischenspeicher könnten jedoch vermieden werden, wenn der Datenburst bei der Aussendung so organisiert würde, daß das zerstörte Paket kein Ton-, sondern z. B. ein BI- oder Dummy-Paket ist. (BI-Pakete dienen vor allem zur Kennzeichnung der Tonkonfiguration, BI = franz. bloc d'interprétation. Sie werden pro Tonadresse etwa dreimal pro Sekunde gesendet.)

Der „Trick“ mit der Organisation des Paketmultiplexes funktioniert aber nur, solange die Restkapazität (einschließlich der BI-Pakete!) mindestens 50 Pakete/s beträgt, da ja zwei Pakete pro Vollbild zer-



Chrominanz Luminanz  
MAC  
Duobinärer Datenburst

**Bild 28**  
Zeile eines D2-MAC/Paket-Signals  
(Oszilloskopaufnahme)  
Bildinhalt: Farbbalken

stört werden, d. h. die mit aufzeichnenden Tondienste dürfen (ohne BI-Pakete!) nicht mehr als 2000 Pakete belegen. Diese Bedingungen werden von fast allen bisher vorgestellten Konfigurationen eingehalten. (Ausnahme: 2 x HQL2 + 1 x MQI1. Bei dieser Belegung könnten einige Tonpakete z. B. des Kommentatorkanals nicht aufgezeichnet werden, ohne sie zwischenspeichern.) Vorhandene Videorecorder können weiterhin über den in allen bisher bekannten Empfangskonzepten vorgesehenen PAL-Coder versorgt werden.

### 5. Schlußbemerkungen

Am 28. Juni 1985 unterschrieben die Postminister von Frankreich und der Bundesrepublik Deutschland einen Vertrag über die für die beiden Rundfunksatelliten TDF-1 und TV-SAT-1 zu verwendende TV-Norm. Die entsprechende Pressemitteilung erschien bereits am 14. Juni 1985. Man entschied sich für D2-MAC/Paket. Eine Interimsphase mit PAL/SECAM wurde vernünftigerweise abgelehnt, nachdem die Empfänger herstellende Industrie Anfang des Jahres die Zusage abgegeben hatte, bis zum Herbst 1986 erste D2-MAC/Paket-Decoder auf den Markt zu bringen. (Beide Rundfunksatelliten werden nun definitiv Mitte 1986 in ihre Umlaufbahn geschossen.)

Leider können aus Termingründen in diesen Decodern der ersten Generation noch nicht alle Möglichkeiten der UER-Spezifikation berücksichtigt werden. Es wurden deshalb in gegenseitigen Verhandlungen gewisse Minimalanforderungen festgelegt. Diese sind im **Anhang** zu diesem Aufsatz beschrieben. Es ist nur zu hoffen, daß möglichst bald Geräte auf den Markt kommen, die nicht nur der vollständigen UER-Spezifikation für D2-MAC/Paket, sondern auch der für C-MAC/Paket folgen. Die Empfängerhersteller würden damit eine Zusage einlösen, die der UER durch die europäischen Industrieverbände auf der eingangs zitierten Besprechung Anfang Februar 1985 gemacht wurde. Die UER ist stets von einer kompatiblen Familie von MAC/Paket-Verfahren ausgegangen, unter denen die UER-Mitglieder das für ihren Anwendungszweck geeignetste (C- oder D2-MAC/Paket) auswählen können. Aufgrund der Kompatibilität sollte es möglich sein, Sendungen aus dem Ausland auch dann empfangen zu können, wenn sie nach dem jeweils anderen MAC/Paket-Verfahren ausgestrahlt werden. Äußerungen der Empfängerindustrie lassen bereits für das Jahr 1987 solche kompatiblen Geräte erhoffen.

Die UER/EBU ist mit der Normfamilie MAC/Paket in einen neuen Zeitabschnitt der Fernsehtechnik eingetreten. Es gilt nun, diese neue Norm mit Leben zu erfüllen, d. h. anzuwenden und weiterzuentwickeln. Innerhalb der UER diskutiert man bereits die neuen Prüfzeilen für MAC-Signale, aber auch so kontroverse Themen wie „Enhanced Systems“ oder terrestrische Ausstrahlung.

Der Dank des Autors gilt Günter Schneeberger sowie Gerhard Holoch, IRT, für wertvolle Diskussionen, ganz besonders aber dem CCETT für die Zurverfügungstellung der Bildschirmaufnahmen.

#### SCHRIFTTUM

[1] Dosch, Ch.: C-MAC/Paket — Normvorschlag der Europäischen Rundfunkunion für den Satellitenrundfunk. Rundfunktech. Mitt. 29 (1985), S. 23 bis 35.

- [2] EBU: Television standards for the broadcasting satellite service — Specification of the C-MAC/packet system. Doc. SPB 284. 3rd revised version, December 1984. 4th revised version, February 1985. Hrsg. von der Tech. Zentrale der UER, Brüssel 1985.
- [3] EBU: Methods of conveying C-MAC/packet signals in small and large community antenna and cable network installations. Chapter A: Specification of the C-MAC/packet system. Chapter B: Specification of the D2-MAC/packet system. Doc. SPB 352. Revised version, February 1985. Hrsg. von der Tech. Zentrale der UER, Brüssel 1985.
- [4] EBU: Meeting between the Bureau of the Technical Committee and representatives from industry. EBU Rev. Tech. No. 210 (1985), S. 90 bis 91.
- [5] EBU: Frequency modulation parameters of the D2-MAC/packet system for DBS. Doc. SBP 368, April 1985. Hrsg. von der Tech. Zentrale der UER, Brüssel 1985.
- [6] Hessenmüller, H.: Tagung der CCIR-Interim-Arbeitsgruppe IWP 10-11/3. Rundfunktech. Mitt. 29 (1985), S. 209.
- [7] Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Annahme gemeinsamer Normen für direkte Satelliten-Fernsehübertragungen. Mitteilung der Kommission an den Rat. KOM(85) 264 endg, Brüssel, 31. Mai 1985.
- [8] Röder, H. F.; Wellhausen, H.-W.: Vergleich bandbreitensparender Kanalcodierungen für die Übertragung von digitalen Ton- und Datensignalen in Kabelnetzen. Vortrag, gehalten auf der 11. Jahrestagung der Fernseh- und Kameratechnischen Gesellschaft (FKTG) in Hamburg, 21. bis 24. Mai 1984. Rundfunktech. Mitt. 28 (1984), S. 290 bis 295.
- [9] Pommier, D.: Le système D2-MAC-Paquet pour tous les supports de transmission. Radiodiffusion-Télévision N° 85 1984, S. 6 bis 12.
- [10] Windram, M. D.; Morcom, R.; Hurley, T.: Extended-Definition MAC. IBA Tech. Rev. 21. Compatible Higher-Definition Television. Winchester, November 1983, S. 27 bis 41.

## Anhang: Mindestanforderungen für D2-MAC/Paket-Empfänger

### 1. Einleitung

Die Regierungen von Frankreich und der Bundesrepublik Deutschland haben sich, ziemlich genau ein Jahr vor dem Start ihrer Rundfunksatelliten, auf die neue Sendernorm D2-MAC/Paket festgelegt. Entgegen früheren Konzepten ist keine mehrjährige experimentelle/präoperationelle Phase mehr vorgesehen. Der Empfang für jedermann soll bereits ab Herbst 1986 freigegeben sein. Dadurch stehen sowohl die Programmanbieter als auch die Empfangsgerätehersteller unter einem besonderen Zeitdruck. Während sich die Rundfunkanstalten verpflichteten, die volle Sendesignalspezifikation der UER einzuhalten (d. h. natürlich nicht, daß alle Möglichkeiten von Anfang an auch betrieblich ausgeschöpft werden, etwa in der Programmkennung), mußten den Geräteherstellern vor allem im Hinblick auf die nötige Entwicklung der VLSI-Schaltkreise gewisse Zugeständnisse gemacht werden. In Verhandlungen zwischen dem deutschen und dem französischen Rundfunk sowie den zuständigen Industrieverbänden der beiden Länder wurde deshalb ein Minimalkonzept für die Funktion der D2-MAC/Paket-Decoder erarbeitet.

### 2. Grundlegende Voraussetzungen

Basis für die Decoderspezifikation waren folgende zwischen Frankreich und der Bundesrepublik Deutschland abgestimmte Prämissen (die Reihenfolge reflektiert keine Prioritäten):

- Die deutschen und die französischen Rundfunkanstalten strahlen ein einheitliches Sendesignal entsprechend der UER-Norm ab.
- Französische und deutsche Decoder müssen kompatibel sein.

- Die entfallene 120-Byte-Toncodierung HQI2 (kompandiert, hoher Fehlerschutz) wird wieder eingeführt.
- Die sogenannte Aufwärtskompatibilität soll nicht oder nur geringfügig eingeschränkt werden.
- Verschlüsselte Signale sollen vorläufig nicht berücksichtigt werden.
- Die Fernsichtübertragung erfolgt auf konventionelle Weise in der vertikalen Austastlücke (Festformat- bzw. UK- und Variabelformat- bzw. Antiope-Teletext), jedoch duobinär codiert und einheitlich mit dem Takt 10,125 MHz.
- Die Industrie soll so bald wie möglich Vollspezifikations-Empfänger auf den Markt bringen.
- Die Übertragung von Untertiteln erfolgt im Fernsichtsignal, und zwar parallel in Antiope und in UK-Teletext. Zu diesem Zweck enthält das deutsche Fernsichtsignal mindestens eine Zeile nach dem Antiope- und das französische Fernsichtsignal mindestens eine Zeile nach dem UK-Teletext-Verfahren.
- Die VPS-Information muß eingefügt werden.

Schließlich wurde noch vereinbart, in gemeinsamer Verantwortung ein Referenzsignal zur Decoderentwicklung bereitzustellen. Dieses Referenzsignal wird z. Z. in Rennes generiert und über Richtfunkstrecken in die Bundesrepublik geführt. In Frankreich sind lokale terrestrische Ausstrahlungen im 12-GHz-Bereich vorgesehen; bei uns plant man, das Signal großflächig über ECS oder Intelsat V zur Verfügung zu stellen.

### 3. Festlegungen für die D2-MAC/Paket-Decoder

#### 3.1. Die Toncodierung

Die wichtigste Einschränkung gegenüber der UER-Spezifikation besteht darin, daß eine sogenannte Festadressierung der Tonpakete erfolgt. Die Tonkonfiguration (Mono/Stereo, 7 kHz/15 kHz, Paritybit/Hamming-Code-Fehlerschutz, kompandiert/linear) wird durch die Adresse selbst signalisiert. Dazu dient Bit 7 bis Bit 4. Beim Hauptfernsehton sind die letzten drei Bits durch drei binäre Nullen gekennzeichnet. Tonpakete mit Festadressierung sind dadurch bestimmt, daß die ersten drei Bits der Adresse (Bit 10, 9 und 8) stets den digitalen Wert 001 tragen. Damit sind 128 der möglichen 1024 Adressen fest zugeordnet.

Eine Auswertung der BI-Pakete, die nach der UER-Spezifikation u. a. die Tonkonfiguration beschreiben, kann damit entfallen. Dies bedeutet den Verlust einiger durch BI-Pakete gegebenen Möglichkeiten, etwa das durch den Rundfunksender gesteuerte, automatische Einblenden eines Kommentatorkanals in einen Hauptfernsehton (z. B. bei der Übertragung von Sportveranstaltungen).

Die Möglichkeit der manuellen Toneinblendung muß jedoch gegeben sein. Dazu müssen alle Decoder stets zwei Tonadressen parallel auswerten können (z. B. einen stereofonen Fernsehton und einen monofonen Kommentatorkanal). Nach dem IC-Konzept für die erste Empfängergeneration darf der einzublendende Ton jede der in **Tabelle 1** genannten Tonkonfigurationen aufweisen, muß aber monofon sein.

Die Decoder müssen alle in **Tabelle 1** genannten Toncodierverfahren decodieren und automatisch um-

schalten können. Beim Wechsel der Codierung dürfen keine störenden Umschaltknacke auftreten.

#### 3.2. Signalkennungen (Level A und B)

Die Auswertung der Nullpakete (Menüpakete) ist optional. Sie wird vor allem zur Spracherkennung herangezogen werden. Der bisher nicht belegte Sprachcode 40 wurde zur Kennung von sprecherfreiem Hintergrund-Ton ausgewählt. Folgende vier Betriebsartenkennungen aus den BI-Paketen werden im Parameter DCINF (Digital component information) wiederholt: Ton kontinuierlich oder mit Unterbrechungen (continuous/intermittend), Ton-Einblendung vorgesehen oder nicht (mixing intended or not), Tonverschlüsselung ja/nein (scrambling, no scrambling), Ton frei zugänglich oder nicht (free-access or controlled-access mode).

Eine Datengruppe (data group) der Nullpakete darf maximal 90 Byte umfassen. Darin muß der gesamte Dienst beschrieben werden. Ein „Linking“ der Datengruppen, wie es nach der UER-Spezifikation möglich wäre, ist nicht zugelassen.

Eine Auswertung der Zeile 625 ist für Decoder der ersten Generation nicht vorgesehen, obwohl die zu entwickelnden integrierten Schaltungen die Information der Zeile 625 in einem Register zur Abfrage zur Verfügung stellen werden.

#### 3.3. Fernsichttext und VPS

Die Auswertung des duobinären Teletextsignals ist optional. Sofern Vorsatzdecoder eingesetzt werden, beabsichtigt die Industrie die Auswertung dort vorzunehmen. Eine Eintastung in das Synchronsignal (bei RGB-Übergabe) bzw. in ein recodiertes PAL-Signal ist nicht vorgesehen.

Die VPS-Information wird als Luminanzsignal (komprimiert) wie bisher in der Datenzeile 16 übertragen. Zusätzlich wird die VPS-Information in einem bisher nicht belegten Parameter der Menüpakete untergebracht.

### 4. Schlußbemerkung

Die Rundfunkanstalten haben sich verpflichtet, bei der Aussendung des D2-MAC/Paket-Signals das vorstehende Minimalkonzept für die Funktion der Decoder zu berücksichtigen; dies bedeutet beispielsweise, die Tonadressen so zu wählen, daß sie dem vorgestellten Festadressenkonzept entsprechen.

#### Der Autor



Dipl.-Ing. Christoph Dosch (36) studierte Nachrichtentechnik an der Technischen Universität München, wo er auch eine Prüfung in Fernsichttechnik bei Professor Theile ablegte.

Nach Fertigstellung seiner Diplomarbeit am IRT ist er seit 1976 als Wissenschaftlicher Mitarbeiter an diesem Institut tätig. Seit 1982 ist er Leiter des Arbeitsbereiches Rundfunksysteme, dessen

Schwerpunkte bei der Rundfunksatellitenübertragung liegen.

## DIE 11. TAGUNG DER UER-UNTERARBEITSGRUPPE R1 (TERRESTRISCHER HÖRRUNDFUNK)

PARIS, 13. BIS 15. MAI 1985

Die 11. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe (UAG) R1 fand in der Zeit vom 13. bis 15. Mai auf Einladung von der französischen TDF und Radio France in Paris statt. An dieser Tagung nahmen 24 Fachleute aus 14 Ländern teil. Nachdem der bisherige Vorsitzende E. Schwarz (PTT, CH) den Vorsitz der Arbeitsgruppe R übernommen hatte, fand diese Tagung der UAG erstmals unter neuem Vorsitz statt (G. Petke, ARD/ZDF). Die Themen dieser Tagung gliederten sich im wesentlichen gemäß den Fachgebieten der Spezialistengruppen.

### 1. UKW-Hörrundfunk (Spezialistengruppe R1/FM)

Die Spezialistengruppe R1/FM hatte die Aufgabe, die Mitglieder der UER bei der Vorbereitung und Durchführung der UKW-Konferenz zu unterstützen. Obwohl diese Aufgaben mit Abschluß der Konferenz erfüllt waren, wurde diese Gruppe nicht aufgelöst, sondern mit neuen Aufgaben bedacht. So soll sie eine Analyse der Ergebnisse der Konferenz durchführen sowie die Konsequenzen für den Rundfunk untersuchen, die sich aus der Anwendung der Kompatibilitätskriterien mit den Flugfunkdiensten ergeben. Auch die Probleme, die sich aus dem Wunsch nach Vorabinbetriebnahme vieler Sender gemäß Genfer Abkommen 1984 ergeben, sollen erörtert werden.

Im Zusammenhang mit der UKW-Konferenz hat es mehrere Vorschläge für automatische Frequenzzuweisungsverfahren gegeben, die auch nach Ablauf der Konferenz auf großes Interesse stoßen. Die Mehrzahl der Mitglieder in der UAG befürwortete, daß sich die Spezialistengruppe dieses Problems annimmt. Sie soll prüfen, welche dieser Verfahren für zukünftige Anwendungen geeignet sein könnten. Die Erweiterung bzw. Erneuerung des Aufgabenbereiches spricht gegen eine baldige Auflösung dieser Spezialistengruppe.

Von seiten der UER lag eine vorläufige Statistik über die Konferenzergebnisse (Stand 29. November 1984) vor. Diese Statistik zeigt, daß die nutzbaren Feldstärken am Standort im allgemeinen recht hoch sind. Es wurde daher die Frage aufgeworfen, ob dies nicht zu einer Verschlechterung des Großsignalverhaltens der Empfänger und damit auch zu einer Verschlechterung der RF-Schutzabstände führen müsse. Um eine Beantwortung dieser Frage auf internationaler Ebene herbeizuführen, schlug die UAG eine Erweiterung des CCIR-Studienprogramms AP/10 (Intermodulationsverhalten von FM-Empfängern bei Anwesenheit mehrerer starker RF-Signale) vor. Der Vorstand der Technischen Kommission der UER muß diesen Vorschlag noch billigen.

### 2. Vorbereitung der KW-Konferenz, Teil 2 (Spezialistengruppe R1/HF)

Diese Gruppe war in der Vergangenheit mit viel Erfolg von J. K. Edwards (BBC) geleitet worden. Durch dessen Ausscheiden aus dem Berufsleben war der Vorsitz neu zu vergeben. In Anbetracht der noch zu bewältigenden Aufgaben und der nur geringen zur Verfügung stehenden Zeit bis zum 2. Teil der KW-Konferenz (Januar 1987) sprach sich die Gruppe dafür aus, dieses Amt an ein Mitglied zu vergeben, das mit der Arbeit in einer der beiden KW-Gruppen (R/HF, R1/HF) bestens vertraut ist. Die Gruppe nominierte einstimmig H. Hartmann (DW).

Zu den Aufgaben, die in dieser Spezialistengruppe noch gelöst werden müssen, gehören

- Planungsübungen (Zusammenstellung von Computermodulen; dazu war erst kürzlich eine Ad-hoc-Gruppe R1/HF COM geschaffen worden).
- Beziehung zwischen Empfängerempfindlichkeit und Versorgung.
- Schutzabstände für DSB bei Störungen durch SSB.
- Eigenschaften von Antennen mit Mehrfach-Frequenznutzung sowie mit elektrisch nachsteuerbarem Horizontaldiagramm (slewed antennae).

Zur Klärung der letzten beiden Fragen ist vom CCIR eine Interim-Arbeitsgruppe 10/1 (Vorsitz: G. Gröschel, FTZ) geschaffen worden. Diese IWP hat in der Zeit vom 17. bis 19. April in Genf getagt. In der Frage der Schutzabstände wurden die in der Spezialistengruppe R1/HF erarbeiteten Ergebnisse bestätigt, d. h. konventionelle Zweiseitenbandsendungen (DSB) werden durch Einseitenbandsendungen (SSB) 3 dB stärker gestört werden als durch die gleiche Sendart (DSB).

### 3. Radio-Daten-System (Spezialistengruppe R1/RDS)

Der Vorsitzende der neu geschaffenen Spezialistengruppe R1/RDS, Dr. Ely (BBC), berichtete über die erste Sitzung dieser Gruppe (Stockholm, 24. bis 25. Januar 1985). Zu den wichtigsten Aktivitäten gehörte der Entwurf einer UER-Empfehlung zur Nutzung dieses einheitlichen Datensystems. Dieser Entwurf ist inzwischen von den übergeordneten Gremien der UAG R1 gebilligt worden [1]. Darüber hinaus wurde eine entsprechende CCIR-Empfehlung für das RDS, die von der Arbeitsgruppe R entworfen worden war, nochmals überprüft und gebilligt. Die Wiederaufnahme des Großversuchs (ab 1. April 1985) in der Bundesrepublik Deutschland mit modifizierten Parametern wurde von der Mehrzahl der Mitglieder begrüßt. Bislang wurden aufgrund des reduzierten Hubes ( $\pm 1,2$  kHz) für das RDS-Signal keine nennenswerten Störungen gemeldet. Dies gilt sowohl für Programmstörungen als auch für Störungen an ARI-Decodern.

Die Abstrahlung von Alternativen Frequenzen stellt nach wie vor noch ein ernsthaftes Problem dar (z. B. Auseinanderschalten eines Netzes in mehrere regionale Netze). Auf Drängen der UAG soll sich die Spezialistengruppe mit den Problemen befassen, die die Abstrahlung der Alternativen Frequenzen aufwirft.

Der Vertreter der TDF überraschte die Gruppe mit der Mitteilung, daß eine private Rundfunkorganisation in Frankreich bei einem Hersteller Datencoder und Decoder für eine Datenübertragung im SCA-Kanal in Auftrag gegeben habe. Es sei die Übertragung einer wesentlich höheren Bitrate als für das RDS-System geplant. Die Mehrzahl der Mitglieder war der Auffassung, daß dies im Falle stereofoner Sendungen zu erheblichen Störungen führen müsse. Welche Schwierigkeiten sich allein schon bei Frequenzhuben von 2 bis 3 kHz ergeben, haben die Feldversuche mit dem RDS gezeigt. Hinzu kommt, daß dieser Frequenzbereich für die Datenübertragung weniger geeignet ist als der bei 57 kHz. Dieses Thema soll auf der nächsten Tagung der R1 erörtert werden, wenn genauere Informationen über das System vorliegen.

#### 4. Sonstige Aktivitäten

Von der BBC wurde ein Verfahren für die Datenübertragung im Langwellenbereich entwickelt. Dieses System ermöglicht die Übertragung einer Datenrate von 25 bit/s bei einem Phasenhub von 22,5 Grad. Dieses Datensignal wird von einem Gleichwellennetz in England abgestrahlt, zu dem auch der LW-Sender Droitwich (200 kHz) gehört. Die Reichweite soll extrem hoch sein, so daß u. a. die Einrichtung eines Seewetterdienstes geplant ist. Einige Organisationen zeigten sich sehr interessiert an diesem Verfahren, und es wurde erwähnt, daß ein ähnliches System auch in der DDR (Sender Oranienburg) genutzt wird. Die Bitrate soll allerdings wesentlich höher (100 bit/s) sein. Die Frage der Datenübertragung im LW- und MW-Bereich soll als gesonderter Tagungsordnungspunkt auf der nächsten Tagung der UAG aufgenommen werden. Es soll dann geprüft werden, ob in diesem Zusammenhang ähnliche Aktivitäten wie beim RDS zweckmäßig seien.

Die Beobachtungen im LW- und MW-Bereich zeigen, daß in zunehmendem Maße Stationen von der ihnen im Genfer Plan 1975 zugewiesenen Frequenz abweichen, um für sich die Störsituation zu verbessern. Vielfach wird durch den dabei entstehenden Trägerpfeif die Versorgungssituation im Bereich anderer Sender verschlechtert. Die UAG diskutierte dieses Problem, und man kam zu

dem Entschluß, zuerst einmal zu klären, welche Sender der UER-Mitgliedsorganisationen davon betroffen sind. Im Störfall sollen danach die Organisationen, die Störungen verursachen, bzw. deren Verwaltungen angeschrieben werden.

Aufgrund eines deutschen Beitrages wurde die Frage des digitalen Hörfunks im UKW-Bereich diskutiert. Die Gruppe war der Auffassung, daß Planungsfragen, wie Aufteilung der Kanäle, erforderliche Schutzabstände usw., bei der Festlegung eines solchen Systems von gleicher Bedeutung seien wie die Festlegung eines geeigneten Modulationsverfahrens. Man hielt es daher für zweckmäßig, dieses Problem in der UAG gezielt weiter zu verfolgen.

Ein fester Termin für die nächste Tagung der R1 wurde noch nicht festgelegt, man hielt es jedoch für angebracht, diese unmittelbar nach dem IFRB-HF-Seminar (Februar 1986) vorzusehen. In Anbetracht der bevorstehenden KW-Konferenz sollte den damit verbundenen Problemen im nächsten Jahr das Hauptinteresse der UAG gelten.

Gerd Petke  
Institut für Rundfunktechnik, München

#### SCHRIFTTUM

- [1] R a u f m a n n, B.: Die 5. Tagung der UER-Arbeitsgruppe R. Rundfunktech. Mitt. 29 (1985), S. 151 bis 152.

## DIE 5. TAGUNG DER UER-UNTERARBEITSGRUPPE T7 (EUROPÄISCHE NACHRICHTENSATELLITENSYSTEME)

GENF, 21. BIS 23. MAI 1985

Unter dem Vorsitz von D. Pham Tat tagte die Untergruppe in der Genfer UER-Zentrale. In diesem Jahr fand die Tagung später als sonst üblich statt, da man erste Erfahrungen mit dem Einsatz des Satelliten EUTELSAT 1-F2 (früher ECS 2) für die Eurovision abwarten wollte. Neben diesen Erfahrungen waren transportable Erdefunkstellen und die optimale Nutzung der von der UER gemieteten Transponderkapazität weitere Hauptthemen der Sitzung.

### 1. Erste Erfahrungen mit EUTELSAT 1-F2

„In Orbit Tests“ mit Hilfe mehrerer Erdefunkstellen haben ergeben, daß mit einer unerheblichen Ausnahme (AM/PM-Umwandlung) alle Spezifikationen zum Teil erheblich übertroffen werden. Berücksichtigt man die zu erwartenden Degradationen über die Lebenszeit des Satelliten, so ist abzusehen, daß sowohl die Empfindlichkeit des Satellitenempfängers (G/T) als auch die abgestrahlte Leistung (EIRP) dauernd etwa 2 dB über den spezifizierten Werten liegen werden. Diese verbesserten Daten, die hauptsächlich den Satellitenantennen zu verdanken sind, werden für künftige Satelliten (EUTELSAT 2, etwa ab 1990) Vertragsbestandteil sein. Erste UER-Messungen von Videoparametern zwischen nationalen Kontrollzentren über die gemieteten Transponder erbrachten durchweg gute Ergebnisse. Gelegentlich beobachtete zu geringe Videorausabstände sind offenbar auf terrestrische Streckenabschnitte zurückzuführen.

### 2. Transportable Erdefunkstellen

Verschiedene Eingangsdokumente beschreiben die bei IBA, BBC und TDF vorhandenen transportablen Sendeerdefunkstellen und deren erste Einsätze über die UER-Transponder. Abhängig von der Unterdrückung der Nebenzipfel der Antenne läßt EUTELSAT eine unterschiedliche maximale EIRP zu, die stets erheblich kleiner als die einer Standarderdefunkstelle ist, aber dennoch für eine gute Übertragungsqualität ausreicht. Hierbei wirken sich die verbesserten Satellitendaten vorteilhaft aus.

Bei der Übertragung der Skiweltmeisterschaften aus Bormio, Italien, wurden 2 transportable Erdefunkstellen erfolgreich eingesetzt.

TDF legte einen CCIR-Beitrag über die Nutzung transportabler Erdefunkstellen für Reportagezwecke vor, in dem die angestrebte Übertragungsqualität und Interferenzprobleme behandelt werden.

### 3. Optimale Nutzung der Transponderqualität

Zu diesem Thema war Gerhard Lahann als Vorsitzender der Untergruppe T5 (Hörfunk-Betriebsabwicklung) anwesend und trug die Zielvorstellungen dieser Gruppe für die Übertragung von Hörfunkprogrammen über die UER-Transponder in EUTELSAT 1-F1 vor. Gewünscht wird die voneinander und von Fernsehübertragung unabhängige Übertragung von 2 (zunächst 1) Stereosignalen höchster Qualität (entspr. 14 bis 16 Bit Auflösung, 32 kHz Abtastrate). Dabei sollen auf der Sende- und Empfangs-

seite kleine Erdefunkstellen eingesetzt werden. Ferner wären mehrere (z. B. 8) Kommentarkanäle interessant.

Eine gemischte Gruppe aus den Untergruppen T3 und T7 unter dem Vorsitz des Berichterstatters hatte im Juli 1984 in Usingen Versuche zur gleichzeitigen Übertragung verschiedener Kombinationen von analogen und digitalen Fernsehsignalen sowie digitalen Tonsignalen über EUTELSAT 1-F1 durchgeführt. Die günstigen Ergebnisse dieser Tests und die besseren Daten des F2-Satelliten haben dazu geführt, daß Eutelsat die Bedingungen zur gleichzeitigen Übertragung von zwei Signalen je Transponder neu überdacht und besonders für die Konfiguration der von der UER gemieteten Transponder wesentlich günstiger gestaltet hat. Weitere Untersuchungen durch TDF und Eutelsat zeigen, daß die Qualitätsanforderungen der UER sehr wahrscheinlich auch bei diesem Zweiträgerbetrieb eingehalten werden, zumindest dann, wenn über die 2 UER-Transponder gleichzeitig 3 frequenzversetzte Fernsehsignale übertragen werden.

Im Lichte dieser Erkenntnisse wurde die unabhängige Tonübertragung erneut diskutiert. Da bei einer Übertragung von gleichzeitig zwei Fernsehsignalen über einen Transponder keine zusätzliche Tonübertragung mehr möglich ist, wurden mehrfach Bedenken geäußert, ob diese wichtig genug sei, um auf ein weiteres Fernsehsignal zu verzichten und ob sie finanziell konkurrieren könnte.

Zur weiteren Klärung aller Probleme einer Mehrfachnutzung sowie zur Durchführung von Experimenten über die UER-Transponder wurde eine neue Ad-hoc-Gruppe unter Leitung von B. Salkeld (IBA) etabliert. Der Berichterstatter ist Mitglied in dieser Gruppe. Ein weiteres Diskussionsthema war die Umsetzung der für eine PAL/SECAM-Übertragung festgesetzten Spezifikationen für den Fall einer künftigen Übertragung von MAC-Signalen. Hier wird eine Reduzierung des benötigten RF-Rauschabstandes C/N von 2 dB erwartet. Die Untergruppe R3 plant genauere Untersuchungen über den zukünftigen Olympus-Satelliten.

### 4. Sonstiges

Nach den Ergebnissen der T3/T7-Gruppe und nach Studien von Eutelsat ist eine Übertragung von digitalen Fernsehsignalen im Eurovisionsbereich mit 34 Mbit/s oder 60 Mbit/s mit guter Qualität und einem Signal pro Transponder möglich. Für 2 Signale pro Transponder ist nur die niedrige Bitrate möglich.

Auch in der nächsten Satellitengeneration von Eutelsat wird eine Übertragungsrate von 140 Mbit/s wahrscheinlich nicht zu verwirklichen sein.

Entsprechend ihrer erweiterten Aufgabenstellung wird die Untergruppe eine Liste aller über Verteilsatelliten in Europa benutzten Modulationsparameter und der abgestrahlten Programme erstellen.

Die nächste Sitzung der Untergruppe wird in der ersten Hälfte 1986 an einem noch unbestimmten Ort stattfinden.

Rolf Süverkrübe  
Institut für Rundfunktechnik, München

## DAS 14. INTERNATIONALE FERNSEHSYMPOSIUM<sup>1</sup> MONTREUX, 6. BIS 12. JUNI 1985

### Gliederung

1. Einleitung
2. Podiumsdiskussion zur Eröffnung:  
Der Einfluß der Mikroelektronik auf die Technik  
des Rundfunks
3. Kolloquium: Die Wahlmöglichkeiten des Zuschauers  
(The Viewer's Choice)
4. Fernsehproduktionstechnik
5. Digitale Videoaufzeichnung und Signalverarbeitung
6. Fernsehen erhöhter Bildqualität (EDTV) und  
hochauflösende Fernsehsysteme (HDTV)
7. Rundfunk- und Verteilsatelliten
8. Terrestrische Übertragung
9. Kabelfernsehen (CATV)

### 1. Einleitung

Wie alle zwei Jahre trafen sich Anfang Juni 1985 wieder Fernsehfachleute aus aller Welt in Montreux am Genfer See, um am 14. Internationalen Fernsynchronsymposium teilzunehmen und um die Technische Ausstellung zu besuchen. Während über die Ausstellung bereits im letzten Heft dieser Zeitschrift ausführlich berichtet wurde (RTM 4/85, Seiten 185 bis 207), soll nachfolgend auf das Fernsynchronsymposium näher eingegangen werden.

Zur Eröffnung sprachen der Vorsitzende des Symposium-Komitees (E. Schwarz), der Schirmherr des Symposiums (R. Trachsel, Generaldirektor der Schweizer Postverwaltung) sowie der Bürgermeister von Montreux (der Schweizer Parlamentsabgeordnete J.-J. Cevey). E. Schwarz

<sup>1</sup> Die einzelnen Abschnitte dieses Berichtes wurden von verschiedenen Mitarbeitern des Instituts für Rundfunktechnik (IRT), München, verfaßt. Sie sind im folgenden den entsprechenden Abschnitten zugeordnet genannt.

- 1, 2. Dipl.-Phys. Karl-Heinz Trißl, Leiter des Arbeitsbereichs Automationstechnik Fernsehstudio;
3. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Messerschmid, Direktor des Instituts für Rundfunktechnik;
4. Dipl.-Ing. Horst Schachlbauer, Leiter des Arbeitsbereichs Fernsehprogrammarchivierung, Bereich MAZ, Dipl.-Ing. Albert Kaufmann, Leiter des Arbeitsbereichs Fernsehaufnahme (4.1); Dipl.-Ing. Gerhard Welz, wiss. Mitarbeiter im Arbeitsbereich Fernsehprogrammarchivierung, Bereich MAZ (4.2); Dipl.-Phys. Alexander Scherz, wiss. Mitarbeiter im Arbeitsbereich Automationstechnik Fernsehstudio (4.3);
5. Dipl.-Ing. Horst Schachlbauer;
6. Dipl.-Ing. Werner Habermann, stellvertretender Leiter des Fachbereichs Studiotechnik Fernsehen;
7. Dipl.-Ing. Rolf Süverkrübbe, stellvertretender Leiter des Fachbereichs Rundfunkversorgung und Sendertechnik, sowie Dipl.-Ing. Rolf Hengstler, Redaktionsleiter der Rundfunktechnischen Mitteilungen;
8. Dr.-Ing. Peter Wolf, Leiter des Referats Nationale und Internationale Beziehungen;
9. Dipl.-Ing. Rolf Süverkrübbe (9.1); Dipl.-Ing. Arthur Heller, Leiter des Arbeitsbereichs Videomeßtechnik (9.2); Dipl.-Ing. Siegfried Dinsel, Leiter des Arbeitsbereichs Übertragungstechnik Fernsehen (9.3); Dipl.-Ing. Gerhard Möll, Leiter des Arbeitsbereichs Videosignaltechnik (9.4, 9.5); Dipl.-Ing. Reinhard Grol, wiss. Mitarbeiter im Arbeitsbereich Übertragungstechnik Fernsehen (9.6).

Koordination der Beiträge: Dr.-Ing. Peter Wolf.

<sup>2</sup> UER — Union der Europäischen Rundfunkorganisationen (engl. EBU).

<sup>3</sup> CCIR — Internationaler Beratender Ausschuss für den Funkdienst.

teilte mit, daß wegen der großen Zahl von Beiträgen das Symposium um einen Tag länger als ursprünglich geplant angesetzt werden mußte. Er betonte, daß alles Erdenkliche getan worden sei, den Gästen nicht nur technische Informationen, sondern zwischendurch auch Gelegenheit zur Erholung zu geben.

R. Trachsel wies darauf hin, daß Montreux seit 1961 ein wichtiger Begegnungsort für die Welt des Fernsehens und des Rundfunks ist. Die Ausstellung diene immer dazu, den letzten Stand der Technik zu zeigen, und über Zukunftsentwicklungen wurde im Rahmen des Symposiums diskutiert. Als derzeit aktuelle Themen bezeichnete er die Gebiete Kabelfernsehen, Satellitenfernsehen und Glasfaseroptik. Er sprach von den hohen Investitionskosten, welche die Fernsehsatelliten erfordern und deutete die Möglichkeit an, daß mehrere kleine europäische Länder einen Satellitenkanal gemeinsam benutzen.

Die Eröffnungszereemonie schloß mit der Überreichung der „Montreux Achievement Gold Medal 1985“. T. Robson, der Vorsitzende des Preiskomitees, erwähnte scherzhaft, daß R. Jaussi, der Direktor des Montreux-Symposiums, im Schließfach einer Schweizer Bank einen großen Goldbarren hütet, von dem alle zwei Jahre ein kleines Stück abgesägt werde, um daraus die Montreux-Goldmedaille zu prägen. Dies sei auch dieses Jahr geschehen, und die Medaille ist Dr. C. Terzani (Italien), dem Vorsitzenden der Technischen Kommission der UER<sup>2</sup> und der CCIR<sup>3</sup>-Studienkommission 10 (Hörrundfunk) überreicht worden für „seine führende Rolle bei der Förderung internationaler Zusammenarbeit und Verständigung, die zum weltweit einheitlichen digitalen Videostandard im Studio geführt hat“ (so auch die Inschrift der Goldmedaille). Neben vielen anderen fruchtbaren Aktivitäten habe er in letzter Zeit auch zur Einigung über den MAC/Paket-Standard innerhalb der UER beigetragen. Dr. Terzani antwortete, er habe in seiner Arbeit hauptsächlich als Koordinator der Arbeit vieler gewirkt und betrachte als gleichzeitige Preisträger auch die zahlreichen Fachleute, die in den Arbeitsgruppen von UER und CCIR mitgearbeitet haben.

### 2. Podiumsdiskussion zur Eröffnung: Der Einfluß der Mikroelektronik auf die Technik des Rundfunks

„Als ich zum ersten Mal das Thema der ersten Diskussionsrunde über den Einfluß der Mikroelektronik auf die Technik des Rundfunks las, war meine Antwort: Ja.“ Damit begann R. B. Steele, Mitarbeiter der Firma Ampex, sein Statement über das Thema dieser Podiumsdiskussion, die von N. Wassiczek, Technischer Direktor des Österreichischen Rundfunks, eröffnet und von M. Sherlock (USA) geleitet wurde (1).

Diese kurze, ironische Bemerkung beschrieb recht gut den Eindruck, den das ungeheuer breite Thema bei den Diskutierenden und dem Publikum hinterließ. Tatsächlich wurde von allen Teilnehmern betont, daß die Mikroelektronik nicht mehr nur Beiwerk zu den Studiogeräten ist, das die Geräte komfortabler, kleiner, leichter und vielleicht auch billiger macht, sondern daß bestimmte neuere Entwicklungen ohne Mikroelektronik gar nicht möglich wären. Y. Guinet (Frankreich) nannte in diesem Zusammenhang Datenübertragungssysteme wie Teletext, neue Übertragungsstandards wie MAC/Paket und im Studio Geräte zur digitalen Signalmanipulation bis hin zum voll digitalen Studio der Zukunft.

Innerhalb des sehr weiten Diskussionsfeldes kristallisierte sich jedoch ein Schwerpunkt des Interesses heraus, der von mehreren Diskussionsteilnehmern und auch bei Wortmeldungen aus dem Publikum angesprochen wurde: die Wartung von Geräten mit hohem Anteil an Mikroelektronik, gleichgültig ob sie mit Mikrocomputern ausgestattet sind oder der digitalen Signalverarbeitung dienen.

Bereits N. Wassiczek erwähnte in seiner Einführung, daß gerade zu diesem Thema von der Technischen Kommission der UER die Spezialistengruppe G/DIAG ins Leben gerufen worden sei, die bereits in drei Arbeitspapieren Konzepte und Verfahren für den Service von Digitalgeräten vorgeschlagen hat.

K.-H. Trißl (Institut für Rundfunktechnik, München), selbst Mitglied der UER-Spezialistengruppe G/DIAG, gab in seinem Statement einen kurzen Abriss dieser Prinzipien. Dabei wird zwischen „first-line-maintenance“ und „second-line-maintenance“ unterschieden, wobei erstere die Fehlersuche auf Platinenebene, letztere auf Bauteilebene beinhaltet. Für beide Fälle werden Verfahren und Hilfsmittel empfohlen, die insgesamt zu einer möglichst hohen Verfügbarkeit der Geräte führen sollen.

Auf den Wartungsaspekt gingen auch D. Kitson (Großbritannien) und H. Harmuth (Firma Bosch) ausführlich ein, wobei zu erfahren war, daß die Firma Bosch alle neuen Produkte für den Fernsehstudobereich entsprechend den UER-Richtlinien ausstatten wird.

(1) Podiumsdiskussion „Impact of Microelectronics in Broadcasting“

Vorsitzender: N. Wassiczek, Österreich.

Leiter: M. Sherlock, USA.

Teilnehmer: W. Bohlin, USA; Y. Guinet, Frankreich;  
H. Harmuth, Bundesrepublik Deutschland;  
K. Kano, Japan; D. Kitson, Großbritannien;  
R. B. Steele, USA; K.-H. Trißl, Bundesrepublik Deutschland.

**3. Kolloquium: Die Wahlmöglichkeiten des Zuschauers  
(The Viewer's Choice)**

Unter Leitung des Präsidenten der Union der Europäischen Rundfunkorganisationen (UER), Albert Scharf, diskutierten 11 führende Persönlichkeiten des Fernsehens und der Kommunikationsindustrie aus 10 Ländern unter technischen, soziologisch-philosophischen, psychologischen, ökonomischen und politischen Aspekten die Fragen der künftigen Entwicklung des Fernsehens unter dem Einfluß einer Überfülle von Kanälen und Programmen, die über terrestrische Sender, Kabel, Satelliten, Bildplatten und Videorecorder in die Wohnungen der Zuschauer gelangen und dort auch mit neuen Diensten, wie Interaktivem Bildschirmtext, und mit Heimcomputern konkurrieren (1).

Zentrum und Ausgangspunkt der Diskussion war der Fernsehzuschauer, dessen Urteilsvermögen nicht zu niedrig eingeschätzt werden sollte, wie das gängigerweise oft geschieht. Er sei durchaus bildungsfähig, und eine der Aufgaben des Fernsehens liege gerade darin, seine Urteilskraft zu stärken. Andererseits deuten die Untersuchungen in vollverkabelten Ländern wie Belgien darauf hin, daß die große Zahl der Kanäle zu Lasten der kulturell anspruchsvollen Programme gehe, während Fernsehspiele, Spielfilm, Sport und Unterhaltung vermehrt zu finden seien. Ein Teilnehmer formulierte überspitzt zur Frage der Programmqualität: Wenn der Zuschauer früher die Wahl zwischen guten und schlechten Programmen gehabt habe, so könne er künftig wohl nur noch zwischen schlechten und noch schlechteren Programmen wählen.

Programmqualität ist im internationalen Maßstab in der Regel nur noch mit sehr hohen Produktionskosten zu erzielen, die beim Fernsehspiel beispielsweise bei

250 000 Dollar pro Stunde liegen. Angesichts der Aufspaltung des Zuschauermarktes sind die Kosten immer schwieriger aufzubringen. Insbesondere kleinere Länder sind künftig immer mehr auf internationale Koproduktionen angewiesen, um überhaupt noch ihr eigenes technisches und künstlerisches Potential in Produktionen einbringen zu können, für die die Finanzkraft der einzelnen Anstalt nicht mehr ausreicht.

Vom Zuschauer her gesehen stellt sich auch immer wieder neu die Frage danach, wofür er bereit ist, Geld auszugeben und wofür nicht. Im Zusammenhang mit hochauflösendem Fernsehen (HDTV) wurde auf die CD-Platten verwiesen, deren großer kommerzieller Erfolg das Vorurteil widerlegt, daß Qualität vom Zuschauer nicht honoriert werde. Wenn allerdings der Nutzen eines neuen Dienstes sich dem Zuschauer nicht eindeutig darstellt, kann das sehr schnell zu Mißerfolgen führen. In diesem Zusammenhang wurde auf die Heimcomputer verwiesen, deren Nutzen im normalen Haushalt bisher keineswegs erwiesen sei.

Obwohl derzeit mehrere Programmexperimente mit internationalen, mehrsprachigen Programmen vorbereitet werden, stellen sich hier noch viele ungelöste Fragen nach Akzeptanz und Machart. Ein Teilnehmer ging so weit, internationale Programme schlicht als Utopie zu bezeichnen, da die Kulturtraditionen in den einzelnen Ländern oft zu unterschiedlich seien. Japanische Zuschauer beispielsweise seien in ihrer Wahrnehmungsfähigkeit durch das intensive Mustererkennungstraining bei Verwendung chinesischer Schriftzeichen weiter fortgeschritten als Fernsehzuschauer in Ländern mit einfachen Alphabeten.

Wird Fernsehen nicht nur als gewinnorientierter Geschäftszweig, sondern auch als kulturelle Aufgabe begriffen, so stellt sich die Frage nach ordnungspolitischen Maßnahmen von seiten des Staates, die nötig sind, um den Bestand des öffentlich-rechtlichen Rundfunks zu gewährleisten. Dies sei um so mehr erforderlich, als derzeit ein Trend zur Liberalisierung (Deregulation) unübersehbar sei. Im Umfeld der verstärkten Konkurrenz mit kommerziellen Anbietern sei der öffentlich-rechtliche Rundfunk dazu aufgerufen, seinen eigenen Interessensbereich neu zu definieren und abzustecken. So gesehen muß das Fernsehen seine Aufgaben im Interesse des Zuschauers besser erkennen und auch den Gefahren des Bildschirms entgegenwirken, die zur Isolierung und Vereinzelung des Zuschauers führen und die Familie zu einem stummen Halbkreis vor der Fernsehwand degradieren könnten.

(1) Kolloquium „The Viewer's Choice“

Koordinatoren: J. Flaherty, USA; B. Labrusse, Frankreich.

Vorsitzender: A. Scharf, Bundesrepublik Deutschland.

Teilnehmer: W. F. Baker, USA; D. C. Geest, Niederlande;  
P. Juneau, Kanada; A. Milne, Großbritannien;  
M. Kikuchi, Japan; F. Schoeller, Frankreich;  
R. Wangermée, Belgien; G. T. Waters, Irland;  
H. Yushkiavitushus, UdSSR.

Journalisten: G. H. Padel, Schweiz; D. West, USA.

\* \* \*

Im folgenden wird, gegliedert in die Themenkreise

- Fernsehproduktionstechnik
- Digitale Videoaufzeichnung und Signalverarbeitung
- Fernsehen erhöhter Bildqualität (EDTV) und hochauflösende Fernsehsysteme (HDTV)
- Rundfunk- und Verteilsatelliten
- Terrestrische Übertragung
- Kabelfernsehen (CATV),

zusammenfassend über die Vorträge und weiteren Podiumsdiskussionen des Symposiums berichtet. Im Text

wird dabei auf die Originalvorträge verwiesen, deren Autoren zusammen mit dem genauen Vortragstitel am Ende jedes Abschnittes angegeben sind. Auf diese Weise hat der interessierte Leser die Möglichkeit, den einen oder anderen Vortrag in den vom Montreux-Veranstalter herausgegebenen „Symposium Records“ nachzulesen. Außerdem wird im Text auf sogenannte „Supporting Papers“ hingewiesen, die zwar in den Symposium Records abgedruckt sind, die aber in Montreux nicht vorgetragen wurden.

#### 4. Fernsehproduktionstechnik

##### 4.1. Aufnahmetechnik und Nachbearbeitung

In einer ersten Vortragsreihe zum Thema „Fernsehaufnahmetechnik und -nachbearbeitung“ berichtete zunächst die Kanadische Rundfunkgesellschaft CBC<sup>4</sup> über ihre Erfahrungen beim Einsatz von 1/2-Zoll-BETACAM-Recorderkameras als Ersatz für die dort bisher gebräuchliche 16-mm-Filmtechnik (1). Schon bald nach Einführung der 1/2-Zoll-Recorderkameras mit getrennter Aufzeichnung von analogem Luminanz- und zeitlich komprimierten Farbdifferenzkomponenten mit guten Störabstandswerten für Bild und Ton bei akzeptablen Abmessungen und geringem Gesamtgewicht wurde klar, daß die Qualitätsparameter dieses Systems die Ausweitung des Anwendungsbereichs von der rein elektronischen Berichtserstattung (EB) hin zu szenischen Produktionen als Ersatz für den dafür bisher ausschließlich verwendeten 16-mm-Film ermöglichen würden. Im konkreten Fall wurden 16-mm-ARRIFLEX-Filmkameras durch entsprechendes BETACAM-Gerät ersetzt. Dabei hoffte man, durch den Wegfall von Rohfilm- und Entwicklungskosten wie auch durch zeitliche Einsparungen bei der Nachbearbeitung die Gesamtproduktionskosten zu senken. Diesen, in einigen Pilotproduktionen durchaus bestätigten Vorteilen stehen heute noch die erheblich höheren Investitionskosten für das benötigte elektronische Gerät entgegen. Die gegenüber der Filmtechnik völlig andersartige Nachbearbeitung stößt ebenfalls auf einen gewissen Widerstand. Auch schränken gewerkschaftliche Vereinbarungen bislang den freien Austausch von Produktionsteams zwischen Film und elektronischem Gerät stark ein. Über alles gesehen, bewertet CBC die mit 1/2-Zoll-Gerät gemachten Erfahrungen als durchaus positiv und sieht den Übergang von Film zur rein elektronischen Produktion eher als stetig fortschreitende Entwicklung, deren Tempo nicht nur durch die Verbesserung des technischen Geräts allein, sondern in gleichem Maße auch durch entsprechende Anpassung bestehender gewerkschaftlicher Vereinbarungen an die veränderten Bedingungen der elektronischen Produktion bestimmt wird.

Im nachfolgenden Vortrag (2) wurde über ein von TDF<sup>5</sup> und CCETT<sup>6</sup> gemeinsam getragenes Experiment – über eine Weltpremiere – berichtet. Es ist dies der erste Versuch, die durch den digitalen Studiostandard 4/2/2 (CCIR-Empfehlung 601) gegebenen Nachbearbeitungsvorteile in der Praxis zu erproben. Gemeinsam mit den Firmen Bosch und Thomson-CSF wurde ein experimentelles Produktions- und Nachbearbeitungsstudio gebaut, in welchem die Videosignale ausschließlich in der digitalen Studionorm (4/2/2) erzeugt, korrigiert, verteilt, gemischt, aufgezeichnet und nachbearbeitet werden. Am Beispiel eines so produzierten „Videoclips“ wurden die technisch fast unbeschränkten Nachbearbeitungsmöglichkeiten erläutert und anschließend die fertige Produktion in Komponentenform über Eidophor projiziert. Das Er-

gebnis bestätigte die Erwartungen, zeigte jedoch auch, daß die mehrfache Anwendung der Blauwandtechnik auch bei rein digitaler Signalverarbeitung nach wie vor in kritischem Maße von der Szenenbeleuchtung abhängt. Die somit erzielten Nachbearbeitungsvorteile müssen natürlich gegen die bei der Umrüstung von analogen PAL-Studios in voll digitale Studios entstehenden Kosten abgewogen werden. Eine entsprechende Kosten-Nutzenanalyse wird bei Verfügbarkeit von kommerziellen digitalen Studiogeräten dringend erforderlich sein.

Über Problemzonen bei der Anwendung des digitalen Studiostandards wurde in (3) berichtet. In einem digitalen 4/2/2-Komponentenstudio wird die Überwachung der Bildqualität ausschließlich mit RGB-Monitoren durchgeführt werden. Die Breitbandigkeit der digitalen Signale kann jedoch bei einer nachfolgenden Transcodierung z. B. nach PAL, MAC oder sonstigen bitratenreduzierten Formen zum Zweck der Ausstrahlung oder Verteilung zusätzliche Störungen wie z. B. vermehrtes „Cross Colour“ oder besondere Aliaseffekte hervorrufen. Das bedeutet, daß bei der Programmerzeugung bereits die notwendigen Einschränkungen für spätere Transcodierungen mitberücksichtigt werden müssen. Bei einer Reihe von gebräuchlichen Signaloperationen wie Blauwandtechnik, Einblendungen von breitbandiger Computergrafik sowie bei horizontalen Überblendungen entstehen durch die im Studiostandard 4/2/2 festgelegte horizontale (zeitliche) Quantisierung zusätzliche Signalverzerrungen in stehenden oder bewegten Bildvorlagen. Die Kaskadierung von digitalen Signalverarbeitungsprozessen wird durch die auf 8 Bit begrenzte Amplitudenquantisierung sowie durch akkumulierte Rundungsfehler eingeschränkt. Das Augenmerk zukünftiger Untersuchungen muß auf die Lösung dieser Probleme gerichtet werden.

In einer zweiten, recht heterogenen Vortragsfolge wurde über Videosignalquellen (4, 5, 6) bzw. über Nachbearbeitung (7, 8) vorgetragen, über Themen also, die sich einer gemeinsamen Diskussion im anschließenden „round table“ weitgehend entzogen. Immerhin konnte aus den ersten beiden Vorträgen über Kameras die künftige Richtung – wie Halbleiter-Sensoren bei EB-Einheiten (4) und Röhren in großen Studiokameras (5) – entnommen werden. Die Vorteile der neuen CCD-Sensoren von RCA für den Aufbau einer EB-Kamera wurden klar herausgestellt (4): hoher Störabstand, gute Empfindlichkeit durch Rückseitenbelichtung, keine Trägheit, kein Einbrennen, optimale Überbelichtungsverarbeitung (2000 : 1) mit einem weiten linearen Kontrastbereich (> 100 : 1). Die statische Auflösung ist zwar durch 403 Pixel/Zeile begrenzt und durch Aliaseffekte beeinträchtigt; dynamisch erscheint die Auflösung durch das Fehlen von Trägheitseffekten jedoch höher als bei Röhren und ist nur durch die Integrationszeit von Abtastung zu Abtastung begrenzt. Wegen des „frame transfer“-Prinzips (während der V-Austastzeit wird die Bildinformation in einen Bildspeicherteil auf dem Si-Chip verschoben) und der dabei möglichen Überbelichtungseffekte muß die Kamera einen rotierenden Verschluss verwenden, der zu einer kürzeren Belichtungszeit führt (etwa 1/80 s). Eine spezielle Steuerung des Verschlusssystems erlaubt scharfe Bilder schneller Bewegungen bei der Auswertung von Magnetaufzeichnungen in Zeitlupe. Es wurde auch über die Meßtechnik der dynamischen Auflösung berichtet. Der vielgerühmte „film look“ sei mit CCD-Kameras besser zu erreichen als mit Röhren, deren Probleme wie Deckungsjustage, Geometriefehler, Mikrofonie, Störsignale, Magnetfeldeinflüsse hier nicht vorhanden sind. Wie in der Diskussion dann bemerkt wurde, stören jedoch eine gewisse Unruhe an Kanten und Aliaseffekte den sonst so perfekten Eindruck der CCD-Kameras.

Die Vorteile der neuen Studio-Farbkamera KCM 125 der Firma Bosch wurden in (5) herausgestellt und in ei-

<sup>4</sup> CBC — Canadian Broadcasting Corporation.

<sup>5</sup> TDF — Télédiffusion de France.

<sup>6</sup> CCETT — Centre Commun d'Etudes de Télévision et de Télécommunications, Rennes, Frankreich.

nem breit angelegten Aufsatz im Tagungsband (28 Seiten) dokumentiert. Hier nur so viel: Die Kamera läßt sich in eine Umgebung mit codierten Signalen (NTSC/PAL/SECAM), mit analogen Komponentensignalen oder in ein künftiges digitales Studio einpassen. Daher sind die Qualitätsgrenzen höher geschraubt, als es für eine reine NTSC/PAL/SECAM-Übertragung sinnvoll wäre. Die mit mehreren Mikroprozessoren ausgestattete Einheit bietet in bezug auf Automatikabgleich, Bedienkomfort und Stabilität ein Höchstmaß. Bewußt hat man als Aufnahmeröhren 25-mm-Bleioxidröhren gewählt, um in jedem Falle Klasse-1-Eigenschaften zu erzielen. Kamerakopf und Prozessor sind getrennt aufgebaut, verbunden durch Triax- oder Mehraderkabel. Der gemeinsame Abgleich mehrerer Kameras ist ebenso vorgesehen wie die Bereitstellung umfangreicher Korrekturspeicher für bestimmte Betriebseinstellungen sowie eine Objektivfehlerkorrektur über eine Kennfeldsteuerung. Die Vorteile der Aufnahmeröhren für diese Kamera wurden besonders herausgestellt. Ebenso wurde auf die fortschrittliche Schaltungstechnik im Videokanal hingewiesen: Kennlinienknie und Detailkorrektur, Matrix und Codierungen wurden besprochen. Das Diagnosesystem und die Automatikfunktionen wurden vorgestellt. Ebenso wurden anwenderfreundliche Testprogramme entwickelt, die den Service erleichtern.

Ist jetzt der Diaabtaster TTV 2710 von Thomson-CSF ein analoger oder ein digitaler Bildgeber? Diese Frage stellt man sich unwillkürlich bei der Betrachtung des in (6) vorgestellten Diagebers, bei dem zwar noch einige analoge Korrekturen nach der Bildanalyse mit einem 2048-Pixel-Zeilen-CCD erfolgen, sonst aber alles in der digitalen Ebene erfolgt. Interessant ist es, daß der Einlesevorgang in den Bildspeicher sehr langsam – nacheinander in R, G und B – in einigen Sekunden erfolgt. Aus dem Speicher wird dann ein normgerechtes Signal mit Zeilensprung ausgelesen. Wie bei den CCD-Kameras kommt die Mechanik wieder zu Ehren (Filterwechsel, Kippspiegel). Auf der Ausgangsseite wird eine 8-Bit-Digitaltechnik in den Abschnitten 2-frame-Speicher, Massenspeicher (Magnetplatte), Farbkorrektur (für bis zu 80 Bilder programmierbar), Positiv-/Negativ-Korrekturen (Gamma) und Überblendung angewendet. Man kann nach einer ersten Gesamtansicht des gewählten Dias einen in Größe und Lage definierbaren Ausschnitt wählen, der dann noch einmal neu ausgelesen wird (Auswahl bestimmter H-Ausschnitte aus den 2048 Pixel und Änderung der Kippspiegelsteuerung beim Einlesen in den digitalen Speicher). Somit ergibt sich kein Verlust an Auflösung bei einer Ausschnittvergrößerung um den Faktor 2. Zum Aufbau eines Diaarchivs kann der digitale Massenspeicher des Abtasters ausgebaut werden bis auf 56 optische oder Magnetplatten, die einen direkten Zugriff auf über 115 000 Halbbilder erlauben, natürlich über eine entsprechende Interface-Schaltung. Der eigentliche Diaabtaster wird zum Peripheriegerät einer digitalen Einzelbildbibliothek.

In einem weiteren Bericht (8) wurde ein neues „offline“-Schnittsystem auf der Basis der sogenannten DRAW-Videodisk beschrieben (Ampex und Spectra Image). Die optische Bildplatte (DRAW – direct read after write) ist entsprechend dem IEC-Standard (u. a. Philips) aufgebaut. Dabei wird die Version mit konstanter Winkelgeschwindigkeit angewendet, die Einzelbildwiedergabe, fortlaufende Bildnumerierung, schnellen Zugriff und V-Lücken-Umschaltung ermöglicht. Die DRAW-Ausführung der optischen Bildplatte steht heute in ausreichender Qualität zu einem akzeptablen Preis zur Verfügung. Entwicklung der Platte über Nacht und 28 min Spielzeit reichen für die Anwendungen aus. Übliche Plattenabspielgeräte wurden durch ein Codiersystem und einen zweiten unabhängigen Lesekopf ergänzt,

mit dem sich ohne eine Zwischenspeicherung Assembler-Folgen zusammenstellen lassen. Die Vorteile des Schnittsystems wurden an Hand von Einzel- und Mehrkameraproduktionen erläutert. Entscheidend ist die Verkürzung des Suchlaufs auf wenige (bis etwa 10) Sekunden. Eine Demonstration der schnellen Schaltfolge in Verbindung mit einer Zeitcode-Einblendung zeigte diesen Vorteil deutlich. Mit steigender Qualität der Bildplatte kann sogar die endgültige Kopie von der Platte aus gezogen werden, ohne Rückgriff auf ein Masterband. An interaktive Bildplattensysteme, die über bisherige Schnittsysteme hinausgehen und eine Datenbank mit Zwischenspeichern für z. B. 10 000 Halbbilder bilden, kann heute schon gedacht werden. In einem den Film- oder Videoschnitt allgemein behandelnden Aufsatz (7) wurden recht ähnliche Grundansichten auf der Basis anderer Datenträger- und Steuereinheiten geäußert.

Im Vortrag (9) wurden aus der Sicht der Firma Quantel die Möglichkeiten der gemeinsamen Steuerung von Geräten für digitale Spezialeffekte oder von digital arbeitenden Grafiksystemen behandelt. Da weder die analoge Komponenten- noch viel weniger die codierte Ebene (NTSC/PAL/SECAM) perfekte Verbindungsebenen zwischen diesen digital arbeitenden Geräten darstellen, wird eine digitale Verbindung auf der Basis der CCIR-Empfehlung 601 vorgeschlagen. Hier gibt es dann keine Unterschiede zwischen den 525/60- und 625/50-Systemen mehr. Die Probleme der digitalen Key-Signalübertragung wurden angesprochen. Hierdurch lassen sich leichter rückgekoppelte Mehrebenenricks ohne Qualitätsverluste realisieren. Die Steuerung der verschiedenen Systeme erfolgt gemeinsam über einen sogenannten „Floating Viewpoint“, wobei anstelle des häufig verwendeten linearen Steuerknüppels ein Kugelkopf verwendet wird, der ergonomisch besonders vorteilhaft und schon von Farbkorrektursystemen bekannt ist. Für die Bedienung der dritten Achse (Z) wird der Kugelkopf umgesteuert. Es wurde auch über die Möglichkeiten eines Bedienpults berichtet, das Grafik- und Mehrkanalsteuerungen enthält. Durch die Möglichkeit der Rückkopplung läßt sich ein vollständiges Bearbeitungssystem ohne Qualitätsverluste realisieren, das keine analogen Schnittstellen mehr enthält.

Zur anschließenden Podiumsdiskussion (round table) wurden auch die Verfasser der „Supporting Papers“ (10 bis 13) eingeladen, doch zeigte sich, daß in der verbliebenen kurzen Zeit über einige Statements hinaus nicht mehr viel beigetragen werden konnte zu den Fragen des Moderators, der einmal die Problematik der Sensoren (Kameraröhren oder Halbleiter wie CCD, MOS oder ähnliche) ansprach und zum anderen die kommenden digitalen Vernetzungen in einer analogen Umgebung behandelte. Daß dies mit digitalen Manipulatoren bzw. Bildgeneratoren (digital graphics) heute schon sinnvoll ist, wurde nachdrücklich bestätigt. Dagegen ist man sich nicht einig, wie weit und wie bald die Kameraröhren schon durch CCDs abgelöst werden könnten.

- (1) S. F. Quinn, P. Kaiser, Kanada:  
Production and operational experience with 1/2 inch in camera recorders in CBC.
- (2) M. Oudin, Frankreich:  
Preliminary findings from the first world experiment in digital television production and post-production.
- (3) J. L. E. Baldwin, Großbritannien:  
Post-production in a component environment.
- (4) F. A. Davenport, USA:  
The application of CCD imagers to broadcast TV cameras.
- (5) U. H. Reimers, R. Kalhöfer, Bundesrepublik Deutschland:  
Considerations on studio cameras for the component environment.
- (6) J. L. Grimaldi, P. Michaud, J.-F. Chambaut, Frankreich:

CCD slide scanner and still store: A step forward digital sources.

- (7) I. Prowse, Großbritannien:  
Future of video and film editing in post-production environment.
- (8) W. Justus, G. Matz, USA:  
Editing with the DRAW Videodisc.
- (9) R. A. Pank, Großbritannien:  
Common interface — Common control.
- (10) E. Tienkamp, Niederlande:  
Some thoughts and facts about camera automatics.
- (11) A. Fremont, Großbritannien:  
Progress in digital telecine.
- (12) S. Becker, USA:  
Expanded post-production control.
- (13) L. Vandenbroucke, Belgien:  
Picture tubes properties in broadcast environment.

#### 4.2. Neuerungen auf dem EB-Sektor

Seit der Einführung der analogen Komponentenaufzeichnung für die EB-Anwendung<sup>7</sup> steht nicht nur mehr die Kompaktheit der integrierten Recorderkameras im Vordergrund, sondern auch der Wunsch, mit einem möglichst vielseitigen Nachbearbeitungssystem in der Komponentenebene die endgültige Bildqualität deutlich zu verbessern. Alle Beiträge, die die zur Zeit bekannten Systeme zum Inhalt hatten, berichteten von den in jüngster Zeit erzielten Verbesserungen und Neuerungen.

Der Vortrag (1) behandelte das BETACAM-System. In einem kurzen Abriss wurde verdeutlicht, wie aus der ursprünglich entwickelten 1/2-Zoll-Recorderkamera, deren Kassette auf das U-matic-Highband-System umgeschnitten werden konnte, nun eine komplette Gerätefamilie entstanden ist, die die Bildverarbeitung ausschließlich in der Komponentenebene ermöglicht unter Umgehung von Decodierungs- und Codierungsprozessen des PAL-Fernsignals. Besonders ausführlich wurde das jüngste Produkt BETACART vorgestellt, ein Multikassetten-Gerät mit Prozessorsteuerung. Das Herzstück der Anlage stellen vier neuentwickelte Wiedergabemaschinen dar, die vollautomatisch das in 40 Kassettenfächern gespeicherte Programm in minimaler Zugriffszeit für die direkte Sendeabspielung bereithalten. Hierfür war es erforderlich, eine neue Technik der Videokopf-Spurnachführung (dynamic tracking) für die 2kanalige Aufzeichnung der Luminanz- und Chrominanzkomponenten zu entwickeln. Das Ziel war es, störungsfreie Wiedergabe aus dem Standbild heraus und im Bereich -1- (Rückwärtslauf) bis +2fache Normalgeschwindigkeit zu ermöglichen. Zusätzlich kompensiert diese Technik nichtlinearen Spurverlauf, hervorgerufen durch Bandzugsunterschiede der Aufnahmegeräte, und erhöht somit die Flexibilität des Systems.

Ein vielfach schon bekannter Überblick über die Systemkonfiguration des M-Formates, also über die Aufzeichnung analoger Komponenten basierend auf der VHS-Kassette, wurde in (2) dargeboten. Insbesondere der sichtbare Suchlauf und die Zeitfehlerkorrektur ermöglichen Betriebsarten, die die Schnittbearbeitung erleichtern sollen. Das Qualitätsniveau der Video- und Audioaufzeichnungseigenschaften des M-Formats im Vergleich zum C-Format der Studiorecorder und zum U-matic-Standard wurde an Hand von Diagrammen besonders augenfällig herausgearbeitet. Der deutliche Qualitätsgewinn einer Komponentenaufzeichnung gegenüber einem „colour under“-Verfahren im Verlauf von Mehrfachkopien ist zu erwarten gewesen. Es mag aber nachdenklich stimmen, wenn man sieht, wie nahe dieser Auf-

zeichnungsstandard dem C-Format kommt. Das gilt auch für die Audioeigenschaften. Trotzdem sollte man bei derartigen Gegenüberstellungen nie außer acht lassen, daß diese EB-Systeme in ihrer maximalen Aufzeichnungskapazität auf 20 Minuten begrenzt sind.

Seit längerem sind auch Systeme bekannt, die für die Komponentenaufzeichnung eine 1/4-Zoll-Kassette verwenden. In (3) wurde ausführlich darüber berichtet, welche Entwicklungsanstrengungen notwendig waren, um dem Wunsch einer SMPTE<sup>8</sup>-Arbeitsgruppe zur Standardisierung von 1/4-Zoll-Formaten nachzukommen, ausgehend von der ursprünglichen Recorderkamera mit 10 Minuten Aufzeichnungsdauer eine solche von 21 Minuten zu realisieren. Ein weiteres wichtiges Kriterium sollte sein, einen Videostörabstand von 46 dB bei Verwendung eines Oxidbandes zu erzielen. Der Autor legte detailliert dar, wie in zahlreichen Experimenten versucht wurde, diese Forderungen zu realisieren, denn mit herkömmlichem Oxidband läßt sich bei Verdopplung der Spielzeit dieser Störabstand nicht erzielen. Da aber auch die Banddicke von 18 µm auf 13 µm reduziert werden mußte, konnte das gesteckte Ziel mit normalen Videoköpfen nicht erreicht werden. Aus diesem Grunde hat man die Brauchbarkeit von Metallköpfen anstelle von Ferritköpfen untersucht. Damit sind schließlich beachtliche Resultate zu verzeichnen gewesen, so beispielsweise 49 dB Luminanzsignal-Störabstand mit Metallband und 44,7 dB bei Verwendung von Oxidband. Da aber auch normales Oxidband laufend schrittweise verbessert wird, erwartet man, in naher Zukunft das von der SMPTE gesteckte Ziel von 46 dB zu erreichen.

Zu Stand der Aufzeichnungstechnik im QUARTER-CAM-System konnte man in (4) Ergänzendes erfahren. Die Verarbeitung der Luminanz- und Chrominanzsignale im sogenannten LINEPLEX-Verfahren basiert auf zeitlicher Transformation der Komponenten. Bei der Wiedergabe vereinfacht sich im Zuge der inversen Transformation die Zeitfehlerkorrektur beträchtlich, da sie von den gleichen analogen CCD-Schieberegistern durchgeführt wird, die zur Rücktransformation notwendig sind. Mit den Gerätekomponenten zur Nachbearbeitung kann nun zwischen vier verschiedenen Kopiervarianten gewählt werden: der direkten FM-Signal-Überspielung von Kopf zu Kopf, dem Kopieren in der Komponentenebene, der herkömmlichen PAL-Signal-Schnittbearbeitung und dem Kopieren auf den U-matic-Standard. In subjektiven Tests soll sich gezeigt haben, daß die Bildqualität der 3. Generation dem Original einer U-matic-Aufzeichnung entspricht, wenn in der Komponentenebene überspielt worden ist.

Der zweite Teil dieser Vortragsreihe hatte neue Technologien zum Inhalt. Im Beitrag (5) wurden Überlegungen skizziert, welche Anstrengungen unternommen werden müßten, um mit dem Kassettenformat des 8-mm-Videostandards des Konsumbereichs ein EB-System aufzubauen. Weder mit einer analogen noch mit einer digitalen Lösung ist dies vorstellbar, ohne daß zumindest mechanische Parameter des Laufwerks geändert werden. Bei verdoppelter Relativgeschwindigkeit wäre eine Bildqualität denkbar, die heutigen EB-Systemen mit analoger Komponentenaufzeichnung entspricht, jedoch mit diversen Nachteilen wie z. B. Segmentierung. Eine digitale Lösung scheint durchführbar, wobei eine Bitrate von 50 Mbit/s ein mindestens mit heutiger 1/2-Zoll-EB-Bildqualität vergleichbares Resultat ergeben könnte, aber unter Umgehung der bekannten analogen Probleme. Diese Überlegungen haben zumindest gezeigt, daß eine weltweit verfügbare neue Kassettennorm mit Metallband eine weitere Miniaturisierung zuließe und eine digitale Lösung realisierbar scheint. Der Anwender wird aber über eine Erweiterung der Formatvielfalt nicht erfreut sein.

<sup>7</sup> EB — Elektronische Berichterstattung, engl. ENG — Electronic News Gathering.

<sup>8</sup> SMPTE — Society of Motion Picture and Television Engineers, USA.

Das magnetische Aufzeichnungsmedium wird, wie im Beitrag (6) sehr eindrucksvoll zu erfahren war, auch weiterhin eine entscheidende Rolle spielen. Im Zeitraffer-tempo machten zahlreiche Grafiken deutlich, welche Fülle technologischer Meilensteine die Magnetbandentwicklung und die Aufzeichnungstechnik in den vergangenen 30 Jahren zu verzeichnen hatten. Die Speicherdichte hat immens zugenommen, so daß heute bereits 0,76  $\mu\text{m}$  Wellenlänge auf Band aufgezeichnet werden können. Glattere Folien und kleinere magnetische Partikel führen zu hervorragenden Bändeigenschaften, wobei neue Formate nur noch 13  $\mu\text{m}$  dicke Videobänder verwenden. Dieser Trend führte bis zu den heutigen Metallbändern. Für die zukünftige Videoaufzeichnung forscht die Industrie aktiv an neuen Speichermedien, doch wird für die nahe Zukunft die Magnetbandtechnologie dominieren.

Im letzten Vortrag (7) dieser Reihe wurde demonstriert, zu welchen Ergebnissen ein Vergleich der neuentwickelten 1/2-Zoll-Plumbikon-Aufnahmeröhren mit einem CCD-Bildsensor des „frame transfer“-Prinzips führt. Mit einer zur Röhre vergleichbaren Bildhöhe von 7,5 mm liefert der Bildsensor insgesamt 294 Zeilen mit je 604 Bildelementen. Damit läßt sich der 576 aktive Zeilen umfassende Bereich eines Fernsehbildes in zwei Halbbildern abtasten. Eine genaue Beschreibung des „frame transfer“-Prinzips und der zugehörigen Steuerelektronik zeigte die universelle Einsetzbarkeit als Bildsensor für die drei heutigen Fernsehstandards NTSC, PAL und SECAM. Doch auch die Weiterentwicklung der Plumbikonröhren verlief positiv. So fällt ein Vergleich beider Aufnahmeelemente heute noch nicht zugunsten des CCD-Bildsensors aus. Vertikales Verschmieren, vom optischen Filter hervorgerufene Moiré-Effekte und der hohe Stromverbrauch müssen momentan noch klar als Nachteil des CCD-Bildsensors genannt werden. Jedoch wird sicherlich in einigen Jahren eine EB-Kamera mit weiterentwickelten CCD-Bildsensoren in Preis und Leistung gegenüber der Kameraröhre konkurrenzfähig sein.

In der die Vortragsreihe abschließenden Expertendiskussion ist wieder einmal deutlich geworden, daß die Anwender auf eine zunehmende Formatvielfalt gar nicht erpicht sind. Vielmehr wird immer die Forderung nach einem einheitlichen Weltstandard erhoben. Zwar ist man einhelliger Meinung, daß die heutigen EB-Systeme eine ernsthafte Konkurrenz für den Film darstellen, jedoch bleiben noch immer diverse Wünsche offen. Auf der einen Seite fordert der Anwender optimale Bedingungen, wie beispielsweise geringes Volumen und Gewicht bei höchster Zuverlässigkeit und niedrigem Preis. Demgegenüber steht die Industrie, die, den Zwängen der freien Marktwirtschaft und Konkurrenz gehorchend, versucht, möglichst alle Kundenwünsche zu erfüllen. Ein einheitlicher Weltstandard widerspricht aber in gewisser Weise dieser Konstellation. Hinzu kommt, daß die Entwicklung leistungsfähiger Aufzeichnungssysteme gegenwärtig im Fluß ist und eine frühzeitige Standardisierung neue Entwicklungen nur verhindern würde. Vielleicht sollten sich auch die Anwender der EB-Systeme fragen, ob es sinnvoll ist, von einem Format alle erdenklichen Anwendungsmöglichkeiten zu fordern, wo man sie doch eigentlich speziell für „Electronic News Gathering“, also für Aktualitäten, entwickelt hat. Bessere Qualität macht aber universellere Anwendung möglich, und es ist verständlich, daß das Preis/Leistungsverhältnis Überlegungen zutage fördert, eine „vor Ort“ erzielte optimale Qualität bis möglichst weit ins Studio hinein zu bewahren.

- (1) T. Morita, Japan:  
Recent progress in BETACAM system technology.
- (2) M. Motani, K. Yamamoto, C. Yamamitsu, Japan:  
Half inch ENG/EFP in-camera VTR, M-format.

- (3) H. Sato, T. Kirino, S. Kasai, H. Ogiwara, T. Kawamura, M. Inatsu, Japan:  
A 1/4" cassette-based VTR for ENG recording camera.
- (4) H. D. Geise, W. Horstmann, J. Sochor, Bundesrepublik Deutschland:  
The QuarterCam-System in ENG and post-production.
- (5) M. O. Felix, C. H. Coleman, USA:  
The potential of a modified 8 mm consumer format in electronic news gathering.
- (6) A. R. Moore, USA:  
TV tape technology.
- (7) A. Franken, Niederlande:  
Camera tube and solid-state sensor for ENG applications.

#### 4.3. Computergrafik, Animation und Spezialeffekte

Im ersten Vortrag (1) zu diesem Thema analysierte D. Rabinowitz die wichtigsten technologischen Probleme bei Computergrafik und Animation: Mit großer Geschwindigkeit (am besten in Echtzeit) soll ein hohes Maß an Realismus der Darstellungen erreicht werden, und das natürlich zu möglichst niedrigen Kosten. Herkömmliche Prozessoren sind den Anforderungen an die Geschwindigkeit nicht mehr gewachsen. Spezielle Prozessoren, die hintereinander- („pipeline“-Verfahren) oder parallelgeschaltet werden und über spezielle Befehlsätze für Grafikanwendungen verfügen, werden zur Lösung dieses Problems eingesetzt. Da die Zahl der Benutzer solcher Systeme ständig zunimmt, sinken bei steigenden Stückzahlen auch die Kosten der Grafikkchips. Durch die Verbesserung der mathematischen Definitionen der darzustellenden Objekte, ihrer Tiefe, Kanten, Schatten, Textur usw. kann auch ein immer größeres Maß an Realismus erreicht werden.

Anschließend sprach J. Aston aus seinen Erfahrungen bei der BBC über die Anwendung der neuen Technologie (2). Er wies darauf hin, daß eine sinnvolle Anwendung nur möglich ist, wenn es eine enge Zusammenarbeit von Designern, Ingenieuren und Computerfachleuten gibt. Diese Kooperation ist erst in den 80er Jahren entstanden. Der Referent beschrieb verschiedene erfolgreiche Projekte der BBC auf diesem Gebiet. Elektronische Schriftgeneratoren hatten den Designern zunächst keine brauchbaren Bilder geliefert. Vor allem die zackigen Kanten (Aliasstörungen) waren sehr störend. Der Protest der Designer veranlaßte die Forschungsabteilung der BBC, das Aliasproblem anzugehen. Die Arbeiten wurden erfolgreich abgeschlossen. Heute gehören Anti-Aliasverfahren zum Standard von Schriftgeneratoren.

Ein anderes Forschungsprojekt der BBC, bei dem die Zusammenarbeit von Designern und Ingenieuren gute Ergebnisse lieferte, war die Einrichtung eines elektronisch gespeicherten Repertoires von Kulissenentwürfen. Die Drahtmodellzeichnungen der Kulissen erwiesen sich vor allem deshalb als besonders nützlich, weil sie auf dem Bildschirm von allen Seiten betrachtet werden können und somit den detaillierten Entwurf erheblich erleichtern. Als nächsten Schritt wünschen sich die Designer, daß sie die Modelle auch elektronisch einfärben und mit einer Oberflächenstruktur versehen können.

Seit Februar dieses Jahres werden die Karten für den Wetterbericht elektronisch zusammengestellt. Der Meteorologe wählt mit Hilfe der „Maus“ des Macintosh SL grafische Symbole für Regen, Wind etc. aus und plziert sie auf der Landkarte. Die Daten gehen an einen VAX-Computer, der einer „Paintbox“ von Quantel die Anweisungen zum Bildaufbau liefert.

Im allgemeinen lassen sich jüngere Designer eher von den neuen Möglichkeiten der Computergrafik begeistern als ältere Kollegen, die seit vielen Jahren gewohnt sind, komplizierte Trickaufnahmen mit 35-mm-Film herzustellen. Um ihnen die neue Technologie schmackhaft zu machen, wurde ein Videotricketisch entwickelt, dessen Kernstück ein Animations-Standbildspeicher für 815 digitalisierte Bilder ist. Man kann die Bilder auf viele Arten

verändern und in beliebiger Reihenfolge ablaufen lassen. Letztlich, so betonte der Referent zum Schluß, ist trotz allem technologischen Fortschritt immer noch das kreative Talent der Designer entscheidend für die Qualität der Resultate.

Auch in der anschließenden Diskussion wurde deutlich, daß die Zusammenarbeit von Designern, Ingenieuren und Computerfachleuten ein zentrales Problem für die Entwicklung dieser neuen Technik ist. Es wurde gefordert, daß die Anwendung schon bei der Entwicklung der Geräte mit einbezogen werden sollte. Ein Diskussionsteilnehmer aus dem Lager der Hersteller beklagte, daß die meisten Benutzer gar nicht dazu in der Lage wären, alle Möglichkeiten ihrer Geräte auszunutzen. Als von anderer Seite behauptet wurde, daß die Bedienung der Geräte noch so kompliziert sei, daß eine totale Trennung von Künstler und Operator die Regel sei, wurde von Vertretern der Rundfunkgesellschaften ABC<sup>9</sup> und NBC<sup>10</sup> entschiedener Widerspruch erhoben. Schließlich wurde leider nur sehr kurz die Frage angesprochen, ob die Künstler mit der neuen Technologie nicht unter Druck gesetzt werden, immer schneller zu arbeiten.

- (1) D. Rabinowitz, USA:  
Present and future technology for graphics, animation and special effects.
- (2) J. Aston, Großbritannien:  
Present and future use of graphics, animation and special effects.

##### 5. Digitale Videoaufzeichnung und Signalverarbeitung

Nach annähernd fünfjähriger intensiver Zusammenarbeit zwischen Arbeitsgruppen der amerikanischen SMPTE, der europäischen UER und Industrievertretern aus den USA, Japan und Europa liegen nun fast sämtliche für den Bandaustausch digital aufgezeichneter 4/2/2-Signale (CCIR-Empfehlung 601) benötigten Parameter der Kassette und des Datenformats auf dem Band fest. Mit einem der letzten kritischen Parameter – dem Kanalcode – befaßte sich das erste Referat (1) dieser Vortragsreihe. Aus der Vielzahl der für magnetische Aufzeichnung geeigneten Kanalcodes wurden zuletzt von den Experten zwei Kandidaten ausgewählt und auf experimentellen Laufwerken erprobt. Dabei handelt es sich um den „non-return to zero“-Code (NRZ) und den „partial response“-Code.

In beiden Fällen werden die Daten aus Gründen der Fehlerkorrektur bei langen Drop-outs, der optimalen Fehlerverdeckung bei nichtkorrigierbaren Fehlern sowie zur Formung des Signalspektrums in ihrem zeitlichen Ablauf mehrmals verwürfelt. Der in diesem Zusammenhang interessierende Unterschied zwischen den Eigenschaften dieser beiden Codes ist die Überschreibbarkeit von bereits aufgezeichneter Information, da man sich in diesem Fall einen speziellen Löschkopf sparen könnte. Wegen des spektralen Verhaltens ist bei NRZ ein Überschreiben nicht möglich, erfordert also für jeden Aufzeichnungs-/Wiedergabekopf noch einen Löschkopf auf der begrenzten Fläche des Kopfrades ( $\varnothing \approx 7,5$  cm). Anders bei „partial response“, wo mit Hilfe einer speziellen Vordcodierung das für gutes Überschreibverhalten verantwortliche günstige Verhältnis zwischen kleinster und größter aufgezeichneter Wellenlänge erzielt wird. In diesem Fall würde sich ein spezieller Löschkopf erübrigen. Im praktischen Experiment ließen sich die bei „partial response“ erwarteten Vorteile jedoch nicht verifizieren. Eine ständig ansteigende Fehlerrate bei mehrfachem Überschreiben – trotz des Einsatzes aufwendiger Elektronik – ließ die Experten zur Überzeugung kommen, daß im praktischen Betrieb ein separater Löschkopf benötigt werden

würde. Dies um so mehr, als im Fall der digitalen 4/2/2-Aufzeichnung zwar die Datenstruktur auf dem Band standardisiert ist, diese Struktur jedoch durch eine Vielzahl von mechanischen Konfigurationen aus Kopfanordnung, Umschlingungswinkel und Scanner-Durchmesser erzielt werden kann. Die unterschiedliche Auswirkung von Toleranzen könnte dann im Fall des Überschreibens eine unvollständige Löschung mit der daraus resultierenden hohen Fehlerrate bedeuten. Ein Löschkopf, dessen Spaltbreite größer als die Spurbreite ist, beseitigt diese Probleme. Für den Fall des separaten Löschkopfes wurden zwei mögliche Lösungsarten diskutiert – Gleichstromlöschung und Wechselstromlöschung. Auch hier ergeben sich Probleme durch zusätzliche nichtlineare Signalverzerrungen bei Gleichstromlöschung bzw. durch Übersprechen bei Wechselstromlöschung. Zuletzt wurden noch eine spezielle Kopfkonstruktion mit Doppelspalt für kombinierte Aufzeichnung und Löschung vorgestellt und Schaltdetails diskutiert.

Ausgehend von den physikalischen Gegebenheiten der analogen FBAS-FM-Aufzeichnung und der digitalen Aufzeichnung der Videokomponenten in Pulse-Code-Modulation (PCM), wurden im nachfolgenden Vortrag (2) noch einmal die Vor- und Nachteile der beiden Verfahren herausgestellt. Die Aufzeichnung von Komponenten – in analoger oder digitaler Form – löst bereits einen großen Teil der mit der PAL-Signaltrennung bzw. der mit der Beachtung (und Messung) der PAL-8er-Sequenz verbundenen Probleme. Für die eigentliche Videoaufzeichnung auf Magnetband bringt der bei Verwendung von PCM günstige Kompromiß zwischen benötigter Bandbreite und unterem Grenzwert des Störabstandes den eigentlichen Fortschritt. Diesen grundsätzlichen Betrachtungen folgte eine kurze Beschreibung der bei der digitalen Aufzeichnung – im Gegensatz zur analogen Aufzeichnung – benötigten Funktionsgruppen wie Fehlerkorrektur, bildpunktweise Fehlerverdeckung etc. Es wurde jedoch auch betont, daß alle diese Fortschritte mit einer erheblich gesteigerten Präzision des Laufwerks wie auch einer – nur durch weitgehende Integration von Schaltungselementen auffangbaren – Komplexität der digitalen Signalverarbeitung verbunden sein werden. Außerdem wurden noch einige Beispiele angeführt, wie ein zukünftiger digitaler Studiorecorder mit bereits heute erhältlichen Trickgeräten, welche intern mit dem digitalen 4/2/2-Studiostandard arbeiten, zusammengeschaltet werden könnte.

Auch der anschließende Vortrag (3) befaßte sich mit dem digitalen Studiorecorder, beschrieb die mechanischen Systemparameter einer möglichen Scanner-Konstruktion und gab weitere Details des eigentlichen Video- und Audiodatenformats auf Band. Die eigentliche Betonung des Vortrags lag jedoch bei der Diskussion der Interface-Möglichkeiten zwischen Geräten nach dem digitalen 4/2/2-Standard und vorhandenen PAL-Studioeinrichtungen bzw. den immer häufiger anzutreffenden analogen Komponentengeräten wie Recorderkameras und Mischern. Es bieten sich dabei folgende Möglichkeiten an:

- PAL-Interface mit Verwendung von adaptiv gesteuerten, dreidimensional wirkenden Kammfiltern;
- analoges Komponenten-Interface mit Verwendung einer Dreileiterverbindung (R, G, B oder Y, C<sub>R</sub>, C<sub>B</sub>) oder einer Einleiterverbindung bei gleichzeitiger Umwandlung des Signals in ein Zeitmultiplex- oder Frequenzmultiplexsignal (TDM bzw. FDM).

Geräte, welche ausschließlich nach dem 4/2/2-Standard entwickelt wurden, werden natürlich – ohne Verlust an Signalqualität – mittels der von der UER bereits definierten parallelen oder seriellen Interfaces verbunden. Für eine digitale Signalübertragung vom Studio zum Sender, wo die Transcodierung in den Ausstrahlungsstandard PAL oder MAC stattfindet, bieten sich Verfahren zur Bitratenreduktion auf 140 Mbit/s an.

<sup>9</sup> ABC – American Broadcasting Companies Inc., USA.

<sup>10</sup> NBC – National Broadcasting Company Inc., USA.

Neben der Aufzeichnungsanlage stellt der Videomischer ein weiteres Schlüsselement in modernen Fernsehstudios dar. In (4) wurde zunächst an Hand von Funktionsgruppen die außerordentliche Komplexität moderner Analogmischer erläutert. Auch hier stellt sich wieder die Frage nach der zu verarbeitenden Signalform – analog  $Y, C_R, C_B$ , TDM oder 4/2/2 digital. Hier zeigt sich, daß auch bei Verwendung digitaler Komponenten bei bestimmten Mischoperationen, wie Blauwandtechnik oder Überblendungen, wegen der bei der schnellen Signalumschaltung entstehenden und ins Basisband rückgespiegelten Mischprodukte längst nicht alles problemlos funktioniert. Durch bestimmte Interpolationstechniken lassen sich diese Mischprodukte zwar in signalunschädliche Frequenzbereiche verschieben, dies jedoch unter Inkaufnahme einer sehr hohen Datenrate von 432 Mbit/s mit entsprechenden Folgen für den Geräteaufwand einschließlich erforderlicher Meßtechnik und Wartungsproblemen. Für moderne digitale Mischer ist zudem wegen der hohen Zahl der für Mischer- und Filterfunktionen benötigten digitalen Multiplizierer (etwa 200) ein sehr hoher Stromverbrauch vorhersehbar. Bei parallel arbeitenden analogen Komponentenmischern ist demgegenüber nur in bestimmten Bereichen eine Verdreifachung der Schaltfunktionen erforderlich. Während digitale Mischer die Videosignale auf die im digitalen Studioformat festgelegten Bandbreiten begrenzen, bieten sich parallel arbeitende analoge Komponentenmischer für eine spätere Weiterverwendung für breitbandige HDTV-Signale an. Lediglich der externe Trickmischer müßte der späteren HDTV-Norm entsprechend ausgelegt werden, die Kreuzschiene und die eigentlichen Mischerfunktionen blieben jedoch davon unbeeinflusst.

Durch die ständig wachsende Anzahl von Studiogeräten, welche intern das Videosignal in Komponentenform verarbeiten, gewinnt die möglichst hochwertige Decodierung von PAL-Signalen im Studio an Bedeutung. Im Vortrag (5) wurden zunächst eine Reihe von möglichen Decodierverfahren und die damit erzielbaren Werte von Farbträger- und Cross-Colour-Unterdrückung sowie Luminanzauflösung beschrieben. Dabei wurde deutlich, daß es eine perfekte PAL-Decodierung nicht gibt. Verschiedene Decodierversionen unterscheiden sich nicht nur durch den technischen Aufwand, sondern auch durch den erreichten Kompromiß zwischen erzielbarer Luminanzauflösung bei gleichzeitiger Verschlechterung der Bewegungsauflösung oder Einführung einer zusätzlichen Störung bei vertikalen Farbübergängen. Auch adaptiv gesteuerte Kammfilterdecoder schaffen hier nur bedingt Abhilfe, sind jedoch nach Meinung des Vortragenden durchaus für den normalen Studioeinsatz geeignet. Für höchste Ansprüche in zukünftigen Komponentenstudios oder für die Transcodierung PAL-MAC bietet sich das Kammfilter mit Halbbildverzögerung an. Hier wird ein akzeptabler Kompromiß zwischen erzielbarer Qualität und Reststörungen sowohl bei stationären als auch bei bewegten Bildvorlagen erzielt.

In Vortrag (6) wurden die Schwierigkeiten einer Bildverarbeitung in digitaler Komponentenform innerhalb von analogen PAL-Studios beschrieben, insbesondere durch die Notwendigkeit von kaskadierten A/D-D/A-Wandlungen und PAL-De-/Encodierungen. Durch Vereinigung von normalerweise getrennten Gerätefunktionen, wie z. B. Mischer und digitalem Trickgerät, kann die Zahl der benötigten Signalumwandlungen PAL analog/digitale Komponenten reduziert werden. Aufbau und Funktionsweise eines nach diesen Prinzipien konstruierten Trickmischers mit digitaler Komponentenverarbeitung nach dem 4/2/2-Standard und integriertem analogen Kammfilterdecoder wurden an Hand von Blockschaltbildern erläutert.

Anläßlich der Internationalen Funkausstellung 1985 in Berlin wird in der Bundesrepublik Deutschland das sogenannte „Video-Programm-System“ (VPS) eingeführt werden. Im Vortrag (7) wurde das System beschrieben. Jeder gewünschte, in Programmzeitschriften oder per Fernsehtext (Vidiotext) angekündigte und mit einem „Label“ versehene Programmbeitrag kann vom Benutzer als Sollwert im VPS-Videorecorder abgespeichert werden. Bei Ausstrahlung des Programmbeitrags sorgt ein mitgesendetes Datensignal dafür, daß bei Koinzidenz von programmiertem Sollwert und ausgesendeter Programmkenntnis (Label) die Aufzeichnung auf dem Videorecorder erfolgt. Die damit erzielbare Unabhängigkeit von kurzfristigen zeitlichen Verschiebungen von Programmbeiträgen wurde an einigen Fallstudien erläutert.

- (1) T. Eguchi, H. Takekoshi, Japan:  
Towards „take off“ of the 4/2/2 DVTR.
- (2) F. Morrison, USA:  
Interface of a DVTR in a digital component studio.
- (3) J. Heitmann, Bundesrepublik Deutschland:  
The 19 mm DVTR and its component environment.
- (4) B. Dayton, USA:  
Component colour vision mixers — Analogue and digital tradeoffs.
- (5) R. N. Robinson, Großbritannien:  
Advanced high-quality decoders — Their application in the component studio.
- (6) R. J. G. Ellis, T. C. Mackereth, Großbritannien:  
Image processing — Innovation in a component environment.
- (7) A. Heller, Bundesrepublik Deutschland:  
VPS a new system for domestic VCR start/stop by programme labels transmitted within the insertion data line.

#### 6. Fernsehen erhöhter Bildqualität (EDTV) und hochauflösende Fernsehsysteme (HDTV)

Der Titel des ersten Vortrags (1) dieses Themenkreises war eine provokativ gemeinte Frage: „Warum das bisherige Fernsehen noch Schritt für Schritt verbessern, wenn die Einführung eines neuen Systems hoher Auflösung – nämlich HDTV – bereits absehbar ist?“ Der Vortrag selbst war ein Plädoyer für das schrittweise Vorgehen. Die Begründung für diese Ansicht wurde in einer Betrachtung der drei Hauptabschnitte des Übertragungsweges eines Systems gegeben: Auf der Wiedergabeseite sei bis zum Jahr 2000 eine Bildschirmgröße, die 1 m Diagonale überschreitet, unwahrscheinlich. Für diese Bildgröße einen Aufwand mit Signalbandbreiten in der Größenordnung 30 MHz zu treiben, sei nicht gerechtfertigt. Eine Notwendigkeit, in HDTV zu produzieren, bestehe für den Rundfunk nicht. Die elektronische Produktion von Kinofilmen diktiere Anforderungen an den Produktionsstandard, und es sei nicht einzusehen, warum der Rundfunk sich diesem Diktat beugen soll (was mit hohen Investitionskosten verbunden wäre), ohne daß er ein solches Verfahren auch wirklich ausnutzen kann. Im Übertragungsbereich müsse nicht vertretbarer Aufwand getrieben werden: Entweder müssen derzeit nicht vorhandene breitbandige Kanäle geschaffen werden oder eine Mehrzahl von Normalkanälen für die Übertragung eines einzelnen Programmbeitrags in HDTV-Qualität eingesetzt werden, oder aber es muß qualitätsverschlechternde Redundanzverminderung vorgenommen werden, um mit einem einzigen derzeitigen Kanal auszukommen. Anstelle all dieser Unzulänglichkeiten wäre doch die weise Beschränkung auf kompatible Verfahren anzuraten, die die Reserven des gegenwärtigen 625/50-Fernsehstandards optimal auszunutzen gestatten. HDTV sollte demgegenüber als eine neue Technik, basierend auf neuen Techniken, als ein von bestehenden Systemen losgelöstes und mit diesen inkompatibles System verstanden werden. Dann erst ließen sich die Probleme der Normwandlung vergessen und erst dann könne man sich

einen weltweit einheitlichen Standard ohne Nachteile für den einzelnen Beteiligten vorstellen.

Neue Verteilwege – eingeschlossen die sekundären Verteilwege über Videokassette und Bildplatte – werden den Bedarf an Programmmaterial ansteigen lassen und zu verschärftem Wettbewerb auf dem Programmsektor führen. Um konkurrenzfähig zu bleiben, hat die Italienische Rundfunkorganisation RAI<sup>11</sup> untersucht (2), wie sich zum einen die Kosten bei der Produktion für den internationalen Programmaustausch interessanter Beiträge senken lassen und wie neue Dienste, etwa unter Nutzung des direkt empfangbaren Rundfunksatelliten, geschaffen werden können. Ein Hilfsmittel ist die elektronische Produktion von Filmen. Film ist nebenbei auch das geeignetste und einfachste Mittel, Großprojektion zu ermöglichen und ihre Technik zu untersuchen. Bei der RAI wurden deshalb in den letzten Jahren drei Versuche unternommen, Filme mit elektronischen Mitteln zu produzieren. Der erste verwendete als Produktionsstandard das gegenwärtige 625/50-Fernsehsystem, der zweite bereits HDTV-Geräte der ersten Generation. Der dritte Versuch wurde mit Hilfe der heute verfügbaren HDTV-Gerätekomponenten hergestellt. Die unter dem Titel „ONIRICON“ (Regie E. Tarquini) produzierte Szenenfolge beinhaltete für die Übertragung von Elektronik auf Film äußerst kritisches Material (Nachtszenen mit schneller Bewegung). Die Vorführung zeigte die praktische Anwendbarkeit des Verfahrens; sie ließ jedoch auch im Vergleich mit dem Elektronikoriginal die prinzipiellen Mängel des Films bei der Bewegungswiedergabe erkennen.

Die Konvertierung von HDTV-Signalen in den konventionellen Fernsehstandard nimmt eine Schlüsselfunktion bei der Entscheidungsfindung für einen weltweit einheitlichen HDTV-Standard ein. Der hier anzulegende Qualitätsmaßstab ist schärfer als bisher für einen Konversionsprozeß üblich: Die Normalmethode „Interpolation“ versagt, wenn es um Qualität geht. Das von der Japanischen Rundfunkorganisation NHK<sup>12</sup> (3) verfolgte Konzept lautet: Zur reinen Signalinterpolation tritt die Interpolation der Lage eines bewegten Gegenstandes; letztere wird durch Verschiebung des Adressraums im Bildspeicher bewerkstelligt. Damit läßt sich die räumliche Auflösung des Originalbildes in bewegten Details erhalten. Die Umschaltung zwischen direkten und interpolierten Signalen erfolgt bewegungsadaptiv, wobei nicht nur die Tatsache einer Bewegung, sondern auch ihre Richtung und Größe ausgewertet werden. So werden nach unterschiedlichen Gesichtspunkten 5 Varianten des Originalbildes abgespeichert, von denen bildpunktweise diejenige herausgesucht wird, für die die größte Wahrscheinlichkeit besteht, daß sie mit dem erwarteten Verlauf übereinstimmt. Man hofft, daß dieses neue Konvertierungsverfahren die Qualität so weit verbessert, daß die Bereitschaft zur Annahme eines auf 60 Hz Halbbildwechselfrequenz beruhenden HDTV-Produktionsstandards in einer 50-Hz-Umgebung zunehmen wird.

In der an diese Vorträge anschließenden Podiumsdiskussion wurde den Wünschen für die weitere Entwicklung Ausdruck gegeben. Es müßte auf jeden Fall versucht werden, die durch CCIR gegebenen Termine einzuhalten, da es andernfalls zu unerwünschten Verzögerungen käme. Es wurde auch klar, daß die Eile sehr vom jeweiligen Standpunkt abhängt: Während einerseits für die Einführung eines HDTV-Dienstes 20 Jahre Anlaufzeit durchaus realistisch erscheinen, will man in Japan bereits in 2 Jahren damit beginnen. Man gibt dabei einer evolutionären Entwicklung den Vorzug: Verbesserung des jetzigen Fernsehens und kompatible, schrittweise

Einführung eines HDTV-Dienstes wären anzustreben. Dabei steht neben der Konvertierung unter anderem das Problem der Interferenz mit der Netzfrequenz bei der Szenenbeleuchtung, wenn diese nicht mit der Bildwechselfrequenz übereinstimmt. Man sieht jedoch technische Mittel zur Beseitigung, so daß nach einer gewissen Übergangszeit die Fehler langsam verschwinden dürften. Für die dann erwartete Akzeptanz seitens des Publikums ist man recht optimistisch. Ein gegenüber dem heutigen zweifacher Preis für die Empfangseinheit würde sicher angenommen, da das Publikum qualitätsbewußter geworden ist und erhöhte Bildqualität auch bei unverändertem Programminhalt honoriert. Der Erfolg der Compact Disc zeige dies sehr deutlich. Zu der Kontroverse Halbbildwechselfrequenz 50/60 Hz war die Ankündigung interessant, daß seitens der Sowjetunion beim CCIR ein Standardvorschlag unterbreitet werden wird, der für die Produktion 50 Hz vorsieht, die im Empfänger zur Vermeidung des Großflächenflackerns auf 75 Hz konvertiert werden sollen.

Ein zusätzlich in den Tagungsband aufgenommener Beitrag befaßt sich mit SLSC – einem mit dem NTSC-Standard voll kompatiblen HDTV-Übertragungsverfahren (4). Ein zweiter (5) gibt den technischen Hintergrund für den Vortrag (1), betreffend das „Enhanced C-MAC“-Verfahren, das als Beispiel einer Übertragungsform in Richtung verbesserter Bildqualität beim heutigen System unter gleichzeitiger Vergrößerung des Bildseitenverhältnisses dienen kann.

Die zweite Vortragsreihe brachte eine Anzahl von Vorträgen, die sich mit Detailfragen des Themas EDTV und HDTV befaßten oder als Ergänzung zu den bereits besprochenen, mehr grundlegend abgefaßten Vorträgen zu sehen waren.

Der 35-mm-Film wird gern als der dem HDTV-Standard äquivalente Speicher par excellence bezeichnet, obwohl das mit Sicherheit hinsichtlich der Bewegungslösung nicht zutrifft. Die Frage ist, ob wenigstens die örtliche Auflösung des Films genügend Reserve bietet. Die Autoren des Vortrags (6) gingen dabei von der Voraussetzung aus, daß es nicht genügt, das einzelne Filmbild densitometrisch auszumessen, sondern daß die tatsächliche Behandlung und Verarbeitung des Filmmaterials mit einzuschließen ist und somit alle Unstabilitäten erfaßt werden, die der Filmtransport in Kamera, Kopiervorgang und Projektion verursacht und die die subjektiv empfundene Auflösung einschränken. Messungen mit handelsüblichen Filmmaterialien, Geräten und Testvorlagen ergaben, daß trotz der „statischen“ Auflösung des Filmmaterials von 1100 Zeilen durch die Unzulänglichkeiten des Transports eine Einschränkung auf etwa 700 bis 800 Zeilen erfolgt, so daß ein HDTV-System mit über 1000 Zeilen die effektiven Möglichkeiten des Films leicht erreicht und sogar überschreitet.

Im Forschungslabor der BBC waren in den letzten Jahren zur experimentellen Unterstützung der internationalen Diskussion über neue Fernsehsysteme umfangreiche Versuche durchgeführt worden (7), die sich auf Fragenkomplexe der Fernsehastabstruktur bezogen. Ein Vergleich von Zeilensprungverfahren und progressiver Abtastung ergab, daß bei heutiger Zeilenzahl sich ein Vorteil hinsichtlich vertikaler Auflösung bei progressiver Abtastung feststellen läßt. Darüber hinaus ergibt sich eine weitere Qualitätsverbesserung mit vertikaler Aperturkorrektur, deren Korrektursignale bei progressiver Abtastung wesentlich leichter gebildet werden können als im Zeilensprungverfahren. Es wäre allerdings verfehlt, die progressive Abtastung unter Beibehaltung der Bandbreite durch Reduktion der Bildwechselfrequenz zu erreichen. Bei einer Erhöhung der Bildwechselfrequenz verschwinden die Unterschiede zwischen progressiver und Zeilensprungabtastung immer mehr. Konversionsver-

<sup>11</sup> RAI – Radiotelevisione Italiana.

<sup>12</sup> NHK – Nippon Hoso Kyokai.

suche, die auch die ursprünglich von der UER propagierte Halbbildwechselfrequenz von 80 Hz einschlossen, zeigten deren Überlegenheit bei der Umsetzung nach 50 Hz und 60 Hz; das Ergebnis war in jedem Fall besser als das der Konversion von 60 Hz nach 50 Hz. Allerdings bieten auch 80 Hz noch nicht genügend Reserve für eine Konvertierung, die frei von Bewegungsfehlern ist, und sind insofern nur ein Kompromiß. Bei der Verwendung von Filmen im Fernsehen ist immer noch die beste Lösung – soweit es möglich ist –, die Filmtransportgeschwindigkeit bei der Abtastung zu verändern, wie dies bei der Abtastung von mit 24 Hz aufgenommenen Filmbildern mit 25 Hz geschieht. Jede Konvertierung und jede diskontinuierliche Abtastung (z. B. Abtastung von Filmen mit 60 Hz) fällt dagegen ab, wenn auch nicht im erwarteten Umfang, da die insgesamt schlechte Bewegungswiedergabe des Films andere Fehler maskiert. Bei der Überspielung von elektronisch produziertem Material auf Film sind ähnliche Qualitätseinschränkungen zu erwarten.

Die erste außerhalb Japans entwickelte HDTV-Kamera (Robert Bosch Fernseh Anlagen GmbH) war der Gegenstand des nächsten Vortrags (9). Der Prototyp wurde für einen Arbeitsstandard von 1249 Zeilen/50 Hz entwickelt mit einem zwischen 4 : 3 und 5 : 3 wählbaren Seitenverhältnis. Die Kamera verwendet drei 1-Zoll-Satikon. Bei einer Szenenbeleuchtungsstärke von 850 Lux und 90% Remission ergibt sich eine Blende  $f : 2,8$ , was geringfügig (um etwa 30%) über den Werten der heutigen Praxis liegt. Digitale Rasterkorrektur an über 30 Stellen im Bildfeld sorgt für eine farbränderfreie Abbildung in der für HDTV-Darstellung notwendigen Güte. Der Luminanzstörabstand beträgt 42,5 dB, was nach entsprechender Korrektur für die HDTV-Übertragung und unter Berücksichtigung der übrigen Kameradaten einen bewerteten Störabstand von 55,7 dB ergibt. Ein neu entwickelter Vorverstärker trägt hierzu im besonderen bei. Die erforderliche große Kanalbandbreite machte die Entwicklung einer speziellen  $\gamma$ -Korrektur erforderlich, da bei den bekannten Schaltungen parasitäre Kapazitäten die Bandbreite begrenzen.

Ein weiterer Beitrag (9) befaßte sich mit dem Schlußglied der Übertragungskette eines künftigen HDTV-Systems, dem Empfänger. Bereits heutige Fernsehsignale können durch entsprechende empfängerseitige Nachbehandlung so verbessert werden, daß man ungestraft die Bildgröße bei gleichem Betrachtungsabstand um den Faktor 1,5 erhöhen könnte. Damit wären Schirmdiagonalen bis zu 1 m angebracht. Eine Bildröhre dieser Größe existiert („Kingsize“-Röhre mit 0,95 m Schirmdiagonale); sie ist jedoch schwer und unhandlich und ihre Verwendung im privaten Bereich deswegen unwahrscheinlich. Besser geeignet erscheint die Projektion, vor allem die Rückprojektion, die vom Umlicht weniger beinflusst wird. Die bisher weniger befriedigende Qualität von Fernsehprojektoren läßt sich durch Maßnahmen an der Projektionsröhre beseitigen (verbesserte Auflösung z. B. durch veränderte Abmessungen und neudimensionierte Elektronenoptik, größere Helligkeit durch Flüssigkeitskühlung des Schirms). Weitere Verbesserungen zeichnen sich ab bei den Projektionsoptiken (gemischte Bestückung mit Kunststoff- und Glaseinzellinsen, letztere achromatisch korrigiert bei Phosphoren mit mehreren Emissions-Maxima; ferner Antireflexbeläge und optische Kopplung mit der Projektionsröhre) und beim Schirm (Optimierung von Lichtführung und Farbgleichmäßigkeit, Schwarzfärbung der für den Lichtdurchtritt unwichtigen Flächen). Die Verwendung von digitalen Konvergenzschaltungen (12 Bit Auflösung) ist ebenso wie in der Kamera eine Notwendigkeit.

Das MUSE-Verfahren (10) ist eine von der NHK entwickelte Methode, um ein HDTV-Signal mit etwa 30 MHz Bandbreite über einen nur 8 MHz breiten Kanal zu über-

tragen (Basisbandbreite eines 24-MHz-FM-Satellitenkanals). Die dazu notwendige Unterabtastung bringt eine Wiederholung der Abtaststruktur nach jeweils 4 Halbbildern. Für stationäre Bildvorlagen läßt sich deshalb durch Zwischenschalten eines 4-Halbbild-Speichers die Wirkung der Unterabtastung aufheben. Es bleibt dann die (in den Diagonalen verringerte) Auflösung einer im Zeilenoffset entsprechend der Zeilenstruktur horizontal und vertikal abgetasteten Bildvorlage. Bei Auftreten von Bewegung wird adaptiv auf eine Intrafield-Interpolation umgeschaltet, die in bewegten Bildteilen eine linear auf die Hälfte verringerte Auflösung zur Folge hat. Der Vortrag gab einen Überblick über das SignalfORMAT und die technische Auslegung des MUSE-Coders und -Decoders sowie über die Modulations- und die Übertragungsmethode. Das MUSE-Signal kann auf Heim-Videobandgeräten und Bildplatten aufgezeichnet werden und bietet so einen ersten Schritt zur Eröffnung eines sekundären Übermittlungsweges.

Als weiteres Beispiel einer europäischen Entwicklung von HDTV-Gerätekomponenten muß der Lichtpunktastaster von Thomson Video Equipment S. A. gesehen werden (11). Daß man hier noch nicht dem Trend zum CCD-Abtaster huldigt, liegt in den technologischen Begrenzungen, die diesem Schaltelement bei schneller Abtastung in der Größenordnung von etwa 60 MHz gesetzt sind. Die Verbesserungen gegenüber der jetzigen Technik beziehen sich auf eine neuentwickelte Abtaströhre, eine Anpassung an alle derzeit diskutierten Standards und Bildseitenverhältnisse, ein neues optisches System und auf die breitbandige Auslegung des Verstärkungskanals. Man sieht für dieses Gerät auch außerhalb des Rundfunks Anwendungsmöglichkeiten, wo Großbilddarstellungen von Standbildern gefordert sind.

I-PAL, eine Entwicklung des IRT, wurde im letzten Vortrag vorgestellt (12). Die gebrachten Details: Systemphilosophie, Schaltungskonzept und Signalverarbeitung, Kompatibilität mit dem Standard-PAL-Verfahren und Meßergebnisse dürften dem deutschen Leserkreis bereits ausreichend bekannt sein (siehe G. Holoch, P. Janker, N. Mayer: I-PAL – Eine übersprechfreie kompatible Systemvariante mit verbesserter horizontaler Auflösung für das Leuchtdichtesignal. RTM 1/1985, Seite 9 bis 14).

- (1) T. S. Robson, Großbritannien:  
If HDTV, why enhanced television?
- (2) E. Lionetti, V. Arrigoni, Italien:  
Experience of HDTV production and post-production.
- (3) M. Sugimoto, Japan:  
Second generation HDTV standards converter.
- (4) T. S. Rzeszewski, J.-L. Lo Cicero, M. Pazarci, USA:  
A compatible HDTV system (SLSC) with chrominance and aspects ratio improvements.
- (5) M. D. Windram, G. Tonge, Großbritannien:  
Higher quality television – Performance of the MAC approach.
- (6) A. Kaiser, USA:  
Resolution requirements of HDTV based on 35-mm film used for theater viewing.
- (7) I. Childs, N. E. Tanton, Großbritannien:  
Sequential and interlaced scanning for HDTV sources and displays: Which?
- (8) W. H. Klemmer, Bundesrepublik Deutschland:  
Concept and realization of an HDTV studio camera.
- (9) A. L. Duwaer, S. L. Tan, Niederlande:  
Studies in extended definition television: How to enhance the viewing experience.
- (10) T. Fujio, Japan:  
HDTV transmission method (MUSE).
- (11) M. Favreau, Frankreich:  
A high definition flying spot slide scanner.
- (12) G. Holoch, N. Mayer, P. Janker, Bundesrepublik Deutschland:  
I-PAL – An improved version of PAL with extended horizontal resolution and without cross effects.

## 7. Rundfunk- und Verteilsatelliten

Zu diesem Themenkomplex waren acht Vorträge angekündigt. Ein weiterer (3) wurde erst unmittelbar vor der Veranstaltung angesetzt. Er erschien weder im endgültigen Programm noch wurde er in den „Symposium Records“ abgedruckt.

Die deutliche Abgrenzung zwischen dem Satellitenrundfunk einerseits und der Programmverteilung über Satelliten des festen Funkdienstes fällt immer schwerer. So berichtete der Autor des ersten Vortrages (1), daß im 4-GHz-Bereich in den USA bereits etwa 1 Million private Empfangsanlagen installiert sind. Obwohl dieser Dienst nie so geplant wurde, müsse man ihn bei derartigen Zahlen de facto als Satellitenrundfunk bezeichnen. Der Vortragende ging auf die beachtlichen Leistungsunterschiede zwischen Rundfunksatellitensystemen in verschiedenen Teilen der Welt ein. Eine eindeutige Optimierung ist nicht möglich, da so unterschiedliche Parameter wie die Aufteilung des Aufwandes zwischen Satelliten und Empfangsanlagen, die gewünschte Kanalzahl, Qualität und Kontinuität der Übertragung sowie Größe der Bedeckungszone in die Betrachtung eingehen und deren Gewichtung von Fall zu Fall unterschiedlich ist. Für Verteilsatellitensysteme wurden einige Beispiele angeführt und Kosten für die Transpondermiete für US-Systeme genannt.

Auch der Autor des zweiten Vortrages (2) ging beim Satellitenrundfunk auf den Zusammenhang zwischen Qualität des Dienstes, Größe der Empfangsantennen und Satellitensendeleistung ein und veranschaulichte diesen vermittels einer grafischen Darstellung. Er sprach sich dabei deutlich für eine hohe Sendeleistung zugunsten billiger Empfangsanlagen aus. Die Entwicklung der Familie von MAC-Systemen wurde geschildert, und die Standardisierungsprobleme im Zusammenhang mit den Gegebenheiten in Kabelnetzen wurden diskutiert. Der Vortrag schloß mit einer kurzen Betrachtung des Entwicklungsstandes bei TV-SAT, TDF 1 und UNISAT sowie einem Ausblick auf zukünftige Techniken beim Satellitenrundfunk.

Der letzte Vortrag des Vormittags (3) beschrieb das „China Broadcasting Satellite System“ (CBSS) der Volksrepublik China. Eingehend wurden alle Gründe betrachtet, die schließlich – erstmalig für ein Entwicklungsland – für die Festlegung auf ein 12-GHz-Rundfunksatellitensystem sprachen. Ein System aus zwei zweikanaligen Satelliten (aktiv und Reserve im Orbit) soll zwei Fernsehsignale und fünf hochwertige digitale Tonkanäle übertragen. Als Übertragungsverfahren wurde PAL (FM) mit einem digital modulierten Unterträger gewählt. In Ballungsgebieten ist vor allem an Gemeinschaftsempfang mit 1,5-m-Antennen gedacht, in den dünnbesiedelten Nordostgebieten Chinas wird eine 2-m-Antenne erforderlich. Ein Start des Satelliten wird für 1988 angestrebt.

An der anschließenden Panel-Diskussion nahmen auch Autoren von im Tagungsband veröffentlichten „Supporting Papers“ teil (4 bis 6). Sie erhielten Gelegenheit, ihre Beiträge kurz zu umreißen. Die Diskussion hatte aber hauptsächlich die abermalige Auseinandersetzung zwischen Befürwortern von C-MAC einerseits und D2-MAC andererseits zum Inhalt, ohne daß neue Erkenntnisse gewonnen wurden.

Der zweite Teil dieser Vortragsreihe befaßte sich mit den Satellitendiensten in den verschiedenen Ländern. In (7) wurde die Nutzlast der beiden amerikanischen Satelliten für Direktempfang ausführlich beschrieben. Die von RCA Astro-Electronics für die Satellite Television Corporation (STC) entwickelten und gebauten Satelliten arbeiten mit hoher Sendeleistung, um den Empfang mit kleinen Antennen und preiswerten Empfängern zu ermöglichen. Der erste Satellit soll im Dezember 1985 geliefert werden. Er kann gleichzeitig 3 Fernsehprogramme

mit je 24 MHz RF-Bandbreite übertragen. Für jeden Kanal ist die Bedeckungszone schaltbar zwischen Ostbeam (einschließlich Boston und Washington), Westbeam (einschließlich San Francisco und Los Angeles) und Vollversorgung. Der Frequenzbereich für die Aufwärtsstrecke beträgt 17,3 bis 17,8 GHz, für die Abwärtsstrecke 12,2 bis 12,7 GHz. Besonders ausführlich wurden die einzelnen Komponenten der Nutzlast beschrieben.

In Japan wurde der erste Satellit für Direktempfang im Februar 1983 gestartet. Nach der versuchsweisen Abstrahlung eines Fernsehprogramms soll im August 1985 der zweite Satellit folgen. Zur Übertragung des Fernsehsignals zum Satelliten benötigt man Hochleistungsverstärker. Über die Neuentwicklung eines solchen Hochleistungsverstärkers bei der NEC Corporation, Yokohama (Japan), wurde in (8) berichtet. Als Hochleistungsrohre wird ein 3-kW-Klystron mit 10,7 kV Beschleunigungsspannung und 0,9 A Strahlstrom verwendet. Bei einer Bandbreite von 85 MHz/1 dB beträgt die Verstärkung 35 dB (bei 3 kW). Näher eingegangen wurde auf die Stromversorgung, den Leistungszwischenverstärker, die HF-Schaltung sowie die Kontroll- und Steuerschaltungen. An der Entwicklung der nächsten Generation von Hochleistungsverstärkern wird bereits gearbeitet. Sie werden eine von Rechnern gesteuerte intelligente Stromversorgung und Selbstdiagnosefunktionen aufweisen.

Wenn man eine Empfangsanlage für Fernsehempfang über Satelliten entwickelt, so möchte man eine gute Empfindlichkeit in der Empfängerbandbreite und wenig Störungen durch andere Dienste. Die Antenne selbst muß gute Nebenzipfeldämpfung haben und kreuzpolare Schwingungen unterdrücken, um Interferenzen mit anderen Diensten zu verhindern. Der Abwärtskonverter sollte eine niedrige Rauschzahl und wenig Intermodulationsverzerrungen aufweisen. Außerdem muß er in einem Temperaturbereich von  $-30^{\circ}\text{C}$  bis  $+50^{\circ}\text{C}$  einwandfrei arbeiten. Wie man eine solche Satellitenempfangsanlage kostengünstig realisiert, wurde in (9) gezeigt. Die Antenne hat einen Durchmesser von 4 m und kann Windgeschwindigkeiten bis 160 km/h aushalten. Als Speisesystem dient eine Hornantenne, die zusammen mit Mikrowellenbandpaßfilter und Abwärtskonverter luftdicht verschlossen in einem Gehäuse untergebracht ist (Länge 220 mm, Durchmesser 85 mm).

Über den Aufbau von Empfangsanlagen für direkt empfangbare Satelliten in Japan wurde in (10) berichtet. Dort werden 75-cm-Offset-Parabolantennen aus Metall oder metallisiertem Plastikmaterial verwendet. Sie besitzen für die Massenproduktion geeignete Hornstrahler oder wendelförmige Primärspeisesysteme. Die „outdoor unit“ enthält u. a. einen rauscharmen Verstärker in Streifenleitungstechnik und einen Abwärtskonverter als integrierte Mikrowellenschaltung mit rauscharmen GaAs-Feldeffekttransistoren und GaAs-Schottky-Dioden. Die „indoor unit“ besteht aus einem zweiten Konverter, einem Begrenzer, einem FM-Diskriminator und den Video-/Audio-Signalverarbeitungsschaltungen. Für die Zukunft rechnet man mit weiteren Leistungsverbesserungen und Preissenkungen für solche Empfangsanlagen.

Die Zunahme von direkt empfangbaren Satellitenprogrammen wirft auch die Frage nach deren Finanzierung auf. In vielen Ländern ist man der Ansicht, daß diese Programme nur mit bedingtem Zugriff zu empfangen sein sollen; das heißt, daß die Bild- und Tonsignale verschlüsselt gesendet werden und nur von denjenigen entschlüsselt werden können, die auch dafür die entsprechende Gebühr bezahlt haben (Pay-TV). In (11) wurde ein solches System mit bedingtem Zugriff vorgestellt, das sich grundsätzlich auch für terrestrische Ausstrahlung oder Kabelverteilung eignen würde. Das Bild wird dabei nach einer Methode verschlüsselt, bei der jede Zeile des Fernsehbildes an einer von 256 möglichen Stel-

len unterbrochen wird und die beiden Zeilenteile gegeneinander ausgetauscht werden. Die Auswahl der Unterbrechungsstellen erfolgt über eine Pseudo-Zufallszahlenfolge, die jede Unterbrechungsstelle durch eine 8-Bit-Binärrzahl beschreibt. Im Empfänger steuert ein synchron zu dem im Verschlüsselungsgerät (Scrambler) laufender Pseudo-Zufallsgenerator die Bildentschlüsselung. Das oder die digitalen Ton- und Datensignale werden durch Modulo-2-Addition einer Pseudo-Zufallszahlenfolge verschlüsselt und entsprechend im Empfänger wieder entschlüsselt. Erläutert wurde zunächst ein sicheres und bedienfreundliches Grundsystem; anschließend wurden mögliche Varianten und Optionen beschrieben. Das System ist in den Spezifikationen für die MAC-Familie (C, D, D2) enthalten.

Die Verteilung von Fernsehprogrammen über Fernmeldesatelliten bringt auch einige meßtechnische Probleme für die Empfangsstation mit sich. Einige der Meßverfahren sind bereits bekannt: So wird z. B. das Basisbandsignal nach ähnlichen Kriterien bewertet wie bei terrestrischen Übertragungstrecken. Andere Meßprobleme treten jedoch bei der Inbetriebnahme und der Abnahme der Empfangsstation vor Ort auf. Hier ist es sinnvoll, die Empfänger einer Einzelprüfung zu unterziehen. Dasselbe gilt auch für die Verteilernetzwerke, die Modulatoren und die Kabelübertrager. In (12) wurden einige Punkte zu diesem Problemkreis diskutiert. Neben einem Systemkonzept für eine solche Empfangsstation wurden die wichtigsten Qualitätsparameter genannt. Zur Abschätzung des Auftretens von Spikes und zur Bestimmung der Selektivität des Empfängers wurden Meßverfahren angegeben.

Die anschließende Podiumsdiskussion unter der Leitung von J. Keigler (USA) befaßte sich hauptsächlich mit Fragen des bedingten Zugriffs bei Satellitensignalen. Hauptdiskussionspunkt war das Entschlüsselungsgerät: Soll es abnehmbar (z. B. als intelligente Karte mit Chip) oder soll es fest im Empfänger eingebaut sein? Die Vor- und Nachteile im Hinblick auf Piraterie wurden diskutiert. Ergebnis war, daß einer intelligenten Karte der Vorzug gegeben werden sollte. Sie kann zwar – wenn auch mit enormem Aufwand für das Knacken des Codes – von Piraten vervielfältigt und weiterverkauft werden, es ist jedoch leicht eine Änderung der Codierung vorzunehmen. Abschließend wurden noch einige Fragen zum MAC-System gestellt. Was passiert, wenn ein Kunde ein Satellitenprogramm ansehen und ein zweites auf Videorecorder aufzeichnen will?

1. Er braucht für MAC einen neuen Videorecorder.
2. Er braucht einen zweiten Decoder.
3. Er muß für beide Programme bezahlen.

Die Kosten für einen MAC-Decoder sollen bei etwa 5 £ liegen. Außerdem sind in den „Symposium Records“ 6 Arbeiten zum Themenkreis Rundfunk- und Verteilsatelliten abgedruckt (13 bis 18), die in Montreux nicht vorgetragen wurden.

- (1) S. Metzger, USA:  
Performance and economic considerations of direct broadcasting and distribution satellites.
- (2) G. J. Phillips, Großbritannien:  
Direct broadcasting satellite transmission systems.
- (3) X. Zhongming, Z. Zhijian, Volksrepublik China:  
Planned broadcasting satellite system in China.
- (4) H. Shawaesh, Jordanien:  
TV direct receive satellite for domestic and regional applications (Arab-Sat).
- (5) V. Laban, V. Prodanovic, T. Sotirovic, Jugoslawien:  
TV reception of European communication satellite (ECS).
- (6) H. Fiuza, Brasilien:  
Satellite television broadcasting in Brazil.
- (7) F. A. Hartshorne, C. E. Profera, USA:  
Satellite payload for U.S. Direct Broadcast Service.

- (8) O. Matsuzaki, M. Doi, Japan:  
High power amplifier for DBS uplinks.
- (9) W. Lange, Bundesrepublik Deutschland:  
Design of outdoor units for satellite TVRO stations.
- (10) S. Hirata, Japan:  
DBS receiver design.
- (11) S. M. Edwards, Großbritannien:  
A conditional access system for direct broadcasting by satellite.
- (12) J. Lauterjung, Bundesrepublik Deutschland:  
TV reception of communication satellites – Problems of quality.
- (13) E. D. Horowitz, P. A. Heimbach, USA:  
Development of an integrated satellite distribution system.
- (14) P. Horn, Bundesrepublik Deutschland:  
The communication payload of the German-French DBS satellite program.
- (15) J. Koslov, USA:  
Impact of signal format standardization on DBS home equipment.
- (16) D. N. Gregory, R. Barnett, Großbritannien:  
A simulator for evaluation of direct broadcasting systems.
- (17) M. Tomlinson, Großbritannien:  
Digital pseudo analog transmission of high quality video.
- (18) T. J. Long, Großbritannien:  
Performance of the C-MAC/Packet data channel for audio and conditional access.

## 8. Terrestrische Übertragung

Der Themenkreis „Terrestrische Übertragung“ war der konventionellen Technik der Ausstrahlung von Fernsehprogrammsignalen (Bild, Ton, Zusatzinformationen) über terrestrische Sender gewidmet. Schwerpunkt dieser Vortragsreihe war zweifellos ein Beitrag von R. Großmann, dem Direktor der Technischen Zentrale der UER (Union der Europäischen Rundfunkorganisationen) in Brüssel (1). In seinen Ausführungen zeichnete der Vortragende zunächst ein Bild der gegenwärtigen Situation des terrestrischen Fernsehens in Europa. Sie ist gekennzeichnet durch eine sehr große Anzahl von Fernsehsendern: Im VHF-Bereich (Band I und III) sind in Europa nahezu 9000 Sender in Betrieb, im UHF-Bereich (Band IV und V) sind es über 20 000 Sender. Trotz dieser hohen Senderzahl kann der Fernsehzuschauer in Europa im VHF-Bereich im Mittel aber nur ein Fernsehprogramm empfangen und im UHF-Bereich im Mittel nur zwei oder drei Programme. Von einer optimalen Nutzung des Frequenzspektrums kann damit keine Rede sein. Die Gründe hierfür sind vielfältig. Sie liegen einmal an den unterschiedlichen Kanalbandbreiten (7 und 8 MHz), zum anderen aber auch an den unterschiedlichen Fernsehsystemen (PAL und SECAM) und Tonübertragungsverfahren (FM und AM), verbunden mit unterschiedlichen Bild-/Tonträgerabständen.

Der Vortragende wies außerdem darauf hin, daß die Versorgung durch terrestrische Sender in Zukunft eher ab- als zunehmen dürfte, da langfristig gesehen andere Nicht-Rundfunkdienste (z. B. die beweglichen Funkdienste) die bisher vom terrestrischen Fernsehrundfunk belegten Frequenzbänder nutzen möchten. Das gilt insbesondere für die Bänder I und III.

Als Ausweg aus dieser Situation empfahl R. Großmann, Studien durchzuführen, auf welche Weise ein radiofrequenter Fernsehkanal im Hinblick auf die Versorgung optimal genutzt werden könnte. Dabei machte er deutlich, daß zu dieser Nutzung neben einer mehrkanaligen Tonübertragung (z. B. Stereoton) auch die Übermittlung von zusätzlichen Informationen wie Fernsehtext (Teletext) sowie von Hilfssignalen wie zum Beispiel zum programmgesteuerten Ein- und Ausschalten von Heimvideorecordern gehören. Außerdem müßten Systeme zur Verschlüsselung von Fernsehprogrammsignalen untersucht werden, um Pay-TV auch über terrestrische Sender möglich zu machen.

Die optimale Lösung wäre eine zumindest europaweite Standardisierung von Systemen und technischen Ausrüstungen sowie eine Harmonisierung der Betriebsverfahren. Dies gilt auch mit Blick auf die Elektronikindustrie, denn bei der heutigen Kompliziertheit neuer Systeme kann beispielsweise ein Heimempfangsgerät nur dann preiswert produziert werden, wenn der Markt ausreichend groß ist. Kein europäisches Land allein bietet aber einen derartigen Markt, und somit ist eine internationale Normung heute die Voraussetzung für die erfolgreiche Einführung neuer Systeme und Dienste. Als Beispiel einer solchen Entwicklung nannte der Vortragende das neue Übertragungsverfahren für Fernsehprogrammssignale über Rundfunksatelliten, das unter dem Namen MAC/Paket bekannt geworden ist. Durch die gemeinsamen Anstrengungen der Mitgliedsorganisationen der UER und der europäischen Industrie ist es gelungen, ein europaweit einheitliches Übertragungsverfahren für Rundfunksatelliten zu erarbeiten. (Dabei soll jedoch nicht verschwiegen werden, daß man den unterschiedlichen Anforderungen der einzelnen europäischen Länder an ein derartiges Übertragungsverfahren nur durch die Schaffung einer „Systemfamilie“ (C-MAC/Paket, D-MAC/Paket und D2-MAC/Paket) gerecht werden konnte.)

Schließlich warf R. Greßmann noch die Frage auf, ob langfristig eine Chance besteht, für alle technischen Medien, die Fernsehprogramme verteilen (terrestrische Sender, Rundfunksatelliten, Verteilsatelliten, Kabelnetze, Videokassetten, Bildplatten), als Übertragungsstandard eine einzige Systemfamilie zu verwenden. Ein einheitlicher, zukunftsorientierter Übertragungsstandard, der eine hohe Bild- und Tonqualität ermögliche, sei insbesondere deshalb wichtig, da andernfalls die Gefahr bestünde, daß das terrestrische Fernsehen zum „armen Elternteil“ der Massenmedien verfallende oder gar völlig verschwinde. Zur Beantwortung dieser Frage empfahl der Vortragende wiederum, Studien durchzuführen, ob zum Beispiel durch die Erweiterung der MAC/Paket-Familie um ein oder mehrere Mitglieder – zum Beispiel für die terrestrische Übertragung, für Heimvideorecorder und für Fernsehen hoher Auflösung (HDTV) – diese Familie das einheitliche Übertragungssystem der Zukunft werden könnte.

Zum Schluß appellierte der Vortragende mit Blick auf die zunehmende Konkurrenzsituation bei den Massenmedien an seine Zuhörer, dazu beizutragen, daß der Wettstreit der Massenmedien auf die „Botschaft“ (message) beschränkt bleibe und nicht auf das technische Medium übergreife, das diese Botschaft zum Konsumenten bringt. Besser noch sollte sich langfristig Medienpolitik nicht auf Konkurrenzdenken gründen, sondern auf der Idee basieren, daß die verschiedenen Medien einander ergänzen.

An den Vortrag von R. Greßmann schloß sich eine erste Podiumsdiskussion an. Dabei wurde die Idee des Vortragenden aufgegriffen, für das terrestrische Fernsehen die Systeme PAL und SECAM durch das MAC/Paket-Verfahren zu ersetzen. Man war sich einig, daß dies in absehbarer Zeit zwar nicht geschehen wird, daß man aber langfristig durchaus damit rechnen könne. Das Konzept einer Systemfamilie beim MAC-Verfahren sei zwar ein Kompromiß, habe aber insbesondere den Vorteil, daß es einheitliche Empfänger ermögliche.

Die folgenden drei Vorträge (2 bis 4) befaßten sich mit der Optimierung der Eigenschaften von UHF-Sendern für das Fernsehen. Während in der Leistungsklasse bis 10 kW moderne UHF-Sender meist mit Tetrodenausgangsstufen ausgerüstet sind, dominiert ab 20 kW Ausgangsleistung nach wie vor das Klystron. Seine Vorteile sind hohe Verstärkung sowie lange Lebensdauer und große Robustheit. Verglichen mit der Tetrode hat das Klystron jedoch einen geringeren Wirkungsgrad und

weist große Nichtlinearitäten auf. Geringer Wirkungsgrad bedeutet aber hohe Betriebskosten. Um diese zu senken, muß das Klystron entweder nahe der Sättigung betrieben werden, oder man geht auf gepulsten Betrieb über. Beides hat zur Folge, daß die Nichtlinearität des Klystrons weiter zunimmt.

In zwei Vorträgen wurde über mögliche Verbesserungen von Klystronsendern berichtet. Die großen Linearitätsfehler von Klystrons können zum Beispiel durch eine adaptive Vorentzerrung kompensiert werden (2). Dabei werden die Linearitätsverzerrungen des Senderausgangssignals gemessen und Korrekturschaltungen in den ZF-Stufen des Senders mit Hilfe eines Computers entsprechend nachgesteuert. Auf andere Möglichkeiten der Systemoptimierung von Klystronsendern – beispielsweise mit Hilfe von fest eingestellten Entzerrungsschaltungen bei gepulstem Betrieb – wurde in dem zweiten Vortrag eingegangen (4).

Als Alternative zum Klystron und zur Tetrode bietet sich die sogenannte Klystrode™ an, über die erstmals im Jahre 1981 in den USA berichtet wurde. Nach Meinung ihrer Erfinder vereint die Klystrode die Vorteile von Klystron und Tetrode (3). Besonders hervorgehoben werden die möglichen hohen Ausgangsleistungen (> 30 kW bei 800 MHz), die hohe Leistungsverstärkung (20 dB) und die durch den hohen Wirkungsgrad (50 bis 70 %) bedingten niedrigen Betriebskosten.

Bei der nachfolgenden zweiten Podiumsdiskussion wurde von mehreren Sprechern betont, daß Stabilität und Betriebssicherheit von TV-Sendern ebenso wichtig seien wie hoher Wirkungsgrad und niedrige Betriebskosten. Die Optimierung der Sendersysteme habe nämlich auch zur Folge, daß diese komplizierter werden und schwieriger zu warten seien. Dieser Tendenz müsse eine verbesserte Meß- und Regelungstechnik entgegenwirken.

- (1) R. Greßmann, Belgien:  
Present position and future trends of terrestrial television in Europe.
- (2) D. A. Culling, Großbritannien:  
Adaptive precorrection for television transmitters.
- (3) D. H. Preist, M. B. Shrader, USA:  
Recent developments in Klystrode™ technology.
- (4) K. Kislinger, Bundesrepublik Deutschland:  
System optimization using pulsed Klystron amplifiers.

## 9. Kabelfernsehen (CATV)

### 9.1. Programmangebot und Vermarktung neuer CATV-Dienste

Erstmals seit Bestehen des Symposiums wurde eine Vortragsfolge für diesen Themenkreis eingerichtet. Zwei Vorträge beschrieben Marketingstrategien in dem weitentwickelten Kabelmarkt der USA einerseits (1) und im „Entwicklungsland“ Europa andererseits (2).

Neben der Anwerbung neuer Kunden für Pay-TV-Programme durch gemeinsame Bemühungen der Programmanbieter und der örtlichen Kabelgesellschaften ist in den USA offenbar auch das beständige Umwerben bereits gewonnener Kunden von erheblicher Bedeutung, da die Zahl der Abmeldungen im allgemeinen recht hoch ist und diese erhebliche Kosten verursachen (1). Im Gegensatz zu anderen sieht der Autor des ersten Vortrages in privaten Videorecordern keine Konkurrenz zum Pay-TV, sondern im Gegenteil eine Möglichkeit zu einer gegenseitigen Förderung.

Bei der Beschreibung der europäischen Situation, die im Gegensatz zu der in den USA durch weitgehende Reglementierung gekennzeichnet ist, beklagte der zweite Vortragende (2) vor allem die einschränkenden Vorschriften und den langsamen Ausbau der Kabelnetze durch staatliche Stellen. Er sieht darin ein großes Hindernis für neue Programmveranstalter, in absehbarer Zeit gewinnbringend zu arbeiten. Der Wunsch der Konsumenten

ten nach einer großen Anzahl weiterer Programme wird offenbar vorausgesetzt.

Zu Beginn der Podiumsdiskussion erhielten die Verfasser der beiden „Supporting Papers“ (3, 4) ausgiebig Gelegenheit, diese zu präsentieren. Dabei zeigte sich ein Gegensatz zwischen den Verfechtern sogenannter „Thematischer Kanäle“ (3) und Anbietern von Mischprogrammen herkömmlicher Art (4). Thematische Kanäle – das sind Spartenprogramme wie etwa ganztägig Kindersendungen, Musik oder Sport – sollen einerseits dem Zuschauer unter einer Vielzahl von Kanälen jederzeit die von ihm bevorzugte Programmrichtung bieten, andererseits natürlich auch eine auf einen bestimmten Kreis gerichtete Werbung erleichtern.

Bei der Zusammensetzung der Teilnehmenden war es nicht überraschend, daß bei der anschließenden Diskussion zumeist von der Voraussetzung ausgegangen wurde, ein Fernsehzuschauer könne erst bei einer Auswahlmöglichkeit zwischen mindestens 30 Programmen glücklich sein. So wurde zum Beispiel die im ersten Vortrag sehr gekonnt und durch viele MAZ-Vorführungen veranschaulichte Schilderung der Situation in den USA als Traumziel für Europa bezeichnet, während sie sicher nicht nur auf den Verfasser dieser Zeilen als potentiellen Fernsehzuschauer eher abschreckend wirkte.

- (1) J. S a p a n , USA:  
Marketing Pay TV in the United States.
- (2) L. L e n h a r d t , Österreich:  
Developing markets for new TV programs in Europe.
- (3) M. B i c k n e l l , Großbritannien:  
The challenge of change – Marketing and business strategy for 1990 onwards.
- (4) V. v. H a g e n , Bundesrepublik Deutschland:  
3 Sat: A test in international programming.

#### 9.2. Neue bzw. erweiterte Dienste auf Kabelanlagen

Obwohl nahezu die Hälfte aller Beiträge zu diesem Thema aus den USA, dem Ursprungsland der CATV-Technik kamen (4, 5, 7, 8, 10), so waren doch immerhin die beiden ersten (1, 2) bundesdeutscher Herkunft. Der eine hiervon (2) stammte von der Deutschen Bundespost (DBP) und gab sogar dieser Vortragsreihe den diesjährigen Titel: „New or extended CATV services“. Hierzu wurde in erster Linie ein Überblick darüber gegeben, was aus heutiger Sicht „im Kabel“ technisch machbar erscheint, aber auch die Frage aufgeworfen, ob das eine oder andere schon heute, oder, wenn überhaupt, erst in Zukunft vermarktbare sein dürfte und Gewinn abzuwerfen verspricht.

Nach wie vor soll der Hauptzweck von Kabelsystemen auch künftig die Bild- und Tonprogrammverteilung bleiben, sei es

- a) in der konventionellen, rundfunkgemäßen Art des „immer-alles-für-jeden“, oder sei es
- b) das Angebot zusätzlicher Programme gegen Entrichtung einer pauschalen Abonnementgebühr (Pay-TV), oder
- c) der Verkauf des einzelnen Beitrags gegen zeitproportionale und attraktivitätsabhängige Bezahlung („pay-per-view“), bzw. schließlich
- d) die kostenfreie bzw. gebührenpflichtige Verteilung eines „Textfernsehprogramms (Videotextinformationen in sämtlichen Zeilen eines Fernsehsignals).

Die zunächst rein quantitative Erweiterung des künftigen TV-Programmangebots der Kategorie a), also ohne zusätzliches Entgelt, wird durch Zuführung über Satelliten (insbesondere auch direkt strahlende Satelliten) oder terrestrische Verbindungen einschließlich Glasfaser leicht möglich sein. Spezielle Spartenprogramme wie Kultur, Musik, Sport, Bildung etc. werden ins Auge gefaßt. Aber auch neuartige, TV-ähnliche und kostenfreie Dienste (wie z. B. ein auf einem Kanal permanent repetierender

und stets aktualisierter Wetterbericht mit den jeweils neuesten Wettersatellitenbildern) sollen die Attraktivität und Teilnehmerdichte und damit letztlich die Rentabilität künftiger Kabelsysteme erhöhen helfen.

Was die kostenpflichtigen zusätzlichen Programmangebote gemäß b) und c) betrifft, so wurden die technischen Möglichkeiten kurz aufgezeigt. Es wurde aber auch deutlich auf den doch erheblichen und letztlich vom Abonnenten zu tragenden technischen Aufwand für solche Systeme hingewiesen, sofern diese nicht primitiv umgebar sein sollen (z. B. Scrambling oder FAT mit Neuverkabelung in den Gebäuden, neue Empfänger bzw. Vorsatzgeräte). Am höchsten ist der Aufwand für c) („pay-per-view“), zumal hierfür in der Regel eine Datenübertragung per Rückkanal erforderlich ist. Für beide Varianten b) und c) wird eine Akzeptanz angesichts des unvermeidlich hohen Aufwands nur bei hoher Attraktivität des angebotenen Programms vermutet.

Mit dem künftigen direkt strahlenden Satelliten (TV-SAT) erhofft sich die Bundespost ein zugkräftiges Argument zugunsten des Kabelanschlusses, da ein solcher im Vergleich zum Individualempfang der weitaus billigere Weg zu diesem neuen Programmangebot sein wird.

Als neuartige Anwendungsmöglichkeit eines Kabelsystems außerhalb der Bild- und Tonprogrammverteilung wurden folgende Kategorien aufgeführt:

- schmalbandige Rückkanaldienste wie z. B. Gas-, Wasser-, Stromzähler-Fernablesung, Alarm-Meldesysteme, Sicherheitsdienste;
- breitbandige Datenübertragung, wie z. B. Kabeltext in verschiedenen Varianten oder das DBP-Pilotprojekt DAVID (Daten-Verteil- und -Informationsdienst);
- individuelle (insbesondere Dialog-)Dienste.

In diesen Sparten erscheine allzu vieles machbar. Die Frage sei nur, was auf Dauer Wirtschaftlichkeit verspricht. Folgende Überlegungen sind hierzu unerlässlich:

- Besteht hinreichender Bedarf und besteht in absehbarer Zeit Aussicht auf Gewinn?
- Ist eine Realisierung in anderen, bereits bestehenden Netzwerken (z. B. Telefon) nicht billiger? (Diese Frage stellt sich auch dann, wenn, wie im Fall der DBP, ein einziger Betreiber für mehrere konkurrierende Netze zuständig ist.)
- Welche Zukunftstechnologien und Netzstrukturen sind regional, national und international zu erwarten?

Unter Berücksichtigung aller dieser Kriterien erscheinen nach dem derzeitigen Kenntnisstand für die Bundesrepublik Deutschland Breitband-Datenverteil- und Informationsdienste über Kabelsysteme ökonomisch sinnvoll, zumindest vorläufig und gegebenenfalls als Vorstufe vor der Einführung anderer Netze. Andererseits sei für Schmalbandanwendungen das Telefonnetz eindeutig vorzuziehen. Auch in der Diskussion wurde darauf hingewiesen, daß solche „gigantischen“ Bitraten wie z. B. 1 (Fehl-)Alarm pro Jahr doch wohl eine nicht ganz adäquate Nutzungsvariante für ein Kabelsystem darstellen.

Der andere bundesdeutsche Beitrag (1), von der Firma Siemens eingebracht, befaßte sich mit dem Vergleich zwischen CATV und einem künftigen integrierten Breitbandnetz und mit der Frage nach Koexistenz oder Konkurrenz beider Systeme. Zunächst wurden die Zukunftsaspekte von CATV-Systemen beleuchtet, was aber nach dem vorstehenden Bericht über (2) keiner weiteren Erläuterung mehr bedarf. Breitband-ISDN (Integrated Services Digital Network) in Glasfasertechnologie befindet sich erst im Stadium von Versuchen und Pilotprojekten, z. B. BIGFON (Glasfasersystem für den Teilnehmeranschluß) und BIGFERN (Glasfasersystem für überregionale Netzebenen) bei der DBP. Hiermit soll auf

lange Sicht und beginnend etwa Ende der 80er Jahre ein universelles Netzwerk mit optischer Übertragung geschaffen werden, das sämtliche breitbandigen Verteil-, Rückkanal- und Dialogdienste, aber auch schmalbandige Verteil- und Direktdienste abdecken könnte. Während reine Breitbandverteilungsdienste (z. B. TV) und Schmalband-Rückkanaldienste auch ebensogut über andere Netzwerke abwickelbar sind, gilt dies für breitbandigen interaktiven Videotex (Bildschirmtext) u. ä. nur mit Einschränkungen und ist für Bildfernsehen und sonstige breitbandige Dialogdienste praktisch nicht möglich.

Die bei Breitband-ISDN neben den Schmalbandanwendungen ins Auge gefaßten neuen Breitbanddienste wären stichwortartig die folgenden:

- HDTV-Fernsehübertragung mit z. B. 140 Mbit/s
- Interaktiver Videotex mit Grafik, Ton, Stand- und Bewegtbildabrufmöglichkeiten
- Bildtelefon
- Video-Konferenz.

Für die beiden großen Nutzungsbereiche „privat“ bzw. „geschäftlich“ seien unterschiedliche Akzeptanzen zu erwarten. Privat komme nur an, was entweder nicht zu teuer ist, oder aber einen Prestigegewinn verspricht wie etwa HDTV. Für das Jahr 2000 rechnet man insgesamt mit etwa einer Million ISDN-Anschlüssen, vor allem im geschäftlichen Bereich.

Zusammenfassend erscheine es sehr wohl möglich, daß Kabelfernsehen und Breitband-ISDN effizient nebeneinander existieren können, wenn folgende Punkte beachtet werden:

- Gemeinsame Gesamtplanung auf lange Sicht für beide Systeme, um Überschneidungen zu vermeiden. Auswahl des einen oder anderen je nach Anwendung geografischer Gegebenheit bzw. verfügbarer Technologie.
- Ökonomische Verkabelung durch rechtzeitige Einbeziehung von Satelliten auch zur Versorgung (noch) nicht verkabelter Regionen.
- Beschränkung der Koaxkabelsysteme auf Verteil- bzw. Pay-Dienste.
- Frühzeitige Einführung der Glasfasertechnik trotz vorerst höherer Kosten, u. a. auch in höheren Netzebenen der Kabelsysteme.
- Forcierte Standardisierung, Koordination und Hardwareentwicklung für ISDN.

Zwar werden auf absehbare Zeit Kabel-TV-Systeme bei der Verteilung von Bild, Ton, Text und Daten noch die Hauptrolle spielen. Breitband-ISDN jedoch mit seiner universellen „Kommunikationssteckdose“ werde sich auf lange Sicht zu einem für Abonnenten und Nutzer ebenso wie für Programm- und Informationsanbieter äußerst flexiblen und auch wirtschaftlichen Netzwerk entwickeln.

Alle nachfolgenden Beiträge einschließlich der „Supporting Papers“ (7 bis 11) befaßten sich mit Details verschiedener neuer oder auch im jeweiligen Land nur erstmals eingeführter bzw. entsprechend modifizierter Kabeldienste.

Über die Entwicklung von SINOVATEX, eines speziell an die enorme Vielzahl chinesischer Schriftzeichen angepaßten Videotext-Systems, sind Einzelheiten in (11) nachzulesen. Statt Zeichencodes werden hier in der V-Lücke Bildpunktsequenzen für die einzelnen „Buchstaben“ übertragen, während in der horizontalen Austastlücke noch drei digitale, adaptiv-deltamodulierte Tonkanäle zusätzlich Platz finden sollen.

Die Möglichkeiten von schmalbandigen Ton- und Datendiensten auch über Satelliten (7) sowie Details über

Sicherheits- (8) bzw. Zählerablesedienste (10) waren ebenso Gegenstand amerikanischer Beiträge wie die dortige Einführung des Stereo- bzw. Dreikanaltons (5) oder eines speziell auf die mangelhaften Übertragungseigenschaften amerikanischer Kabelsysteme zugeschnittenen Kabeltext-/Teletext-Systems (4). Zwei französische Beiträge (6, 9) befaßten sich mit einem „Tele-Videobibliothek“ genannten Abrufdienst. Nicht Massen-TV-Programme, sondern solche für spezielle Zielgruppen werden dem einzelnen Teilnehmer über Koax- bzw. Glasfaserkabel zugespielt, nachdem dieser über Videotex (Bildschirmtext) die entsprechende Auswahl getroffen und eine Anforderung abgesetzt hat. Dieser Versuchsdienst hat sich mittlerweile als technisch gut realisierbar erwiesen und verspricht eine sehr hohe und erfolgversprechende Akzeptanz. Die Anwahl erfolgt im übrigen über das sogenannte „Minitel“, ein einfaches Videotex-Terminal, das die französische Post versuchsweise ihren Telefonkunden anstelle des jährlich neu aufzulegenden Telefonbuchs ausgibt und das sich auch in dieser seiner elementaren Anwendung großer Beliebtheit erfreuen soll.

Schließlich wurde aus Kanada und den USA vom sogenannten „NABU<sup>13</sup>-Network“ (3) berichtet, einem System zur Lieferung von Software per Abonnement via CATV an die immer größer werdende Zahl von Heimcomputerbesitzern. Durch Verwendung eines kompletten TV-Kanals und einer speziellen Modulationsart (O-QPSK, d. h. offset quadrature phase shift keying) ergibt sich eine hohe Nettobitrate von fast 5 Mbit/s bei sehr geringer Empfindlichkeit gegenüber den typischen Übertragungsverzerrungen und damit hervorragend niedriger Fehlerrate.

Dieser Zusammenschluß von Kabelsystemen mit Computer-Hard- und Softwareanbietern hat mit seinem Breitband-Softwareverteilungsnetzwerk per Kabel oder Satelliten offenbar eine Marktlücke getroffen, die wohl darin besteht, daß viele Heimcomputerbesitzer nach der ersten Spielphase nicht mehr wissen, wozu das gute Stück zu verwenden sei. Und ihnen soll künftig, zumindest jenseits des großen Teichs – gegen Bezahlung natürlich –, geholfen werden können.

- (1) H. A r m b r ü s t e r , Bundesrepublik Deutschland: Cable TV systems and broadband ISDN: Coexistence or competition?
- (2) H. S t e k l e , Bundesrepublik Deutschland: A general view on new extended CATV services.
- (3) J. K e l l y , Kanada: Digital communications technology: Development of the NABU network.
- (4) G. W. S t a n t o n , USA: Cabletext/Teletext services in the United States.
- (5) A. B e s t , USA: Stereo services and equipment for CATV.
- (6) P. D u p u i s , J. P o n c i n , Frankreich: Videolibrary services experiments report.
- (7) N. M o u n t a i n , USA: Audio and data services for CATV networks.
- (8) D. L. H o r n b a c k , USA: CATV and home security, technical and business considerations.
- (9) J.-P. L a c o t t e , V. C a y l a , J.-M. M a h i e r , D. L a m i c h e , C. V e y r e s , Frankreich: Video libraries and interactive video systems: Hardware and software.
- (10) W. P r u i t t , USA: Utility meter reading.
- (11) Teletext Research Group, Volksrepublik China: Development of a specific Chinese TV Videotex system with adaptive receiving set for video and audio signals.

### 9.3. Fortschritte und Verbesserungen bei Kabelanlagen

Neben der Vorstellung neuer Systeme und Ideen wurden in dieser Vortragsreihe auch weitere Verbesserungen der bestehenden Kabeltechnik vorgeschlagen. Hervorzu-

<sup>13</sup> NABU – North American Broadcasting Union.

heben sind: die erweiterten Übertragungsmöglichkeiten mit der 440-MHz-Technik, Datenübertragung – kommerziell und für den Hausgebrauch –, neue Möglichkeiten der Mehrkanal-Programmverteilung zu den einzelnen Kabelinseln, Berechnung, Kalkulation und Entwurf von Kabelnetzen per Computer sowie Vorschläge für eine verbesserte Meßtechnik in Kabelsystemen. Daß nicht alles Neue auch sinnvoll ist, zeigte die zum Teil kontrovers geführte Podiumsdiskussion. Besonders im Bereich der Datenübertragung und der interaktiven Dienste gehen die Meinungen stark auseinander. Großbritannien setzt zum Beispiel auf die Datendienste; andere Teilnehmer behaupten, daß es bisher keinen Nicht-TV-Service gibt, dessen Verteilung sich über Kabel lohnt. Ein anderer Vorschlag war, zum Beispiel die interaktiven Sicherheitsdienste – mit im Durchschnittem einem Bit pro Jahr – lieber dem Telefon zu überlassen. Bemängelt wurden auch die derzeit verwendeten Meßtechniken auf Kabel, die in einigen Bereichen nicht praxistgerecht sind. Verbesserte Meßmethoden wurden in zwei Vorträgen vorgeschlagen.

Die derzeitige Kabelsituation in den USA schilderte der erste Vortragende (1). Wegen der fehlenden Fernsehumschalter spielt in den USA die Kabelverteilung eine sehr wichtige Rolle. Aus ökonomischen Gründen überwiegen Netze in Baumstruktur. Mit verbesserten Fernsehgeräten wächst auch das Qualitätsbewußtsein der Teilnehmer, so daß neben den Kabelanlagen vor allem auch die Programmzubringerverbindungen verbessert werden müssen. Vorschläge dazu waren: FM-Modulation auf Kabel, HDTV und MAC-Systeme.

Die neue 440-MHz-Technik auf Kabel mit 8 MHz breiten Kanälen oberhalb von 300 MHz soll vor allem die Satelliten-Programmübertragung nach einem der vorgeschlagenen MAC-Verfahren ermöglichen (2, 7). Etwa 1,3 x höhere Dämpfungswerte in diesem Bereich bedeuten zusätzliche Anforderungen an Verstärker und Kaskadenabstände; bei 23 Kaskaden sind Versorgungsradien von etwa 5 km möglich. Die Zahl der TV-Kanäle wird sich von bisher 24 bei 300 MHz Bandbreite auf etwa 40 bei 440 MHz Bandbreite vergrößern.

Allein drei Beiträge befaßten sich mit der Programmverteilung zu und zwischen den Kabelinseln über AM-Richtfunkstrecken im 12-GHz-Bereich mit Reichweiten von 10 bis 40 km (3, 8, 11). Es können je nach System bis maximal 24 bzw. 60 verschiedene TV-Programme und bis zu 32 Stereo-UKW-Programme per Blockumsetzung übertragen werden. Die Pilotanlage Mannheim-Ludwigshafen ist bereits mit einem solchen Programmzubringer ausgerüstet. Die Sende- und Empfangsantennen haben etwa 3 m Durchmesser. Neben den 12-GHz-Anlagen ist auch der Frequenzbereich um 18 GHz im Gespräch.

Datenverbindungen in Kabelnetzen für Sicherheitsdienste, Fehlerüberwachung, Kontrolle und Computerdienste waren ein weiteres Thema (4). Die verschiedenen Möglichkeiten, die dafür notwendigen Vor- und Rückkanäle im Frequenzband unterzubringen, wurden diskutiert. Derzeit liegt das Verhältnis TV zu anderen Diensten bei etwa 95 % zu 5 %.

Das geschaltete Kabel-TV-System der Firma Thorn EMI arbeitet mit intelligenten lokalen Schaltstellen für je etwa 100 Teilnehmer (5, 10). Über ein Sternnetz können bis zu 32 TV-Kanäle angewählt und maximal 3 Kanäle gleichzeitig zusammen mit diversen interaktiven Datendiensten zum Teilnehmer übertragen werden. Die lokalen Schaltstellen werden von einer Zentrale aus umgeschaltet. Auf diese Weise können Pay-TV, Pay-per-view, lokaler Fernsehtext usw. ohne zusätzlichen Decoderaufwand zum Teilnehmer geführt werden.

Ein Computer-Designprogramm für den Entwurf, die Planung, die Kostenanalyse bis hin zur Zeichnung der

Anschluß- und Verschaltungspläne von Kabelnetzen wurde im letzten Vortrag (6) vorgestellt.

Die Beiträge (7 bis 12) wurden nicht vorgetragen. Sie existieren nur als sogenannte „Supporting Papers“ in den „Symposium Records“. Die bereits erwähnten verbesserten Meßverfahren für Kabelanlagen sind in (7) und (9) beschrieben. Unter anderen soll die bekannte 3-Träger-Meßmethode für Intermodulationsprodukte durch eine praxisnahe Multikanalmessung ersetzt werden (7). Eine echte Überwachung und Messung der Qualität des Fernsehbildes ist mit den derzeit in Kabelsystemen angewandten Meßmethoden nicht möglich. In (9) wird von der Firma Rohde & Schwarz ein verbessertes und relativ preiswertes Prüfzeilenmeßgerät vorgestellt, daß die Bezeichnung UVF trägt und das auch während der normalen Programmzeiten eine ausreichende und zuverlässige Überwachung der Bildqualität erlaubt.

- (1) I. Switzer, USA:  
Current technology issues in CATV.
- (2) U. Horn, Bundesrepublik Deutschland:  
Demands on a 440-MHz CATV system – Possibilities of realization.
- (3) H. Bösch, H. Loibner, Österreich:  
Broadband multipoint AM-TV link system.
- (4) R. Baan, Niederlande:  
New criteria for advanced CATV and data networks.
- (5) A. J. Etheridge, Großbritannien:  
The Thorn EMI switched cable TV system.
- (6) N. Tollestrup, Dänemark:  
CADS, Computer-aided design of CATV.
- (7) S. Radike, P. Düerkop, Bundesrepublik Deutschland:  
Network-compatible 450-MHz systems for broadband communication systems.
- (8) T. M. Straus, USA:  
Recent developments in multi-channel microwave distribution for small CATV systems.
- (9) H. Harm, W. Henschke, H. Ibl, Bundesrepublik Deutschland:  
High speed digital insertion test signal video analyzer.
- (10) D. W. McQue, Großbritannien:  
The use of microprocessors in the Thorn EMI switched cable TV system.
- (11) E. Kneipp, H. Siekmann, Bundesrepublik Deutschland:  
AM-TV microwave distribution system.
- (12) J. de Bouvrie, Belgien:  
New TV modulator.

#### 9.4. Optische Breitbandnetze

Die Lichtwellenleiterübertragung ist in besonderem Maße zur Verteilung und Vermittlung von Sprache, Bild, Text und Daten innerhalb eines zukünftigen dienstintegrierenden Kommunikationsnetzes geeignet. Während Implementierungsfragen in bezug auf die optische Signalübertragung als weitgehend gelöst gelten dürfen, besteht das Hauptproblem in der Vorgabe eines geeigneten Realisierungskonzeptes für ein flexibles, ausbaufähiges Breitbandnetz, um sich der evolutionären Entwicklung neuer Dienste möglichst kontinuierlich anpassen zu können. Zwar sind sich die Experten weitgehend darin einig, daß ein optisches Netz in Sternstruktur für eine endgültige Lösung wohl die meisten Vorteile auf sich vereinigen würde; aus Kostengründen wird aber eine solche Lösung erst zum Ende dieses Jahrhunderts vollständig realisierbar sein. Auf die dann naheliegende Frage, welche Realisierungsschritte sich zwischenzeitlich anbieten, versuchten die beiden ersten Beiträge (1, 2) eine Antwort zu geben.

In Frankreich haben sich die Fernmeldebehörden zu dem schrittweisen Aufbau eines Breitbandkommunikationsnetzes mit einer zunächst beschränkten Anzahl neuer Dienste entschieden, das in der Primärebene zwischen Operations- und Verteilzentren aus einem baumstrukturierten unidirektionalen Breitbandnetz in Kombination mit einem Sternnetz aus Zweizeigverbindungen

mit einer Übertragungsrate von 2 Mbit/s besteht, in der Sekundärebene zwischen Verteilzentrum und Teilnehmeranschlüssen aber bereits als optisches Netz in Sternstruktur ausgebildet ist, wobei zunächst weder volle Dienstintegration noch volle Digitalisierung angestrebt werden (1). Aber bereits diese Aufbauphase bietet gegenüber herkömmlichen baumstrukturierten Koaxialnetzen eine höhere Flexibilität und hält insbesondere die Möglichkeit offen, später jederzeit weitere Dienstangebote mit einzubeziehen. Zwei Firmengruppen mit teilweise unterschiedlichen Realisierungskonzepten wurden ausgewählt, in den nächsten beiden Jahren eine Gesamtzahl von 320 000 Teilnehmern an das geplante Netz anzuschließen. Als Grundausstattung werden geboten: ein oder zwei TV-Kanäle mit Auswahlmöglichkeit aus 30 Programmen, ein HiFi-Tonkanal mit Zugriffsmöglichkeiten zu 30 Programmen, eine Zweizeige-Datenverbindung mit 4800 bit/s und ein bidirektionaler ISDN-Anschluß mit 144 kbit/s. Die TV-Kanäle können hierbei entweder als Kanäle mit freiem Zugriff, Subskriptionskanäle, Pay-Kanäle, Pay-per-view-Kanäle oder als Kanäle für besondere Benutzergruppen ausgebildet sein. Als nächster Schritt ist die Zusammenlegung von TV und HiFi-Ton mit Bildschirmtext vorgesehen, um die Voraussetzungen für einen Individualzugang zu Audio- und Videotheken zu schaffen. Weitere Anwendungen werden im übrigen in der Übermittlung von Alarmpfeifungen bei der Hausüberwachung, in der Weitergabe von Zählerständen, im Datentransfer zu Heimcomputern und im elektronischen Briefverkehr gesehen.

Die Erweiterung des zunächst nur für Schmalbanddienste vorgesehenen ISDN-Konzepts auf Breitbandanwendungen wird u. a. auch in der Bundesrepublik Deutschland verfolgt. Eine Realisierungsmöglichkeit für ein solches Vorgehen wurde im zweiten Referat mit der Vorstellung eines hochmodularen Breitband-ISDN-Konzepts gegeben, das extensiven Gebrauch von fiberoptischen und mikroelektronischen Möglichkeiten macht, um die notwendige Flexibilität im Netzentwurf und in der Systemeinführung bei möglichst optimaler Kostenminimierung zu erreichen (2). Um auch längerfristig die Anforderungen an eine hohe Bildqualität zu erfüllen, wird von einem „uniform broadband channel“ (UBC) mit einer Übertragungsrate von 140 Mbit/s ausgegangen, der zur Abdeckung der verschiedenen Kommunikationsdienste aus einer geeigneten Konfiguration von Subkanälen besteht und darüber hinaus die Zahl der notwendigen Baugruppen für Bündelung und Übertragung gering zu halten gestattet. Digitale Signalverarbeitung ist für alle schmal- und breitbandigen Signale im gesamten Netz vorgesehen, wobei durch Synchronbetrieb die Multiplexbildung und Vermittlung erleichtert sowie Jitter und Drift weitgehend eliminiert werden sollen. Die für Verteilung und Vermittlung notwendigen Koppelfelder lassen sich im übrigen mit dem gleichen Grundbaustein – einem Breitband-Koppel-IC mit 16 Ein- und Ausgängen – aufbauen. Während in der Anfangsphase jedem Teilnehmer ein Übertragungskanal von 140 Mbit/s über einen eigenen Glasfaseranschluß zugeteilt wird, ist es mit zunehmender Teilnehmerzahl erforderlich, auch Vielfache von 140 Mbit/s als Übertragungsrate über eine Glasfaser zu geben. Bis zu 16 UBC-Kanälen entsprechend 2,24 Gbit/s ist hierfür der Zeitmultiplexbetrieb derzeit kostengünstiger als Wellenlängenmultiplex. Erst bei darüber hinausgehenden Übertragungsraten, die sonst nur durch Bereitstellung zusätzlicher Glasfaserkabel aufzufangen wären, ist dann die optische Multiplexbildung vorteilhafter.

In der anschließenden Podiumsdiskussion hatten zunächst die mit eigenen Beiträgen im Tagungsband vertretenen Teilnehmer Gelegenheit, ihre Beiträge als sogenannte „Supporting Papers“ (3 bis 7) kurz vorzustellen. Mit Fragen der Videokonferenzgestaltung als eine der möglichen Anwendungen für das von der Deutschen Bundespost als Interimslösung vorgesehene Overlay-Netz von 140 Mbit/s setzt sich der Beitrag (3) auseinander. Neben der Bild- und Tonkommunikation sollten auch Signalübertragungen von Videoaufzeichnungsgeräten, Diagebern, Schreibgriffelgeräten und Hardcopy-Einrichtungen möglich sein. Um auch Konferenzverbindungen über Ländergrenzen hinweg durchführen zu können, ist allerdings eine Standardisierung der notwendigen Schnittstellen innerhalb der Grundausstattung eines Videokonferenzraumes unerlässlich. Weitere Hinweise betrafen gestalterische Gesichtspunkte (Ergonomie, Beleuchtung, Raumakustik), um letztlich den an verschiedenen Orten befindlichen Teilnehmern den Eindruck zu vermitteln, um den gleichen runden Tisch zu sitzen.

Fragen der Kosten und Abschätzungen der Rentabilität von TV-Verteilnetzen werden aus französischer Sicht im Beitrag (4) angesprochen. So haben bei der Installation solcher Anlagen sowohl die Fernmeldeverwaltungen als auch die eigentlichen Kabelprogrammbetreiber Kosten und Rentabilität für ihren Bereich zu überprüfen. Aufgrund französischer Untersuchungen können solche Anlagen bei einem Subskriptionspreis von FF 120,00 pro Monat rentabel arbeiten, wenn in einem Zeitraum von 5 bis 6 Jahren eine Anschlußrate von etwa 50 % erreicht wird. Während bei einem Koaxialnetz für eine mittlere Stadt von Anschlußkosten von FF 8000,00 pro Teilnehmer ausgegangen werden kann, hängen die Kosten für ein optisches Netz dagegen sehr stark vom Urbanisierungsgrad des zu verkabelnden Gebietes ab, so daß für Paris mit etwa FF 8700,00, für eine mittlere Stadt dagegen mit FF 11 400,00 zu rechnen ist.

Insbesondere zur Förderung neuer Technologien hat auch die englische Fernmeldeverwaltung (British Telecom) im Auftrag der britischen Regierung Pilotprojekte im Bereich der optischen Nachrichtenübertragung initiiert (5). So entsteht derzeit im Londoner Stadtteil Westminster ein sternstrukturiertes Breitbandvermittlungsnetz, bei dem vornehmlich optische Fasern (insgesamt 4000 km) zum Einsatz kommen. Lediglich die Verbindungen der zweiten Ebene zwischen den Vermittlungsstellen und den Teilnehmeranschlüssen werden zunächst per Koaxialkabel hergestellt. Mit der Einführung neuer Dienste wird aber auch für diese Verbindung der Lichtwellenleiter immer wirtschaftlicher. Für die Zusammenfassung der Kanäle vieler Teilnehmer wird auf längere Sicht eine Wellenlängenmultiplextechnik erwartet, wobei die einzelnen Wellenlängen in ähnlicher Weise wie die Trägerfrequenzen bei Frequenzmultiplextechnik im radiofrequenten Bereich zum Einsatz kommen. Auf diese Weise werden sich auf einer Glasfaser möglicherweise einmal mehrere tausend nahe beieinanderliegende optische Kanäle mit beispielsweise jeweils 500 Mbit/s übertragen lassen.

Auch in den USA und in Kanada versuchen die Fernmeldeverwaltungen, durch Erweiterung ihrer Kommunikationsnetze neue Anwendungsgebiete und damit neue Einnahmequellen zu eröffnen (6). Im geschäftlichen Bereich werden hier insbesondere Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen Computern, CAD/CAM<sup>14</sup>-Anwendungen oder Videokonferenzverbindungen gesehen, die höhere Übertragungsraten mit möglichst flexibler Bandbreitenteilung erforderlich machen. Für private Anwendungen wird das immer stärkere Eindringen des Heimcomputers Zugangsmöglichkeiten zu Informationsbanken zunehmend wünschenswerter erscheinen lassen. Außerdem dürfte sich auch der TV-Bereich mit EDTV, HDTV, Pay-TV, Pay-per-view-TV etc. immer stärker auswei-

<sup>14</sup> CAD — Computer aided design; CAM — Computer aided manufacturing.

ten. Um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen, müssen Netze mit höherer Übertragungskapazität und verbesserter Flexibilität zum Einsatz kommen, wobei einerseits die fiberoptische Übertragung mit Vorteil verwendet werden kann, zum anderen eine breitbandige Vermittlungstechnik erforderlich wird, die gegenwärtig noch in CMOS- oder ECL-Technologie zu realisieren ist, für die späterhin aber der optische Schalter die optimale Lösung darstellen dürfte. Im übrigen empfiehlt auch dieser Beitrag den Synchronbetrieb des Netzes, um an den verschiedenen Schalt- und Vermittlungsstellen mit möglichst geringem Aufwand Verkehrsströme mit den Standardbitraten aufschalten oder herausnehmen zu können.

Im Beitrag (7) werden weitere Einzelheiten zum französischen Lösungsvorschlag für die Errichtung eines fiberoptischen Videokommunikationsnetzes mitgeteilt. Während die TV-Signale der Zentralstation in üblicher AM-Restseitenbandübertragung zugeführt werden, erfolgt die Verteilung dieser Signale über das Primär- und Sekundärnetz in FM mit unterschiedlichen Trägerlagen. Die Schmalbanddienste Telefon (64 kbit/s) und Videotex (144 kbit/s) werden dagegen in digitaler FSK<sup>15</sup>-Modulation übertragen. Bis zur Teilnehmeranschlußeinheit werden Gradientenfasern, LEDs und PIN-Dioden verwendet. Danach erfolgt die Aufteilung auf die Teilnehmerend-einrichtungen über ein koaxiales Bussystem.

In der eigentlichen Podiumsdiskussion wurden nochmals die verschiedenen Vorgehensweisen in den einzelnen Ländern (insbesondere in Frankreich und in der Bundesrepublik Deutschland) auf dem Weg zu einem alle Dienste integrierenden Universalnetz auf der Basis eines sternstrukturierten Glasfasernetzes angesprochen. Nur durch ein Netzkonzept mit schrittweiser Anpassungsmöglichkeit an die wachsenden Erfordernisse (steigende Teilnehmerzahlen, vermehrte Dienste) lassen sich auch in einer Übergangsphase wirtschaftlich vertretbare Lösungen finden. Die vom Diskussionsleiter doch etwas zu euphorisch dargelegte Zukunftsperspektive der Bereitstellung fast beliebig hoher Übertragungskapazitäten bei noch vertretbaren Kosten im Teilnehmerbereich wurde nicht von allen Diskussionsteilnehmern akzeptiert. Auf der Endgeräteseite werden letztlich nur multifunktionale Lösungen unter Verwendung höchstintegrierter Bausteine wirtschaftlich tragfähig sein. Schließlich blieb in der Diskussion auch die Konkurrenzwirkung von Satellitenübertragung und Videokassette bzw. Videoplatte auf die neu entstehenden Breitbanddienste nicht unerwähnt.

Das erste von vier weiteren im Tagungsband abgedruckten „Supporting Papers“ (8 bis 11) hält die Anwendung von Wellenlängenmultiplex zunächst im Teilnehmeranschlußbereich wegen der beschränkten Übertragungskapazität der doch vorwiegend aus Kostengründen eingesetzten Stufenprofilfaser für erforderlich. Mit zunehmenden Kapazitätsanforderungen wird aber später auch im Fernnetz die optische Multiplextechnik erforderlich werden (8). Außerdem macht der Beitrag einige Angaben über den derzeitigen Stand der Technologie für optische Multiplexer und Demultiplexer.

In (9) werden weitere Einzelheiten über das weitgehend in Glasfasertechnik im Aufbau befindliche Breitbandkommunikationsnetz von Paris mitgeteilt. Über die Topologie eines optischen Breitbandverteilnetzes, das für jeden Teilnehmeranschluß 2 TV-Kanäle, einen HiFi-Kanal, einen digitalen Telefonkanal, einen interaktiven Videotexkanal sowie weitere Kanäle für eine Hausüberwachung vorsieht, wird in (10) berichtet, wobei zur Bedienung von zwei Teilnehmern über eine Glasfaser ebenfalls auf Wellenlängenmultiplex zurückgegriffen wird. Schließlich findet sich in (11) noch die Beschreibung einer optischen 143-Mbit/s-Übertragung für die

Übermittlung von Fernsehsignalen zwischen einer Schaltstelle und einem 1,6 km davon abgesetzten digitalen TV-Studio, bei der eine geschlossene Codierung bei 4facher NTSC-Farbträgerfrequenz (14,3 MHz) mit einer Quantisierung von 9 Bit/Abtastwert vorgenommen wird und sehr gute Übertragungswerte erreicht werden (Störabstand 58,5 dB, 1,5 % differentielle Verstärkung und 1° differentielle Phase).

- (1) H. Seguin, Frankreich:  
Progressive introduction of new services in a broadband network.
- (2) D. Boettler, H. M. Gündner, H. J. Matt, R. Stannard, Bundesrepublik Deutschland:  
Multichannel broadband ISDN.
- (3) K. Bechtold, Bundesrepublik Deutschland:  
Video conference on the optical overlay network.
- (4) M. Gensollen, M. Volle, Frankreich:  
Evaluating the cost of a CATV network and its profitability.
- (5) K. Shergold, Großbritannien:  
Deployment strategy for broadband local networks in Britain.
- (6) A. G. Toth, E. Colombini, P. J. McLaren, R. K. Yates, USA und Kanada:  
Fiber in the local exchange network: A planning overview.
- (7) M. Triboulet, Frankreich:  
Teledistribution and new services: A fibre optic video-communication network.
- (8) W. Rohrbeck, Bundesrepublik Deutschland:  
Wavelength division multiplexing — A possible approach to optical broadband networks?
- (9) Ph. Delhay, J. Vieillard, M. Bougeot, C. Veyres, J. Cellmer, Frankreich:  
The broadband communication network of Paris.
- (10) B. Jarret, Frankreich:  
Optical distribution network.
- (11) J. Ueda, T. Shoyama, H. Kakata, K. Kubo, T. Ichida, T. Tsutsumi, Japan:  
PCM video transmission for digital satellite studio by optical fiber.

#### 9.5. Interaktive CATV-Anlagen

Während Kabelfernsehanlagen zunächst vorwiegend zur Behebung von Versorgungsschwierigkeiten beim normalen Fernsehempfang (z. B. Abschattungseinflüsse und Reflexionsstörungen durch Hochhäuser) eingerichtet wurden, besteht bei den Kabelbetreibern in jüngster Zeit zunehmend das Interesse, durch Einschluß des Zweizegebetriebes (Hin- und Rückkanal) neue Anwendungsbereiche und damit auch zusätzliche Einnahmequellen zu eröffnen. Für den privaten Bereich reicht hierbei das Spektrum solcher interaktiver Dienste von den verschiedenen Arten eines Gebührenfernsehens (Subskriptions-TV, Pay-TV, Pay-per-view-TV) und Abrufmöglichkeiten von Kabeltext, Stand- und Bewegtbildern aus Videotheken, über Bildtelefon, „teleshopping“ und „home banking“ bis hin zur Hausüberwachung und zur Fernablesung von Zählerständen. Im kommerziellen Bereich ermöglicht der Zweizegebetrieb insbesondere den Datentransfer zwischen Computern, CAD/CAM-Anwendungen und Videokonferenzverbindungen. Trotz gewisser Rückschläge, wie dies erst kürzlich durch die Rücknahme von zwei bedeutenden Kabeldiensten in den USA zum Ausdruck kam, wird die längerfristige Entwicklung auf dem Gebiet der interaktiven CATV-Anlagen von Experten als durchaus positiv angesehen.

Über jüngste amerikanische Erfahrungen mit interaktiven CATV-Anlagen wurde in (1) berichtet. Während die Möglichkeiten des Rückkanals für Unterhaltungszwecke bereits recht zahlreich in Anspruch genommen werden, wobei sich gebührenbelegte Fernsehsendungen, die bis unmittelbar vor Sendebeginn noch geordert werden können („impulse pay-per-view-TV“), als besonders attraktiv erwiesen haben, werden andere Anwendungen wie „homeshopping“, Fernüberwachung oder Datentransfer in den USA bisher nur zögernd angenommen. Trotz der längerfristigen Vorteile eines sternstrukturierten

<sup>15</sup> FSK — Frequency shift keying.

Netzes mit faseroptischer Signalübertragung wurden für einen interaktiven Betrieb aus Kostengründen bisher vorwiegend Hybridsysteme mit Glasfasereinsatz im Zubringerbereich und Koaxialkabeleinsatz im Verteilbereich realisiert. Für eine CATV-Anlage für 100 000 Teilnehmer sind hierbei Kosten von etwa 70 Mio. Dollar anzusetzen, wobei die monatliche Teilnehmergebühr bei rund 30 Dollar liegt.

Durch die zahlreichen in Betrieb befindlichen Bildschirmtextdienste, durch den hohen technischen Stand der installierten Kabelsysteme und durch eine für den Heimcomputer erreichte Penetrationsrate von über 10 % liegen nach Ansicht des zweiten Vortragenden in Europa gegenüber dem amerikanischen Markt für interaktive Breitbandsysteme weit günstigere Startbedingungen vor (2). So dürften zunächst vor allem Abrufdienste z. B. für Kabeltext oder die Übertragung von Telesoftware für das Laden von Computernprogrammen z. B. für Spiele im Vordergrund stehen. In naher Zukunft ist aber auch mit der Inanspruchnahme weiterer interaktiver Dienste wie „home banking“, „teleshopping“ oder „electronic mail“ zu rechnen, wobei schließlich auch der Übertragung von Fotovideotext – das ist Bildschirmtext unter Einschluß der Übertragungsmöglichkeit von Einzelbildern mit TV-Qualität – oder dem Abruf von Bildinformationen aus Videotheken Erfolgssaussichten eingeräumt werden.

Mit den Möglichkeiten der Bereithaltung von Bildinformationen und ihrer Einspeisung in bestehende oder zukünftige Breitbandnetze setzte sich der Beitrag (3) auseinander. Während das für einen Anschluß an das Pariser Videokommunikationsnetz vorgesehene Museum für Wissenschaft und Technik in La Vilette seine Bildinformationen ausschließlich auf bisher etwa 200 000 Videoplaten zur Verfügung hält, wird die im Aufbau befindliche Pariser „Videothek“ sowohl Film als auch Magnetband (3/4-Zoll-U-matic) als audiovisuelle Speichermedien verwenden. Der optimale Grad der Automation (Laden und Entladen der Abspielmaschinen, Auffinden der gewünschten Titel, Aneinanderreihen der einzelnen Beiträge) ist zwar noch nicht gefunden, obwohl speziell für den Lade- und Entladevorgang bereits Kleinroboter mit Adaptionmöglichkeiten an verschiedene Abspielgeräte verfügbar sind. Mit dem Aufbringen eines fortlaufenden Zeitcodes und dem Aufsprechen der wichtigsten Bandangaben (z. B. Titel, Aufzeichnungsformat, Beginn und Ende der einzelnen Beiträge) in den Userbits zu Beginn des Bandes bestehen jedoch bereits wichtige Voraussetzungen für einen späteren automatischen Abspielbetrieb.

Mit der Einführung der Bildschirmtextdienste wird auch das breite Publikum zunehmend mit den Möglichkeiten interaktiver Dienste vertraut gemacht. Mit seinen bisher über 600 000 für das „elektronische Telefonbuch“ installierten, aber auch mit Zugangsmöglichkeiten für die übrigen Bildschirmtext-Anwendungen ausgestatteten Minitel-Terminals sieht sich Frankreich als die weltweit führende Nation auf diesem Gebiet (4). Über die gleichen Terminals lassen sich auch die verfügbaren Sendetitel einer TV-Programmbibliothek aufrufen, um anschließend die gewünschte Programmauswahl zu treffen. Eine solche Zugangsmöglichkeit zu TV-Programmen erlaubt auch eine exakte Entgeltregelung entsprechend der wirklichen Zuschauerbeteiligung (siehe auch 9.2.).

In den USA und Kanada sind gegenwärtig bereits annähernd 1,5 Millionen TV-Teilnehmer an ein Zweiweg-Kommunikationsnetz angeschlossen (5). Während die Erweiterung eines unidirektionalen in ein bidirektionales Netz keine außergewöhnlichen Kostenprobleme verursacht, ist die Auswahl der Netzstruktur besonders sorgfältig zu treffen, um Störbeeinflussungen durch Einstreuungen möglichst gering zu halten und anfallende Kosten für Wartung und Instandhaltung zu minimieren. Unter

diesen Vorgaben empfehlen sich vor allem segmentierte Netze, wobei durch Verwendung ferngesteuerter Schalter im Rückkanal insbesondere auch die Geräuschakkumulation gering gehalten werden kann. Während Impulsstörungen (z. B. durch geschaltete Netzteile) durch geeignete Filterung weitgehend unschädlich gemacht werden können, ist den radiofrequenten Einstreuungen nur durch sehr sorgfältigen Aufbau und geeignete Abschirmmaßnahmen beizukommen.

Von den drei „Supporting Papers“ (6 bis 8), von denen die beiden ersten von ihren Autoren zu Beginn der Podiumsdiskussion kurz vorgestellt wurden, betrachtet der Beitrag (6) Möglichkeiten für die Digitalcodierung des Fernsehsignals in künftigen optischen Breitbandnetzen. Neben dem Wunsch nach Verwendung eines einheitlichen Codierungsschemas für alle Bildkommunikationsdienste sind insbesondere für die Endrichtungen beim Teilnehmer möglichst kostengünstige Lösungen anzustreben, wobei allerdings ein tragfähiger Kompromiß zwischen dem Schaltungsaufwand für die Endgeräte und der Festlegung der notwendigen Datenübertragungsrate gefunden werden muß. Während bei 140 Mbit/s unter Zugrundelegung eines 4:1:1-Abtastratenverhältnisses noch eine kostengünstig realisierbare 8-Bit-PCM-Codierung verwendet werden kann und selbst bei 70 Mbit/s unter Einsatz einer zweidimensionalen DPCM die Codiereinrichtungen mit wenigen VLSI-Schaltkreisen aufzubauen sind, erfordert die Codierung mit 34 Mbit/s für ausreichende Bildqualität neben einer Abtastratenkonversion und der Eliminierung von H- und V-Lücke zusätzliche Bitratenreduktionsmaßnahmen (z. B. adaptive Intra-/Interframe-DPCM mit nachgeschalteter Lauffängercodierung), die aufgrund ihrer Komplexität wesentlich höhere Kosten verursachen, so daß sich entsprechende Codiereinrichtungen weniger für den Teilnehmerbereich als vielmehr für die Fernübermittlung von Bildfernseh- und Videokonferenzsignalen eignen dürften.

Seit Ende 1979 ist in Biarritz das gegenwärtig größte optische Kabelversuchsnetz im Entstehen, das im Endausbau für insgesamt 1500 Teilnehmer sowohl verteilte als auch vermittelte Schmalband- und Breitbanddienste anbieten wird. Mit diesem Vorhaben sollen auf der einen Seite wichtige Erfahrungen bezüglich der optischen Verkabelungstechnik – angefangen von den notwendigen Verbindungstechniken wie Spleißen und lösbaren Steckverbindungen, über die opto-elektrischen Wandler und Breitbandvermittlungseinrichtungen bis hin zu Wartungs- und Lebensdauerfragen – gemacht werden. Zum anderen werden im Zusammenhang mit der Bereitstellung neuer Dienste aber auch Fragen der Akzeptanz, Änderungen der Benutzergewohnheiten oder gar gesellschaftliche Einflüsse mit besonderem Interesse verfolgt. Über erste Erfahrungen mit zwischenzeitlich 500 angeschlossenen Teilnehmern wird in Beitrag (7) berichtet. Trotz einer Tarifgestaltung, die den Gegebenheiten einer späteren Einführung möglichst nahekommen soll, wurden die neu angebotenen Dienste nach einer gewissen Phase der Zurückhaltung durchaus positiv angenommen. Während im gewerblichen Bereich verschiedene Dienstleistungsbranchen (Banken, Hotels, Reisebüros) die neuen Bildübermittlungsmöglichkeiten mit Vorteil zu nutzen suchen, konnte bei den privaten Teilnehmern eine vermehrte Nutzung der nun weit zahlreicher angebotenen audiovisuellen Programme sowie ein Übergang vom herkömmlichen Telefonieren zum Bildtelefonieren bei gleichzeitig erhöhter Benutzungsdauer festgestellt werden.

Die Einrichtung schmalbandiger Rückkanäle in bestehenden CATV-Anlagen erlaubt im Zusammenspiel mit den vorhandenen breitbandigen Verteilkanälen auch Kabeltext mit Abrufmöglichkeiten auszustatten (8). Auftretende Probleme wie Signalbeeinflussungen durch Filter, Rauschakkumulation oder Echostörungen, Beein-

trächtigungen des Gesamtnetzverhaltens bei Ausfall einzelner Komponenten und Vermeidung eines nichtautorierten Datenzugriffs lassen sich durch verschiedene Maßnahmen wie Unterteilung des Rückkanals in mehrere Subkanäle, durch Zwischenschalten geeigneter Verstärker im Rückkanal und durch Einfügen „intelligenter“ Überwachungseinrichtungen für die Zugriffskontrolle praktisch beheben. Kabeltext und Kabeltextabruf sind im übrigen als neue CATV-Dienste im Rahmen der bundesdeutschen Kabelpilotprojekte zur Erprobung vorgesehen.

In der anschließenden Podiumsdiskussion ging es weniger um technische Aspekte als vielmehr um Akzeptanzfragen und Änderungen im Benutzerverhalten im Zusammenhang mit der Einrichtung interaktiver CATV-Systeme. Obwohl gegenwärtig noch keine abschließenden Beurteilungen möglich sind, scheint sich das doch überwiegend als günstig bezeichnete Akzeptanzverhalten zum einen in einer vermehrten Inanspruchnahme der Abrufmöglichkeiten von Unterhaltungs- und Lehrprogrammen neben der normalen TV-Programmverteilung auszudrücken. Andererseits wurde nochmals auf die Änderungen der Fernsprechwohnheiten zugunsten des Bildtelefonierens hingewiesen.

- (1) P. J. Alden, USA:  
The American experience with interactive services.
- (2) E. Williams, Großbritannien:  
Current and future possibilities for interactive services.
- (3) B. Lorig, Frankreich:  
Image services on broadband networks.
- (4) P. Flichy, J. C. Marcovici, Frankreich:  
Interactive services on optical broadband networks.
- (5) G. Allora-Abbondi, USA:  
Interactive communication networks — Design concepts and operational experiences.
- (6) P. Pirsch, Bundesrepublik Deutschland:  
Coding of TV signals for broadband communications.
- (7) F. Gerin, N. de Tavernost, P. Touyarot, Frankreich:  
Biarritz, a year after the opening.
- (8) R. Scholz, H. Th. Hagmeyer, Bundesrepublik Deutschland:  
A modular concept for return channels in CATV networks.

#### 9.6. Entwicklungstendenzen bei den Hausanschlußgeräten

Zwei Vortragende befaßten sich mit den Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der Hausanschlußgeräte aus amerikanischer (1) und europäischer Sicht (2). Nach einem historischen Überblick über die Entwicklung von Pay-TV in amerikanischen Kabelnetzen erörterte W. S. Ciora die kurz-, mittel- und langfristigen Entwicklungen der Hausanschlußgeräte in Amerika (1). Er betonte, daß in der nahen Zukunft nur einfache, kostengünstige Systeme erfolgreich eingesetzt werden können. Technisch komplizierte und damit teure Systeme haben nur eine Berechtigung, wenn sie eine hohe Rendite erwirtschaften. Viele neue Dienste wie Fernsehtext, das sogenannte „home banking“ und „home shopping“ haben sich noch nicht im gewünschten Maße durchgesetzt. Für einen Rückkanal fehlten zur Zeit noch die wirtschaftlichen Argumente. Hohe Betriebskosten und eine noch zu teure Technologie machen den Kabelbetreibern das Leben schwer genug.

Die Funktion, Sendungen zeitversetzt betrachten zu können, wird vermehrt durch Aufzeichnung mit Videorecordern wahrgenommen. Daneben können bespielte Bänder gemietet werden. Dies senkt weiterhin die Bereitschaft der Teilnehmer, zusätzliche Kabelkanäle zu mieten. Neue kabeltaugliche Heimempfänger, die auch mit Fernbedienung ausgestattet sind, haben beim Teilnehmer sogar eine gewisse Abneigung gegen Pay-TV entstehen lassen. Neue Verfahren wie HDTV, MAC-Signalübertragung und Mehrkanalton stellen die Kabelbetreiber vor neue Probleme, die eine mittelfristige Vor-

hersage über die Entwicklungstendenzen bei Hausanschlußgeräten sehr schwierig gestalten. Langfristig gesehen wird der Kunde das Heimanschlußgerät erwerben anstatt nur zu mieten. Daraus ergibt sich die Forderung nach hoher Verschlüsselungssicherheit. Aus der Anordnung des Decoders hinter dem Tuner des Heimempfängers leitet sich die Forderung nach einer einheitlichen Videoschnittstelle ab. Für die Integration des Decoders im Heimempfänger ist jedoch ein einheitlicher Verschlüsselungsstandard Voraussetzung.

Der zweite Vortragende schilderte die Anforderungen an ein Pay-TV-Codierungssystem aus der Sicht eines europäischen Kabelbetreibers (2). Heimempfänger mit Kabeltuner sind in einigen europäischen Ländern bereits weit verbreitet, und eine einheitliche Videoschnittstelle mit dem sogenannten „SCART“-Stecker ist genormt. In der Zukunft könnten die Funktionen eines Kabelendgerätes für Pay-TV bereits im Heimempfänger integriert werden. Dies setzt jedoch — wie bereits in (1) erwähnt — einen einheitlichen Standard für ein Pay-TV-Codierungssystem voraus. Dieser einheitliche Standard sollte folgende grundsätzliche Forderungen erfüllen:

- Das verschlüsselte Signal darf keine höheren Anforderungen an den Übertragungsweg (Kabelnetz, Kopfstation, Richtfunkverbindung, Satellitensende- und empfangsstation) stellen als das normale (unverschlüsselte) Signal.
- Der Decoder darf keine Baugruppen enthalten, die bereits im Heimempfänger enthalten sind.
- Die Verschlüsselungssicherheit sollte allein aus der verwendeten Software resultieren und nicht aus der Hardware des Decoders.

Da die Mehrzahl der Heimempfänger noch nicht mit Kabeltunern ausgerüstet ist, muß die Einführung von Hausanschlußgeräten in Stufen erfolgen. Die erste und teuerste Einführungsstufe stellt der Konverter dar (Demodulator, Decoder, Modulator). Wenn eine Videoschnittstelle im Heimempfänger vorhanden ist, kann der Modulator entfallen. In der letzten Stufe bleibt allein der Decoder übrig.

Das Verschlüsselungssystem muß für alle Pay-TV-Übertragungswege (Kabelnetze, Satelliten und terrestrische Sender) geeignet sein, und unverschlüsselte Programme sollten in ihrer Qualität durch den Decoder nicht beeinflußt werden. Sowohl das Bild als auch der Ton müssen soweit verschlüsselt sein, daß ohne Decoder das Bild nicht erkennbar und der Ton nicht verständlich ist. Die bislang am weitesten verbreitete Methode der Bildverschlüsselung durch Unterdrückung der Synchronimpulse kann nicht akzeptiert werden. Für die Tonverschlüsselung sollten vorzugsweise digitale Verschlüsselungsmethoden Anwendung finden.

Zu Beginn der anschließenden Podiumsdiskussion wurden die „Supporting Papers“ (3 bis 7) von ihren Autoren kurz vorgestellt. In der Diskussion wurde besonders betont, daß Hausanschlußgeräte einfach zu bedienen und vor allem billig sein müssen. Eine Zusammenarbeit zwischen der UER und den Geräteherstellern mit dem Ziel, ein einheitliches Verschlüsselungssystem zu erarbeiten, wurde befürwortet, da eine Vielzahl verschiedener Systeme sowohl die Benutzer als auch die Gerätehersteller verwirren würde.

Gegen das Konzept der Signalverschlüsselung setzte G. Harper (USA) als Vertreter von R. B. Dickinson das Konzept eines adressierbaren Signalstörers (4), der außerhalb der Wohnung des Abonnenten angebracht ist, damit er vom Teilnehmer nicht einfach überbrückt werden kann. Bei dieser Technik wird mit Hilfe eines Synthesizers ein gepulstes RF-Störsignal in denjenigen Pay-

TV-Kanälen erzeugt, die der Teilnehmer nicht abonniert hat. Damit läßt sich durch Ausfall der Empfängersynchronisierung eine sehr wirksame Bildstörung und durch entsprechende Impulse und Modulation eine gleichermaßen wirksame Tonstörung erzeugen. Bei Freischaltung des Teilnehmers wird das Störsignal abgeschaltet.

- (1) W. S. C i c i o r a , USA:  
Trends in CATV home terminals.
- (2) M. C h r i s t o p h , Schweiz:  
Standardization of home terminals for Pay-TV.
- (3) W. A n d r i c h , H. J. M o s e l , Bundesrepublik  
Deutschland:  
Inhouse systems with advanced home terminals.
- (4) R. B. D i c k i n s o n , USA:  
Off premises adressability with signal jamming.
- (5) M. L o n g , USA:  
The baseband approach.
- (6) Y. N o i r e l , A. C a y e t , Frankreich:  
Future of audiovisual terminals.
- (7) M. T r i b o u l e t , Frankreich:  
Subscriber terminal equipment and domestic communi-  
cation network in future videocommunications networks.

## TAGUNGEN UND AUSSTELLUNGEN

### Termine

8. 11. – 10. 11. 1985 Hannover	INTERRADIO 85 Internationale Ausstellung für Amateurfunk, Computer-Technik und Hobbyelektronik	17. 3. – 20. 3. 1986 London	IERE Conference on Video, Audio and Data Recording
12. 11. – 14. 11. 1985 Mannheim	7. NTG-Fachtagung Hörrundfunk	9. 4. – 16. 4. 1986 Hannover	Hannover-Messe 86
12. 11. – 16. 11. 1985 München	Productronica 85 6. Internationale Fachmesse für die Fertigung in der Elektronik	21. 4. – 23. 4. 1986 Paris	EUROCON 86 Advanced Technologies and Progresses in Communication and Power Systems
25. 11. – 27. 11. 1985 München	Bewegliche Funkdienste NTG-Fachtagung	7. 5. – 10. 5. 1986 Frankfurt	BROADCAST 86 Internationale Fachmesse für Film, Funk, Fernsehen
7. 2. – 8. 2. 1986 Chicago	20th Television Conference (SMPTE)	12. 5. – 16. 5. 1986 München	ICDSC 7 7th International Conference on Digital Satellite Communications
4. 3. – 7. 3. 1986 Montreux	80th AES CONVENTION	2. 6. – 6. 6. 1986 Mainz	12. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG)

## BUCHBESPRECHUNGEN

**Antennentechnik – Empfangsanlagen für Ton- und Fernseh-Rundfunk.** Aus der Reihe: Philips Taschenbücher. Von Gerhard K. Boggel. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. VIII, 139 Seiten, 111 Bilder, 19 Tabellen, Format 21 cm x 15 cm, kartoniert, Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1983, Preis 26, DM, ISBN 3-7785-0888-1.

Nicht für den Laien, sondern für den Ingenieur und Techniker, der bereits mit Theorie und Praxis vertraut ist, ist dieses Taschenbuch geschrieben. Ausführlich, mit etwas Theorie und Vorschlägen zur optimalen Planung und Berechnung von Einzelantennenanlagen, Gemeinschaftsanlagen und großen Breitbandnetzen wird über die derzeit angewandten Techniken berichtet. Aber auch die neuen Möglichkeiten des Satellitenempfangs und die Verteilung der Satellitenkanäle über Kabel werden diskutiert. Die Empfangsantennen selbst von LMK über UKW bis UHF behandelt ein gesonderter Abschnitt, weitere Themen sind Beschreibung und Eigenschaften der für Gemeinschaftsanlagen notwendigen passiven Bauelemente, wie Verteiler, Steckdosen, Richtkoppler, Dämpfungsglieder usw. Bei den aktiven Bauteilen werden die verschiedenen Verstärkertypen und Frequenzumsetzer beschrieben. Weitere Themen sind die Eigenschaften der Koaxialkabel, Überwachung und Messung von Antennenanlagen und Schulfernsehsysteme. Der umfangreiche (24 Seiten) Anhang enthält neben Umrechnungstabellen, VDE- und DIN-Vorschriften, Schaltzeichentabellen, Post-Vorschriften auch eine komplette Übersicht der Rundfunk- und Fernsehnormen mit übersichtlicher Sendertabelle. Alles in allem ist das Buch ein kompakt gehaltenes und hilfreiches Nachschlagewerk für alle Bereiche der Antennen- und Kabelanlagen-Technik.

Siegfried Dinsel

**Nachrichtentechnik. Band 14: Digitale Übertragungssysteme.** Von Günter Söder und Karlheinz Tröndle. Hrsg. Hans Marko. XII, 282 Seiten, 113 Bilder und Tabellen, Format 24 cm x 16,5 cm, geheftet, Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York – Tokyo 1985, Preis 74,- DM, ISBN 3-540-13812-9.

Die Entwicklung der elektrischen Nachrichtentechnik, vornehmlich des letzten Jahrzehnts, ist geprägt vom Trend zur Digitalisierung, wobei die Möglichkeiten sich durch technologische Fortschritte einerseits und neue theoretische Ansätze andererseits enorm vervielfältigt haben. Gleichzeitig ist ein systemtechnischer Wandel zu beobachten, der die klassische Einteilung der Nachrichtentechnik immer mehr in Frage stellt.

Das vorliegende Buch aus der Reihe Nachrichtentechnik befaßt sich mit den theoretischen Grundlagen der digitalen Übertragungstechnik. Es schließt in der deutschsprachigen Literatur insofern eine Lücke, als es den Leser mit modernen Basisbandverfahren vertraut macht, wie sie zum Beispiel für drahtgebundene Systeme typisch sind. Auch die optische Nachrichtenübertragung mittels Glasfaser läßt sich systemtheoretisch hier einordnen.

Die Autoren wenden sich an Ingenieure und Physiker, die sich mit der Planung und Realisierung von digitalen Übertragungssystemen befassen sowie an Studierende höherer Semester, die über fundierte Kenntnisse vor allem in Mathematik und Informationstheorie verfügen. Das Werk behandelt die speziellen Problemkreise in der Form, daß jedem Thema ein in sich weitgehend abgeschlossenes Kapitel gewidmet ist. Somit kann der Fachmann bequem einzelne Kapitel überspringen. Dabei empfindet es der Leser als angenehm und nützlich, daß er eingangs jeweils eine kurze Inhaltsangabe sowie die dafür gültigen Voraussetzungen findet.

Zunächst werden die Komponenten eines digitalen Übertragungssystems (Quelle, Sender, Kanal, Entzerrer, Detektor, Taktgewinnung) erläutert. Es folgt die Fehlerbetrachtung binärer und mehrstufiger Systeme. Ein weiteres Thema sind die Übertragungscode, mit deren Hilfe die Informationen für die Übertragung aufbereitet werden. Den Problemen auf der Empfängerseite sind zwei weitere Kapitel gewidmet. Die Quantisierte Rückkopplung als wirkungsvolles Prinzip zur Kompensation von Impulsinterferenzen und die Eigenschaften von optimalen Digitalempfängern (z. B. Viterbi-Empfänger, Nyquist-Systeme) seien hier als Stichworte genannt. Die Ergebnisse jüngster Untersuchungen finden besonders ihren Niederschlag in zwei weiteren Kapiteln über Leistungsmerkmale und Grenzen sowie über Optimierung und Vergleich digitaler Übertragungssysteme. Den Abschluß bildet die Diskussion optischer Übertragungssysteme (Komponenten, Fehlerwahrscheinlichkeit, Optimierung).

Das Buch ist hochaktuell und stellt eine sehr gute Einführung in die Theorie der Digitalübertragung dar. Da es mathematisch gewisse Ansprüche stellt, wäre eine Zusammenstellung der Formelzeichen insbesondere für den Leser, der die Kapitel nicht durchgehend liest, eine hilfreiche Ergänzung.

Bodo Morgenstern

**GaAs-Feldeffekttransistoren.** Aus der Reihe: Halbleiter-Elektronik, Band 16. Von Walter Kellner und Hermann Kniepkamp. Hrsg. Walter Heywang und Rudolf Müller. 274 Seiten, 119 Bilder und Tabellen, Format 23 cm x 15,5 cm, geheftet, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo 1985, Preis 74,- DM, ISBN 3-540-13763-7.

Galliumarsenid (GaAs) ist ein Werkstoff mit bekanntermaßen günstigen Hochfrequenzeigenschaften, der im Zeitalter der Breitbandkommunikationssysteme immer mehr an Bedeutung gewonnen hat. Insbesondere der Galliumarsenid-Feldeffekttransistor (FET) hat sich dabei zu einem vielseitig einsetzbaren Grundbauelement für die Mikrowellentechnik und für superschnelle digitale Schaltungen entwickelt. Da die Technologie des GaAs-FET viele komplexe Einzelprozesse beinhaltet, ist sie im Vergleich zur Silizium-Technologie noch relativ jung, und die weitere Entwicklung läßt noch manchen Fortschritt erwarten.

Das vorliegende Werk aus der bekannten Reihe Halbleiter-Elektronik wendet sich an Ingenieure, Naturwissenschaftler und Studenten, die sich mit dieser aktuellen Themenstellung vertraut machen wollen. Es ist als Lehrbuch konzipiert und baut auf elementaren Kenntnissen der Halbleiter-Elektronik auf. Nach einer knappen Einleitung, in der unter anderem ein kurzer historischer Abriss der Entwicklung gegeben wird, folgen 7 weitere Kapitel, in deren Brennpunkt das GaAs-MESFET (Metal-Semiconductor-FET) steht. Zunächst werden Prinzip und Ausführungsform von Hochfrequenz-FETs beschrieben. Es folgt die ausführliche Behandlung des Ladungstransports allgemein und für den MESFET im besonderen. Kleinsignalverhalten, Rauschen und MESFET-Bauformen sind ein weiteres Thema. Den wesentlichen technologischen Schritten des GaAs-Planar-Verfahrens (Herstellung von Grundmaterial, aktiven Schichten und Bauelementestrukturen) gilt das nächste Kapitel. Anschließend wird das wichtige Thema der Stabilität und Zuverlässigkeit behandelt. Die beiden letzten Kapitel befassen sich mit neuartigen Materialien und Schichtfolgen (ternäre und quaternäre Halbleiter) und mit den Zukunftsaussichten für analoge und digitale monolithisch integrierte Schaltungen. Der Anhang enthält die wesentlichen Grundlagen der Hochfrequenzmeßtechnik, die für den GaAs-MESFET wichtig sind. Das nach Kapiteln gegliederte Literaturverzeichnis ist ausführlich und berücksichtigt den Stand der Wissenschaft bis 1983.

Das Buch gibt einen umfassenden Einblick in die Grundlagen eines zukunftssträchtigen Halbleiter-Bauelements und ist wegen seiner klaren Darstellungsweise allen (obengenannten) Adressaten sehr zu empfehlen.

Bodo Morgenstern

**The Satellite Experimenter's Handbook.** Von Martin R. Davidoff. 207 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Format 27,8 cm x 20,5 cm, geheftet, DARC-Verlag, Bau-natal 1984, Preis 35,- DM, ISBN 0-87259-004-6.

„Herausforderung oder Enttäuschung, Faszination oder Verwirrung – egal wie immer die Reaktion des einzelnen sein mag, der Amateurfunk hat durch die Satellitentechnik eine neue Dimension erhalten.“ Mit diesen Worten umschreibt Martin R. Davidoff, Verfasser des vorliegenden Buches und selbst seit über 27 Jahren begeisterter Funkamateurliebling, die Aura, von der die Amateursatelliten seit dem Start von Oscar 1 im Dezember 1961 umgeben sind. Damit sind einige Funkamateure sicherlich zu den Pionieren eines Satellitenzeitalters zu zählen, was durch die fast täglichen Meldungen über die Starts neuer künstlicher Erdtrabanten etwas in Vergessenheit gerät und einer breiten Öffentlichkeit vielfach auch gar nicht bekannt sein dürfte. Sie haben damit mitgeholfen, den Grundstein zu einer Entwicklung zu legen, deren Auswirkungen auf die Medienlandschaft mit der Einführung des Satellitenfernsehens für jedermann in der Bundesrepublik Deutschland in absehbarer Zeit einen neuen Höhepunkt erreichen werden. Damit ist dieses Buch eigentlich dem Trend entsprechend auf dem Markt erschienen und kann mit Sicherheit zu den interessantesten Neuerscheinungen auf diesem Sektor der Technik gezählt werden.

Ogleich es sich eigentlich an Radioamateure richtet, für die es selbstverständlich Pflichtlektüre sein sollte, gibt es jedem Interessierten einen guten Einblick in eine zukunftsorientierte Technik. Der Autor versucht, sowohl dem Einsteiger die Materie in einprägsamer und lockerer Form näherzubringen als auch dem fortgeschrittenen Amateur wertvolle Anreize zur Vertiefung seines Hobbys zu geben. Was dabei besonders positiv auffällt, ist die Fülle der Abbildungen, Tabellen und grafischen Kurven, die das Gelesene auf anschauliche Art und Weise ergänzen. Für den geübten Bastler jedoch ist es eine wahre Fundgrube. Mit einer Vielzahl von praxiserprobten Nachbauanleitungen, von der einfachen Antenne bis hin zu kompletten Anlagen zum Empfang sowohl geostationärer als auch umlaufender Wettersatelliten (z. B. Meteosat, NOAA), bietet sich ein weites Betätigungsfeld. Es dürften auf Grund der detaillierten Beschreibungen durchweg gute Resultate in punkto Eigenbau zu erzielen sein. Bemerkenswert ist auch ein umfangreiches Literaturregister nach jedem Kapitel, das genügend Hinweise auf entsprechende Nachschlagewerke für weitergehende Studien bietet. Es bleibt nur zu hoffen, daß die rasante Entwicklung in der Satellitentechnik in Neuauflagen des Buches entsprechenden Niederschlag findet.

Peter Hatzinger

**Phasengesteuerte Planarantennengruppen für den Empfangsbereich um 12 Gigahertz.** Aus der Reihe: Nachrichtentechnik Universität Paderborn NUP 1. Von Werner Mielke. Hrsg. Wido Kumm. 152 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Format 21 cm x 14,5 cm, kartoniert, Pfeffersche Buchhandlung, Bielefeld 1983, Preis 29,80 DM, ISBN 3-88024-201-1.

Die Veröffentlichung von Dissertationen geschieht üblicherweise einmal durch die Bereitstellung von Pflichtexemplaren zur Verteilung an wissenschaftliche Bibliotheken oder durch Aufsätze in Fachzeitschriften, wobei in diesem Falle oft nur Teilergebnisse dargestellt werden.

Der Pfefferschen Buchhandlung, Bielefeld, und dem Herausgeber, Prof. Wido Kumm, ist es zu verdanken, daß in dem vorgestellten Sachbuch der vollständige Abdruck der Dissertation von Werner Mielke der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird. Die Ende 1986 zu erwartende Inbetriebnahme des Fernseh- und Hörfunksatelliten TV-Sat stellt Forschung und Industrie vor neue Aufgaben. In diesem Zusammenhang beschreibt die Arbeit von Werner Mielke eine neue Möglichkeit, mit Hilfe planarer Antennenstrukturen diesen geostationären Satelliten direkt zu empfangen.

Die Dissertation ist in sechs Abschnitte gegliedert. Einleitend werden die Anforderungen an eine Empfangsanlage abgeleitet, wobei die durch den WARC-Plan 1977 festgelegten Werte in bezug auf eine Planarantennengruppe berücksichtigt werden. Getrennt für den TV-Empfang und den digitalen Hörfunk über Satelliten werden die notwendigen charakteristischen Empfangsgrößen angegeben und der Anwendungsbereich für planare Antennensysteme umrissen.

Im weiteren werden planare Antennenelemente in Streifenleitungstechnik diskutiert und mit Hilfe analytischer Berechnungsmethoden (Hohlleiterresonanzmodelle für rechteckförmige und kreisförmige Strukturen) untersucht. Einige Rechen- und Meßergebnisse charakteristischer Strahlungseigenschaften (Richtcharakteristiken, Eingangsimpedanzen und Polarisationsseigenschaften) werden gegenübergestellt und Effekte, die Unterschiede zwischen berechneten und gemessenen Werten verursachen, erkannt und diskutiert. Ferner werden Richtcharakteristiken zweidimensionaler planarer Antennengruppen und die der Kreisgruppe analytisch untersucht. Mögliche Beeinflussungen durch elektronische Schwenkung der Hauptkeule, Reduktion der Nebenzügel und gegenseitige Verkopplung der Antennenelemente untereinander sind weitere Diskussionspunkte.

Besonders ausführlich werden dann der Aufbau von Phasenschiebern und Verfahren zur elektronischen Phasenschiebung eines Signals behandelt. Dabei zeigt sich, daß Verfahren, die auf den Prinzipien Änderung der Phasengeschwindigkeit, geschaltete Umwegleitungen und Filterstrukturen basieren, für eine Phasenschiebung nicht geeignet sind.

Näher untersucht werden die Reflexionsfaktor-Phasenschieber und daraus ein Streifenleitungs-3-dB-Hybrid aufgebaut und in seinen S-Parameter-Eigenschaften bei unterschiedlichen Beschaltungen (Widerstände, Kapazitätsdioden, Kompensationsnetzwerke) meßtechnisch untersucht. Das Layout des gesamten Phasenschiebers, bestehend aus Leistungsteiler, Summierer, Verzögerungsleitungen und drei Verstärkern mit dazugehörigen Anpaßnetzwerken, ist auf einer doppeltkaschierten Teflonplatte realisiert und vermessen worden.

Abschließend wird an Hand einer phasengesteuerten planaren 4-Element-Antennengruppe nachgewiesen, daß das beschriebene System sich zur Schwenkung der Hauptkeule des Richtdiagramms eignet.

Auch wenn die Dissertation von Werner Mielke nur die prinzipielle Brauchbarkeit des Verfahrens der elektronischen Schwenkung der Richtcharakteristik planarer Gruppenantennen nachweist, können die Detailangaben z. B. über den Aufbau der Phasenschieber sowie die analytischen Hohlraumresonanzmodelle für planare Antennenstrukturen dem interessierten Leser wertvolle Anregungen und praktische Hinweise liefern. Wolfram Tippe

**Die Redaktion hat eine Sonderpublikation erhalten, auf die an dieser Stelle hingewiesen werden soll:**

**Techniken für Fernsehsysteme erhöhter Bildqualität.** 104 Seiten, Format 29,5 cm x 20,5 cm, gebunden, Fernseh & Kino-Technik, Malvenstraße 12, 1000 Berlin 45, Preis 24,80 DM (+ 3,- DM Versandgebühren).

Die Sonderpublikation beschreibt die letzten Erkenntnisse und den deutschen Stand der Arbeiten auf den Gebieten des Hochqualitätsfernsehens (HQTV) und des Hochzeiligen Fernsehens (HDTV). Es handelt sich im einzelnen um die Vorträge auf dem von Prof. Dr. Broder Wendland, Universität Dortmund, im September 1984 veranstalteten 2. Dortmunder Fernsehseminar. Der Inhalt umfaßt 14 Beiträge mit einem Vorwort von Prof. Dr.-Ing. Helmut Schönfelder:

- Bildabtastung und subjektive Bildqualität
- Kompatibel verbesserte TV-Systeme und ihre subjektive Bewertung
- Subjektive Untersuchungen zur Übertragung der Farbinformation in einem digitalen HDTV-System
- Ein universelles System zur elektronischen Filmproduktion
- Die Kompatibilität von HDTV-Quellen und -Wiedergabeeinrichtungen mit derzeitigen Fernsehsystemen
- Verarbeitungsprobleme im HDTV-Studio
- Auflösungserhöhung bei Mehrchip-Farbkameras
- Kameratechnik für hochauflösende Fernsehsysteme
- Eine hochauflösende Farbfernsehkamera
- Zur Definition und Messung der Auflösung von Fernsichtbild-Wiedergabegeräten
- Schaltungstechnik und Bauelemente für hochauflösende Bildschirmsichtgeräte
- Eidophor-Projektor für erhöhte Bildqualität
- Digitaler PAL-Codec mit verbesserter Luminanz-Chrominanz-Trennung
- Konzeption zur kompatiblen Verbesserung der Bildqualität bei PAL-Übertragung.

Die Redaktion

## NACHRICHTEN

**Großaufträge für Bosch in Darmstadt**

Zwei Großaufträge konnte der Geschäftsbereich Fernseh-Anlagen der Robert Bosch GmbH verbuchen: Die vier ARD-Anstalten Sender Freies Berlin, Hessischer Rundfunk, Westdeutscher Rundfunk und Norddeutscher Rundfunk haben vier Fernsehübertragungswagen von Typ U 46 im Wert von zusammen fast 20 Millionen DM bestellt – zwei wurden jetzt ausgeliefert –, und im Rahmen eines deutsch-französischen Konsortiums liefert Bosch die gesamte videoteknische Ausrüstung für ein Fernseh-Produktionszentrum in der Hauptstadt Yaounde der westafrikanischen Republik Kamerun; hier liegt der Auftragswert bei 74 Millionen DM.

Die Entscheidung für die Übertragungswagen beruht auf den guten Erfahrungen, die ZDF und ARD bereits mit diesen „Studios auf Rädern“ gemacht haben. Die ersten vier U 46 wurden 1983/84 im Rahmen eines Gemeinschaftsprojektes der ARD und des ZDF ausgeliefert. Der Kamerawagen – maximal sind sechs Farbkameras vorgesehen – bietet in Bildtechnik, Bild- und Tonregie bis zu 13 Arbeitsplätze. Die Kameraausrüstung, zwei BCN-Magnetbandaufzeichnungsmaschinen und ein Kompaktmischer R102 ME sind neben umfangreichem anderem videoteknischem Gerät – in jedem Fahrzeug sind jeweils bis zu 52 Monitoren – die Voraussetzung für vielfältigen Einsatz. Die Tonanlage ist auch für anspruchsvolle Musikproduktion geeignet.

Trotz seiner Länge von 15 Metern – Zugmaschine mit Sattelaufleger – ist der U 46 dank lenkbarer Hinterachse äußerst wendig; Luftfederung und eine ABS-Bremsanlage von Bosch tragen wesentlich zur Fahrsicherheit bei.

Bosch-Presseinformation

**Nutzlast des TV-SAT bei ANT fertiggestellt**

Der Kommunikationsmodul des ersten direktsendenden deutschen Fernseh-/Rundfunksatelliten TV-SAT ist fertiggestellt. In nicht ganz fünf Monaten wurden die nachrichtentechnischen Einrichtungen des Satelliten in Backnang bei der ANT Nachrichtentechnik mit den Geräten und Baugruppen für die Empfangs- und Sendesysteme unter Zuhilfenahme modernster Meßtechniken bestückt. Zahlreiche Prüf- und Testvorgänge waren erforderlich, um die Weltraum-Tauglichkeit und die Qualitätsanforderungen an diese Technik zu gewährleisten.

Von Backnang aus geht der Repeater jetzt nach Otobrunn zu MBB, wo die einzelnen Module des Satelliten zusammengebaut werden. Damit ist ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg bis zu seinem Start ins Weltall im Mai nächsten Jahres erreicht.

Der TV-SAT wiegt beim Start rund 2 t, ist 6 m hoch und hat eine Leistung des Solargenerators von 3000 Watt. Die Sendeleistung pro Kanal beträgt etwa 200 Watt. Nach Erreichen seiner Position im Orbit wird der TV-Sat etwa ab Mitte 1986 drei Fernseh- und 16 Stereo-Hörfunkprogramme zur Erde senden.

ANT-Nachrichtentechnik-Presseinformation

**HDTV-Übertragung auf der Funkausstellung**

Während der Funkausstellung wurde auf dem Stand des Heinrich-Hertz-Institutes der gegenwärtige Stand der HDTV-Entwicklung gezeigt. Drei unterschiedliche HDTV-Kameras wurden eingesetzt, und die Bilder konnten auf einem Großbildprojektor miteinander und mit einem

PAL-Bild verglichen werden. Außer einer Kamera von Ikegami (1125 Zeilen/60 Hz, Bandbreite 30 MHz) war erstmals eine Bosch-Kamera mit 1125 Zeilen/60 Hz im Einsatz zu sehen. Gespeichertes Programmmaterial lieferte eine HDTV-Magnetbandmaschine (Bandbreite 20 MHz) von Sony. Die Geräte wurden mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung und Technologie für die genannten Forschungsprojekte im Heinrich-Hertz-Institut beschafft.

Delta System Studioanlagen GmbH lieh dazu eine PRO-BEL-8x(4x1)-HDTV-Videokreuzschiene mit 30 MHz Bandbreite. Damit wurden die hochzeitigen RGB- und S-Signale umgeschaltet. Der Versuch lief während der gesamten Zeit ohne Probleme und zeigte deutlich, wie sicher diese breitbandige Technologie schon heute beherrscht wird.

Delta-System-Presseinformation

## RUNDFUNKTEILNEHMER-STATISTIK

Stand 30. Juni 1985

	Gebührenpflichtige Teilnehmer	Zunahme (Abnahme) seit 31. 3. 1985	Anteil in %
<b>H ö r f u n k</b>			
BR	4 104 572	+ 48 067	17,6
HR	2 204 173	+ 15 607	9,4
NDR	4 353 772	+ 19 901	18,6
RB	283 629	+ 124	1,2
SR	413 481	+ 1 872	1,8
SFB	881 396	+ 1 909	3,8
SDR	2 356 525	+ 14 438	10,1
SWF	2 914 116	+ 22 056	12,5
WDR	5 852 077	+ 20 534	25,0
Summe	23 363 741	+ 144 508	100,0
<b>F e r n s e h e n</b>			
BR	3 676 152	+ 18 940	17,5
HR	1 961 751	+ 11 364	9,3
NDR	3 944 828	+ 16 656	18,7
RB	257 500	– 101	1,2
SR	379 184	+ 1 769	1,8
SFB	815 447	+ 1 541	3,9
SDR	1 973 243	+ 10 470	9,4
SWF	2 483 044	+ 14 433	11,8
WDR	5 555 638	+ 20 593	26,4
Summe	21 046 787	+ 96 025	100,0

Die Anzahl der darüber hinaus aus sozialen Gründen von der Gebührenpflicht für den Hör- und Fernschrundfunk befreiten Teilnehmer betrug 3 460 634 am 30. Juni 1985.

**Übertragungswagen für China**

Mit einem Fernseh-Übertragungswagen aus der Bundesrepublik Deutschland, hergestellt vom Bosch-Geschäftsbereich Fernseh-Anlagen in Darmstadt, wird in Zu-

kunft China Central Television (CCTV) im Großraum Peking arbeiten. Der Ü-Wagen – ein komplettes mobiles Drei-Kamera-Farbfernsehstudio – ist ein Geschenk der Bundesrepublik Deutschland an die Volksrepublik China. Der Übertragungswagen wurde jetzt vom Botschafter der Bundesrepublik Deutschland dem Ministerium für Rundfunk und Fernsehen der Volksrepublik China übergeben.

Der Ü-Wagen – er repräsentiert zugleich die Leistungsfähigkeit der deutschen Elektronik-Industrie – wurde in enger Kooperation mit der Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) beim Bosch-Geschäftsbereich Fernsehanlagen gebaut. Von Bosch stammen die Gesamtplanung, Lieferung der videotecnischen Geräte sowie der video- und audiotecnische Ausbau des Fahrzeugs. Inzwischen haben im Bosch-Schulungszentrum in Darmstadt vier leitende Mitarbeiter von CCTV ein betriebstechnisches Seminar zur Bedienung der im Ü-Wagen installierten Geräte abgeschlossen.

BOSCH-Pressinformation

#### Satelliten-Bodenstation von ANT für „RTL plus“

Die ANT Nachrichtentechnik in Backnang hat als Hauptauftragnehmer eine ECS-Satelliten-Bodenstation an die Luxemburger Postverwaltung geliefert, die jetzt ihren Betrieb aufgenommen hat. Die in Dudelange stationierte Anlage im Wert von rund 2,1 Mio. DM sendet das von Radio Luxemburg produzierte Fernsehprogramm „RTL plus“ über den ECS/F1-Satelliten für die europäischen TV-Kabelnetze.

Diese ECS-Bodenstation wurde nur knapp fünf Monate nach Auftragserteilung funktionsfähig übergeben und kann vollautomatisch, d. h. ohne technisches Personal betrieben werden. Die Parabolantenne hat einen Durchmesser von 6 m.

Die nachrichtentechnischen Einrichtungen mit der Notstromversorgung der Station befinden sich in zwei Gerätekarabinen in unmittelbarer Nähe der Antenne. Die Übertragung der TV-Signale von der RTL-Zentrale erfolgt über Richtfunk.

ANT-Nachrichtentechnik-Pressinformation

## PERSÖNLICHES

### Gerhard Stump im Ruhestand

Der Leiter der Abteilung Produktion Bild FS des Norddeutschen Rundfunks, Gerhard Stump, trat zum 31. Mai 1985 nach mehr als 37jähriger Betriebszugehörigkeit in den Ruhestand.

Nach dem Studium der Elektrotechnik begann Gerhard Stump am 1. September 1947 beim damaligen NWDR als Prüffeld-Ingenieur in der Zentraltechnik. Anfang der 50er Jahre wurden ihm auch meßtechnische Aufgaben des Fernsehens übertragen. Das neue Medium hat ihn so fasziniert, daß er 1960 als Betriebsingenieur ganz zum Fernsehen überwechselte. Er war seitdem mit Leib und Seele dem Fernsehbetrieb verschrieben.

Aufgrund seines großen persönlichen Engagements und durch die intensive Beschäftigung mit der Richtfunktechnik wurde Gerhard Stump bald die Übertragung mehrerer Großveranstaltungen anvertraut. So hat er u. a. auch bei der Übertragung der Fußball-Weltmeisterschaft 1954 in der Schweiz mitgewirkt.

1957 wurde er zum Aufsichtsingenieur der Fernseh-Betriebstechnik ernannt. Er entwickelte sich zum Spezialisten für technisch umfangreiche Live-Produktionen, so z. B. anlässlich des Besuches der englischen Königin sowie für Übertragungen aus fahrenden Eisenbahnzügen und sogar von einer fliegenden Super-Constellation.

Mit Wirkung zum 1. August 1965 wurde Gerhard Stump zum Oberingenieur und Stellvertreter des Hauptabteilungsleiters der Betriebstechnik Fernsehen ernannt. Ihm oblag damit die Gesamtleitung der Produktionstechnik und der Betriebsabwicklung.

Ganz gewiß eine Sternstunde im Berufsleben Gerhard Stumps war die gelungene Übertragung von der 25. Großen Deutschen Funkausstellung in Berlin am 25. August 1967 – zum ersten Mal in Farbe. Eine Reihe von Glückwunschtelegrammen aus dem In- und Ausland würdigte diese außerordentliche Leistung.

In den Jahren 1970 bis 1972 hat er an der technischen Planung des Olympia-Subzentrums Kiel mitgearbeitet und war während der Spiele für die fernsehtechnische Betriebsabwicklung verantwortlich. Auch 1974 hat er die Übertragungen für die Fußball-Weltmeisterschaft aus Hamburg und Hannover geleitet.

Gerhard Stump hatte maßgeblichen Anteil am Ausbau der Studio- und Außenübertragungsanlagen des NDR-Fernsehens sowie bei der Abnahme der technischen Geräte hierfür bei Herstellerfirmen im In- und Ausland. Seit 1978 war er Mitglied der Fernsehbetriebsleiter-Konferenz der ARD. In den vergangenen sechs Jahren war er am Ausbau des Tagesschau-Studiobetriebs mit modernster Technik (programmierbare Fernsteuerung der Kameras) sowie an Planung und Einsatz der EB-Technik beteiligt.

Für seine Zukunft wünschen ihm alle Freunde und Kollegen alles Gute, insbesondere Gesundheit und ausreichend Zeit für seine vielfältigen Interessen.

Gerhard Lahann

### Abschied von Walter Kuhl

Am 19. August 1985 ist Dr.-Ing. Walter Kuhl im Alter von 71 Jahren völlig unerwartet gestorben. Alle wesentlichen Arbeiten auf dem Gebiet der Akustik im Rundfunk zwischen seinem Eintrittsjahr 1950 im Rundfunktechnischen Institut und seinem Ausscheiden aus dem aktiven Berufsleben im Institut für Rundfunktechnik, Hamburg, im Jahre 1976 sind mit dem Namen von Walter Kuhl eng verknüpft.

Kuhl wurde 1914 in Köln geboren. Nach Beendigung seiner Schulzeit und der notwendigen Praktika begann er 1932 das Studium der Schwachstromtechnik an der Technischen Hochschule Dresden. Er schloß das Studium 1938 mit der Diplomarbeit zum Thema „Die Lautstärke des subjektiven Differenztones“ bei Professor Barkhausen ab. Danach wurde er Mitarbeiter von Professor Erwin Meyer im Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung in Berlin. Im Jahre 1941 promovierte er dann mit einer Arbeit zu „Messungen zu den Theorien der Eigenschwingungen von Kreisringen“. In den Kriegsjahren war das Hauptarbeitsgebiet die Wasserschallakustik. Die Ergebnisse dieser umfangreichen Arbeiten wurden in den Nachkriegsjahren in einem Buch zusammengefaßt.

Nachdem Erwin Meyer einen Ruf an das Dritte Physikalische Institut in Göttingen bekam, folgte Walter

Kuhl ihm dorthin. Sein Hauptarbeitsgebiet wurde hier die Raum- und Bauakustik; mehrere Theaterbauten wurden von dort aus bei der akustischen Gestaltung betreut. Mit diesem Rüstzeug wurde Kuhl als erfahrener Akustiker 1950 Mitarbeiter des Rundfunktechnischen Instituts in Nürnberg. Von hier aus hat er sich, wie auch nach dem Umzug ins IRT nach Hamburg, aller akustischen Probleme im deutschen Rundfunk angenommen. Wesentliche grundlegende Arbeiten sind in dieser Zeit durchgeführt worden, sie deckten das ganze Spektrum der Akustik in Funkhäusern ab. So wurde die Schallisolierung von Studiowänden durch von ihm entwickelte gefederte Aufstellung so verbessert, daß sie anerkannte Technik bei allen Studieneubauten wurde. Auch die Geräuschminderung von Klimaanlage gehörte zu den wichtigen Arbeitsgebieten. In diesem Zusammenhang schlug er als erster Sollkurven für die zulässigen Geräuschpegel in Rundfunkstudios vor. Die Hallraummeßtechnik wurde von ihm wesentlich verbessert; am Ende dieser Bemühungen entstand gemeinsam mit U. Kath ein Rechnerprogramm zur Bestimmung von Nachhallzeiten bei Anbringung von verschiedenen Absorptionsmaterialien an den unterschiedlichsten Raumbegrenzungsflächen, das auch heute noch die Grundlage für derartige Berechnun-

gen darstellt. In allen Funkhäusern wurde die von Kuhl entwickelte Nachhallplatte zur Erzielung künstlichen Nachhalls eingesetzt. Auch der Wunsch nach einheitlichen Abhörlautsprechern wurde von ihm in Gestaltungsrichtlinien umgesetzt.

Mehr als 50 wissenschaftliche Publikationen stammen aus seiner Feder. Ferner wurden von ihm die Akustischen Informationen für den internen Gebrauch in den Funkhäusern ins Leben gerufen. Auf vielen nationalen und internationalen Tagungen hat Kuhl seine Arbeitsergebnisse vorgetragen. In vielen Fachausschüssen war er ein manchmal wegen seines Bestrebens nach Genauigkeit unbequemer, trotzdem geschätzter Diskussionspartner. Alle in der aktiven Berufszeit entstandenen Hörfunk- und Fernsehstudios in der Bundesrepublik wurden unter seiner Leitung akustisch betreut, so daß sie ein bleibendes Denkmal seiner Tätigkeit darstellen. Auch nach seinem Ausscheiden hat er weiterhin auf dem Fachgebiet gearbeitet, wovon seine später erschienenen Veröffentlichungen Zeugnis ablegen.

Alle, die ihn gekannt haben, werden diesem für die Rundfunkakustik bedeutenden Wissenschaftler ein ehrendes Andenken bewahren.

Henning Wilkens

---

Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH, München.

ISSN 0035-9890

Schriftleitung: Prof. Dr. U. Messerschmid, Dr. H. Wilkens, Floriansmühlstraße 60, 8000 München 45; Dipl.-Ing. I. Dahren-dorf, Appellhofplatz 1, 5000 Köln 1; Dr. D. Schwarze, Neckarstraße 230, 7000 Stuttgart 1; Dr. A. Ziemer, Essenheimer Landstraße, 6500 Mainz-Lerchenberg.

Redaktion: Dipl.-Ing. (FH) R. Hengstler, Dipl.-Ing. H. Mücke, Floriansmühlstraße 60, 8000 München 45, Ruf (089) 3 23 99 383, Fernschreiber 5/215 605 irtm d.

Redaktioneller Beirat: Dr. N. Mayer, Prof. Dr. G. Plenge, Dr. H. Roigas, Floriansmühlstraße 60, 8000 München 45.

Verlag: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9-11, 2000 Norderstedt. Es erscheinen jährlich 6 Hefte mit einem Gesamtumfang von etwa 300 Seiten. Bezugspreis: Jahresabonnement 110,- DM zuzüglich Versandkosten. Bezugsbedingungen: Bestellungen über den Buchhandel oder beim Verlag. Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Ablauf des Kalenderjahres vorliegen. Einzelhefte werden nach Umfang berechnet und über den Buchhandel ausgeliefert. Auslieferungsdatum 30. 10. 1985. Einzelpreis dieses Heftes 31,40 DM. Alle Rechte vorbehalten. Nachdrucke, auch auszugsweise sowie anderweitige Vervielfältigungen sind nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages gestattet.

Anzeigenverwaltung: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9-11, 2000 Norderstedt, Ruf (040) 5 25 20 11 und alle Werbemittler. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 16.

Gesamtherstellung: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9-11, 2000 Norderstedt, Ruf (040) 5 25 20 11.