

25 Jahre

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**

Siegbert Herla, Robert Sedlmeyer Ein digitales Signalverarbeitungssystem für Audiosignale mit 16 Bit Auflösung

Günter Zeidler Technologie der Lichtwellenleiter

Uwe E. Kraus Vermeidung des Großflächenflimmerns in Fernseh-Heimempfängern

Horst Thärichen Erneuerung eines kleinen Hörspielkomplexes beim Hessischen Rundfunk

Peter Wolf u. a. Schlußtagungen der Studienkommissionen 1, 5, 6, 10, 11 und CMTT des CCIR

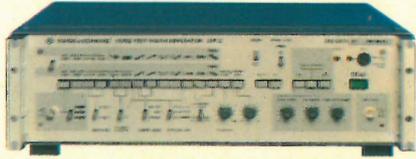
Rolf Hengstler Die 9. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft

Ulrich Paasche Drittes Pressekolloquium Rundfunktechnik

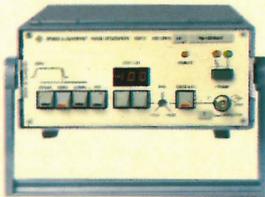
Tagungen und Ausstellungen - Nachrichten - Persönliches

TV-Meßtechnik: R&S setzt Signale

TV-RF-Meßsender SBUF
25 bis 1000 MHz (rechts)



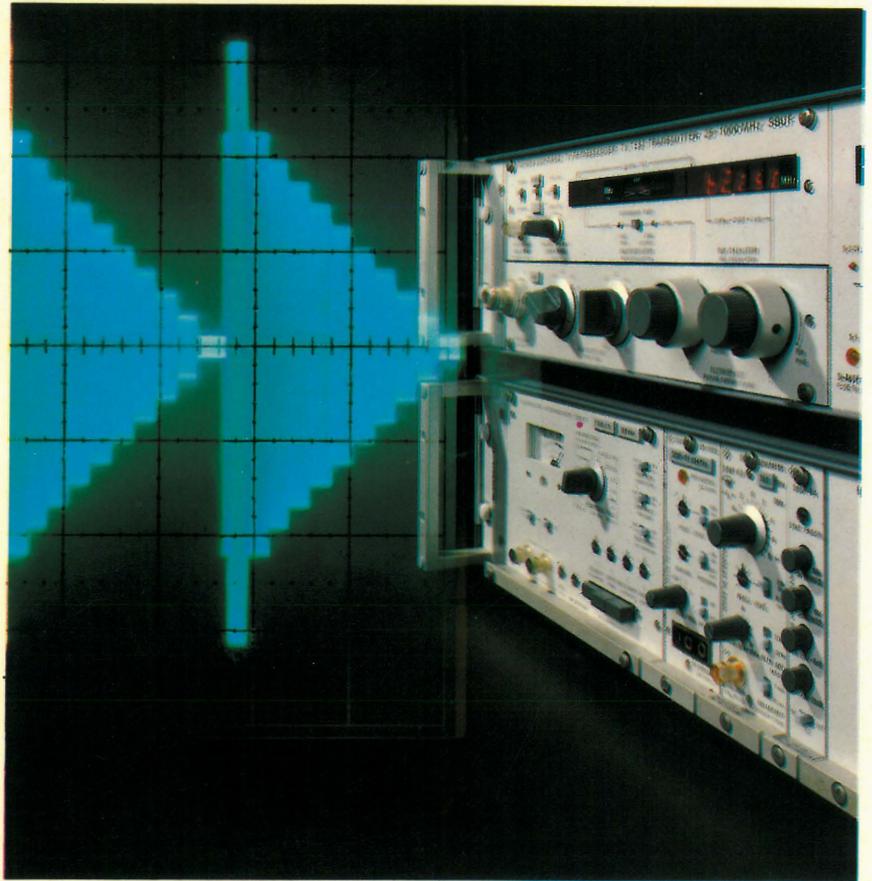
Video-Testsignalgenerator SPF 2
mit Eintastung



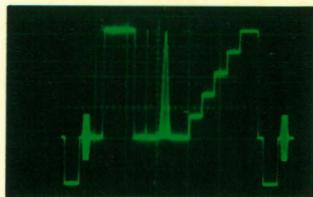
Rauschgenerator SUF 2
20 Hz bis 50 MHz



Tonfrequenzmeßplatz SUN 2
10 Hz bis 100 kHz

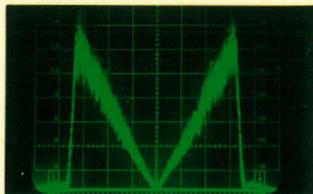


Neue Signalgeneratoren für Audio, Video, Rauschen und RF zum Messen in Übertragungssystemen



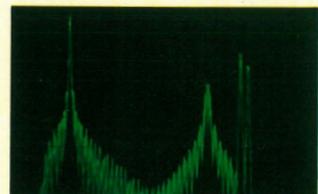
SPF 2

CCIR-Prüfzeilensignal



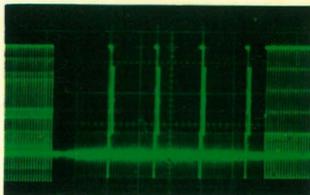
SUF 2

Dreiecksrauschen 0 bis 6 MHz



SBUF

TV-Zweitton-Signalspektrum:



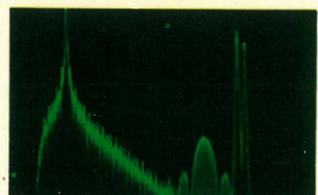
SPF 2

Spezielles MAZ-Prüfsignal



SUN 2

Präzises Sinus-NF-Meßsignal



SBUF

Bildträger, Farbträger, Tonträger 1 + 2

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
Postfach 80 14 69
D-8000 München 80
Federal Republic of Germany

Telex 523 703 (rus d)
Telefon (0 89) 41 29-1



ROHDE & SCHWARZ

RUNDFUNKTECHNISCHE MITTEILUNGEN

JAHRGANG 25

1981

Heft 6

INHALTSVERZEICHNIS:

Ein digitales Signalverarbeitungssystem für Audiosignale mit 16 Bit Auflösung 249 Siegbert Herla, Robert Sedlmeyer	Schlußtagungen der Studienkommissionen 1, 5, 6, 10, 11 und CMTT des CCIR 274 Peter Wolf u. a.
Technologie der Lichtwellenleiter 260 Günter Zeidler	Die 9. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft 289 Rolf Hengstler
Vermeidung des Großflächenflimmerns in Fernseh-Heimempfängern 264 Uwe E. Kraus	Drittes Pressekolloquium Rundfunktechnik 295 Ulrich Paasche
Erneuerung eines kleinen Hörspielkomplexes beim Hessischen Rundfunk 270 Horst Thärichen	Tagungen und Ausstellungen 297 Nachrichten 298 Persönliches 299

EIN DIGITALES SIGNALVERARBEITUNGSSYSTEM FÜR AUDIOSIGNALE MIT 16 BIT AUFLÖSUNG

VON SIEGBERT HERLA UND ROBERT SEDLMAYER¹

Manuskript eingegangen am 2. November 1981

Digitale Tonübertragung

Zusammenfassung

Im Institut für Rundfunktechnik wurde eine Anlage erstellt, die es erlaubt, digitale Tonsignalverarbeitungssysteme zu simulieren und zu untersuchen. Damit können beliebige Tonsignale auf einem magnetischen Massenspeicher aufgezeichnet, in einem Prozeßrechner verarbeitet und anschließend zur meßtechnischen und gehörmäßigen Beurteilung wiedergegeben werden. Die Tonsignale werden dabei in digitaler Form gespeichert und bearbeitet.

Für die Wandlung der analogen Tonsignale in digitale Abtastwerte und umgekehrt wurde ein modulares Wandler-System mit 16 Bit Auflösung entwickelt. Durch das Anbinden des Wandler-Systems an den Prozeßrechner mit Massenspeicher lassen sich Aufnahme und Wiedergabe von Tonsignalen, nicht jedoch die eigentliche Bearbeitung der digitalen Abtastwerte unter Echtzeitbedingungen realisieren. Der verarbeitende Teil des zu simulierenden digitalen Übertragungssystems wird durch Software auf dem Prozeßrechner abgebildet.

Das hier entstandene System stellt ein vielseitiges Arbeitsmittel dar, das sich durch Software und eine Auswahl passender Hardwaremodule stets an die jeweiligen Aufgaben der digitalen Audiosignalverarbeitung anpassen läßt.

Summary A 16-bit digital signal-processing system for audio signals

The Institut für Rundfunktechnik has constructed an installation that makes it possible to simulate and examine digital audio-signal processing systems. The installation permits recording any given audio signals on a magnetic mass store, processing the signals by means of a computer and immediately reproducing them for measurements and aural evaluation. The audio signals are stored and processed in digital form.

For the conversion of the analogue audio signals into digital samples, and vice versa, a 16-bit modular conversion system has been developed. By linking the conversion system to the computer with mass store, it is possible to achieve the recording and reproduction of audio signals, but not the actual processing of the digital samples under real-time conditions. The processing part of the digital transmission system to be simulated is reproduced, by software, on the computer.

The system developed here represents a versatile tool, which it is always possible to adapt, by software and a selection of appropriate hardware modules, to any digital audio-signal processing tasks that may arise.

Sommaire Système de traitement numérique à 16 bits pour les signaux audio

L'Institut für Rundfunktechnik a réalisé une installation qui permet de simuler et d'étudier les systèmes numériques de traitement audio. On peut enregistrer un signal audio quelconque dans une mémoire de masse magnétique, puis traiter les signaux par ordinateur et les reproduire immédiatement pour mesure ou évaluation subjective. Les signaux sont mis en mémoire et traités sous forme numérique.

La conversion analogique-numérique et vice versa est réalisée par un dispositif modulaire à 16 bits. La liaison du convertisseur à l'ordinateur par l'intermédiaire de la mémoire de masse permet d'enregistrer et de reproduire les signaux audio, mais pas en temps réel. Le traitement dans le système de transmission étudié est simulé par un programme.

Ce système constitue un outil très souple qu'il est possible d'adapter à n'importe quel type de traitement numérique du son en modifiant le programme et en remplaçant certains modules.

¹ Dipl.-Ing. (TU) Siegbert Herla ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Automationstechnik Hörfunkstudio, Dipl.-

Ing. (FH) Robert Sedlmeyer ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Tonsignaltechnik Hörfunk im Institut für Rundfunktechnik, München.

1. Einleitung

Die digitale Signalverarbeitung löst auf sehr vielen Gebieten der Technik die bisher analogen Verarbeitungsprozesse ab. Sie bietet sich naturgemäß überall dort an, wo Signale mit hoher Genauigkeit übertragen, gespeichert oder bearbeitet werden müssen. Im Bereich der Audiotechnik eröffnet sie die Möglichkeit zu einer erheblichen Verbesserung der mit analogen Mitteln erreichbaren Geräusch- und Verzerrungswerte.

Um die zur Beurteilung von digitalen Audioanlagen nötige Erfahrung zu sammeln, entschloß man sich im IRT, ein modulares PCM-System zur Analog-Digital- und Digital-Analog-Wandlung aufzubauen. Dieses System sollte es erlauben, die Eigenschaften der neuen Technik kennenzulernen und die Vorgänge in den einzelnen Verarbeitungsstufen zu studieren. Das Wandlersystem wurde so konzipiert, daß es dem zur Zeit bestmöglichen technischen Standard entspricht, um auch als „Referenz“ zur Beurteilung anderer A/D-D/A-Wandlersysteme herangezogen werden zu können.

In Verbindung mit einem Prozeßrechner ergeben sich darüber hinaus vielfältige Möglichkeiten. Es lassen sich beliebige Verarbeitungssysteme in der digitalen Ebene durch Programme rechnerisch darstellen (Simulation). Diese mit Software simulierten Audiosysteme können mit geeigneten Prüfsignalen beschickt und die erreichbare Güte kann sowohl meßtechnisch als auch gehörmäßig beurteilt werden. Die einzelnen Parameter solcher „berechneten“ Systeme lassen sich auf diese Weise relativ einfach optimieren. Bei Bedarf erfolgt dann eine Realisierung in Hardware. Andererseits kann sich bei der Simulation auch ergeben, daß mit dem untersuchten Audiosystem keine akzeptable Tonqualität zu erreichen ist und sich ein Einsatz in der Tontechnik nicht lohnt.

Die große Anzahl von Rechenoperationen bei den Simulationen hat zur Folge, daß sich nur Aufnahme und Wiedergabe der Tonsignale, nicht jedoch die

eigentliche Bearbeitung der digitalen Abtastwerte in Echtzeit realisieren lassen. Die Tonsignaldaten müssen folglich in zeitlich ausreichender Länge auf einem Massenspeicher im Rechnersystem zwischengespeichert werden. Dem Prozeßrechner steht dann für die Bearbeitung genügend viel Zeit zur Verfügung.

Soll ein solches System mit der nötigen Flexibilität und mit hoher Qualität realisiert werden, ergeben sich daraus folgende Mindestforderungen:

- Abtastfrequenz mindestens 32 kHz (entsprechend einer NF-Bandbreite von 15 kHz); variabel nach oben und für besondere Fälle nach unten.
- Auflösung im Interesse eines hohen Störabstandes 16 Bit bei linearer Quantisierung.
- Länge eines ununterbrochen speicherbaren Tonsignals mindestens 30 Sekunden.

Selbstverständlich muß die Anlage benutzerfreundlich sein, um dem Anwender eine schnelle Einarbeitung zu ermöglichen.

2. Systemüberblick

Bild 1 zeigt die Prozeßrechneranlage mit den Wandlersystemen (für Stereobetrieb) in ihrer derzeitigen Ausbaustufe. Die Bedienung der gesamten Anlage (**Bild 2**) erfolgt an einem Terminal des Prozeßrechners, das auch entfernt vom Rechnerstandort betrieben werden kann. Bei der Aufnahme des Tonsignals auf einen Massenspeicher des Prozeßrechnersystems wird das analoge Tonsignal im A/D-Wandlersystem zunächst in eine Folge von 16-Bit-Zahlenwerten umgewandelt. Der Prozeßrechner übernimmt die Zahlenfolge und speichert sie sequentiell auf einem seiner Massenspeicher (20 MByte) ab. Für die weitere Verarbeitung der so abgelegten Tonsignalzahlenwerte kann das gesamte Prozeßrechnersystem genutzt werden. Nach erfolgter Simulation besteht die Möglichkeit, daß sowohl das bearbeitete als auch das Originaltonsignal, die beide als Sequenzen von 16-Bit-Zahlenwerten im Massenspeicher vorhanden sind, unter Kontrolle des Prozeßrechners auf das D/A-Wandlersystem ausgegeben werden. Am Ausgang des D/A-Wandlersystems steht das Tonsignal wieder in analoger Form zur Verfügung und kann z. B. mittels Lautsprecher abgehört werden.

Eine solche Anlage arbeitet in zweierlei Zeitbereichen (**Bild 3**). Im ersten Bereich findet Verarbeitung in Echtzeit statt, während im zweiten Bereich bei der Programmerstellung und Simulation sogenannter Off-line-Betrieb gefahren wird.

Im Echtzeitkreis sorgt ein bezüglich Rechenzeit optimiertes Aufnahmeprogramm, das auf dem Prozeßrechner abläuft, für die lückenlose Übernahme der vom A/D-Wandlersystem angelieferten Tonsignalzahlenwerte in den Massenspeicher. Gleiches gilt für ein Wiedergabeprogramm, das jetzt in umgekehrter Richtung dem D/A-Wandlersystem zeitrichtig die Tonsignalzahlenwerte vom Massenspeicher übergibt, damit dieses wieder ein analoges Tonsignal daraus erzeugen kann. Im Off-line-Kreis verarbeitet der Prozeßrechner nun zeitunkritisch die gespeicherten Tonsignalzahlenwerte. Der Anwender formuliert deshalb seine Simulationsprogramme in

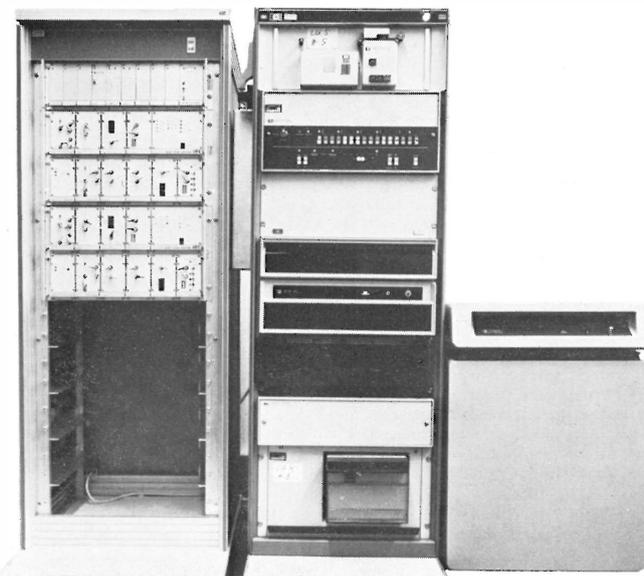


Bild 1
Ansicht der Anlage

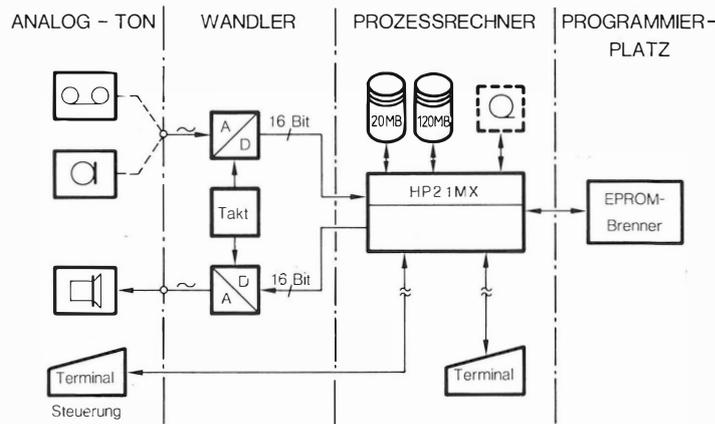


Bild 2
Anlage zur Ton-PCM-Verarbeitung

einer problemorientierten, höheren Programmiersprache. Das bedingt zwar unter anderem längere Rechenzeiten als bei Assemblerprogrammierung, für den Anwender ergeben sich jedoch höherer Komfort und schnellere Programmerstellung. Bei Simulationen mit großen Datenmengen kann zur Abarbeitung der Simulationsprogramme auf dem Prozeßrechner bei Bedarf auch ein großer Massenspeicher (120 MByte) verwendet werden.

Der Programmierplatz in **Bild 2** dient einer speziellen Anwendung der Anlage. Er wird zur Programmierung von digitalen Kennsignalgebern benutzt. Dabei wird die im Prozeßrechner aufbereitete digitale Toninformation eines Audiokennsignals in die Festwertspeicher (EPROMs) des Kennsignalgebers eingeschrieben [1].

3. Aufbau der Wandlersysteme

– Analog-Digital-Wandlung

Die Grundkomponenten der Analog-Digital-Wandlung sind in **Bild 4** dargestellt. Das analoge Signal durchläuft zuerst ein Tiefpaßfilter, das gemäß dem Nyquisttheorem eine Grenzfrequenz kleiner als die halbe Abtastfrequenz besitzen

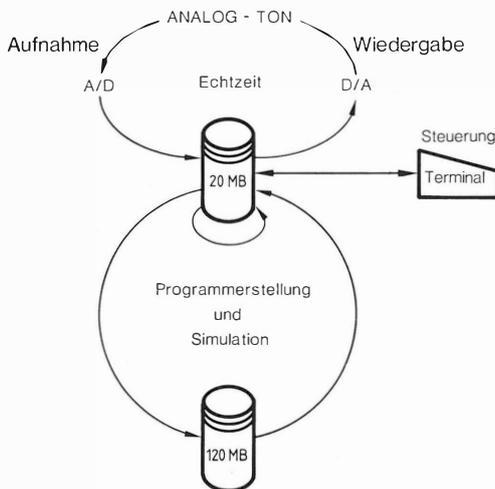


Bild 3
Systemfunktionen für den Nutzer

muß. Hierfür wurde ein passives Cauerfilter 13. Ordnung mit einer Sperrdämpfung von 85 dB verwendet. Prinzipiell lassen sich auch aktive Filter einsetzen, was jedoch die Verwendung von sehr rauscharmen Verstärkern voraussetzt, wenn man mit dem Eigenrauschen der Filter nicht in die Größenordnung des Quantisierungsrauschens kommen will.

Befindet sich am Ausgang des Filters ein Verstärker, so muß diesem zumindest ein weiteres passives Tiefpaßglied folgen, weil der Sample-&-Hold-Baustein jegliches Verstärkerrauschen (bis aus dem MHz-Bereich) in den Hörbereich zurückfaltet.

Als nächstes wird das analoge Signal in der Sample-&-Hold-Schaltung der zeitlichen Abtastung unterzogen. Dazu wird dem Signal im Takt der Abtastfrequenz ein Spannungswert entnommen und in einem Kondensator gespeichert. Diese Verarbeitungsstufe muß in ihren Daten natürlich die Forderungen einer 16-Bit-Auflösung erfüllen. Das heißt, es ist zu gewährleisten, daß die Summe aller Fehler kleiner als $\pm 1/2$ LSB bleibt, was einer gerade noch zulässigen Fehlspannung von $\pm 150 \mu\text{V}$ entspricht, wenn man einen Vollausssteuerungsbereich von $\pm 10 \text{ V}$ annimmt. Spannungs-

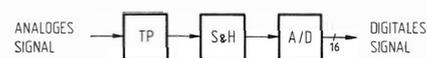


Bild 4
Grundelemente der Analog-Digital-Wandlung

gen mit solcher Präzision in Sample-&-Hold-Schaltungen zu verarbeiten, ist zur Zeit noch relativ schwierig. Hinzu kommt, daß für den Abtastvorgang allerhöchste zeitliche Genauigkeit gefordert wird. Der Grund dafür soll am Beispiel einer 15-kHz-Schwingung (**Bild 5**) erläutert werden, deren Amplitude eine Vollausssteuerung des Wandlersystems ergibt:

Diese Sinusschwingung durchläuft an den Stellen größter Steigung in $\Delta t = 0,08 \text{ ns}$ eine Amplitudenänderung $\Delta x = 1/2 \text{ LSB}$.

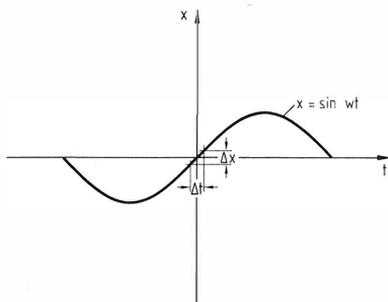


Bild 5

Resultierender Amplitudenfehler Δx des Abtastwertes bei zeitlicher Abweichung des Abtastzeitpunktes um Δt

Daraus ergibt sich, daß man einen Abtastwert des Signals an dieser Stelle mit der geforderten Genauigkeit von $\pm 1/2$ LSB nur dann erhält, wenn der Abtastzeitpunkt auf $\pm 0,08$ ns genau ist. Dieser Grenzwert gilt nur für die sehr hohe Signalfrequenz von 15 kHz und maximale Amplitude, er zeigt aber doch, in welcher Größenordnung sich die Anforderungen befinden, die an den Sample-&Hold-Baustein gestellt werden. In der Praxis erreicht man bisher für die Genauigkeit des Abtastzeitpunktes Werte von etwa ± 1 ns.

Im A/D-Wandlerbaustein wird das Signal der Quantisierung unterzogen und man erhält ein digitales Codewort. Dazu wird der gesamte Amplitudenbereich in ein Raster von Amplitudenklassen unterteilt und ermittelt, in welche Amplitudenklasse die von der Sample-&Hold-Schaltung kommenden Spannungswerte fallen. Auch hier sind die Forderungen einer 16-Bit-Auflösung zu erfüllen. Dazu genügt es jedoch nicht, einen beliebigen 16-Bit-Wandlerbaustein einzusetzen, denn nicht alle 16-Bit-Wandler besitzen auch wirklich eine 16-Bit-Genauigkeit bei Wandlung von Tonsignalen. (Die Abweichungen praktischer Wandler von theoretisch idealen Wandlern und deren Auswirkungen auf die Signalwandlung werden in Abschnitt 6. näher behandelt.)

Verwendet man einen Wandler, der alle Forderungen zufriedenstellend erfüllt, so sind, um optimale Qualität zu erhalten, noch vielfältige Maßnahmen zur Vermeidung von Einstreuungen digitaler Signale und anderer Störquellen in den analogen Eingang des Bausteins zu treffen. Besondere Aufmerksamkeit ist auch den Masseverbindungen zu schenken, um keine Spannungsabfälle durch Versorgungsströme auf Leitungen zu bekommen, die als Signalmasse dienen.

Der in Bild 4 gezeigte prinzipielle Aufbau wurde noch um 2 Glieder erweitert (Bild 6), nämlich um eine einschaltbare Preemphase, wie sie z. B. auch in PCM-Systemen eingesetzt wird, die in der Übertragungstechnik verwendet werden. Außerdem wurde ein Baustein angehängt, der Daten-

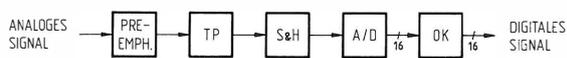


Bild 6

Blockschaltbild der Analog-Digital-Wandlung

puffer und Optokoppler enthält, die bei einer Anbindung des Wandlersystems an einen Rechner für die nötige Potentialtrennung sorgen, um eventuelle Störungen fernzuhalten, die aus dem Rechner in das Wandlerbaustein einstreuen.

- Digital-Analog-Wandlung

Die Grundelemente der Digital-Analog-Wandlung sind in Bild 7 dargestellt. Der 16-Bit-D/A-Wandlerbaustein ist das erste Glied dieser Kette. Er wandelt jedes digitale Codewort wieder in einen analogen Spannungswert, der jeweils bis zum Eintreffen des nächsten Codewortes am Ausgang des Wandlers anliegt. Bei den Messungen, die zur Auswahl eines geeigneten Wandlers durchgeführt wurden, zeigte sich, daß nicht alle 16-Bit-Wandler zu gleichen Ergebnissen führen. Es ergab sich vielmehr, daß bei der Verarbeitung von Audiosignalen sogenannte „Sign-magnitude-Wandler“ einen systembedingten Vorteil gegenüber herkömmlichen Wandlern besitzen. Letztere schalten beim Überschreiten der Null-Volt-Grenze sämt-



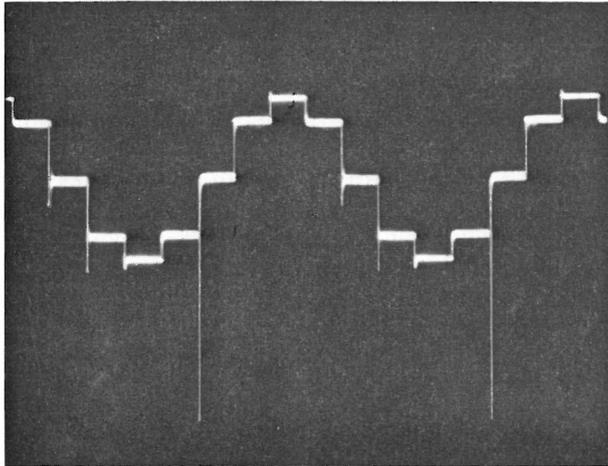
Bild 7

Grundelemente der Digital-Analog-Wandlung

liche Stromquellen um, was meist zu einem Sprung in der sonst linearen Übertragungskennlinie führt. Sign-magnitude-Wandler dagegen erzeugen zuerst einen Spannungswert, der dem Absolutwert des angelegten Codes entspricht (wobei es genügt, bei kleinen Signalpegeln nur wenige Stromquellen ein- bzw. auszuschalten), und führen erst dann das Vorzeichen durch Umschalten der Verstärkerpolarität ein. Ein solches Vorgehen ergibt einen guten Wert für die differentielle Linearität bei kleinen Signalpegeln, bei denen Störungen aufgrund des fehlenden Verdeckungseffektes sehr leicht wahrgenommen werden. (Die Auswirkungen der absoluten und differentiellen Nichtlinearität von Wandlern werden in Abschnitt 6. näher behandelt.)

Als weiterer Fehler sind sogenannte „Glitches“ zu nennen, die am analogen Ausgang des Bausteins jeweils beim Sprung von einer Spannungsstufe zur anderen auftreten. Die Ursache dieser Erscheinung ist die nicht absolute Gleichzeitigkeit der Umschaltvorgänge der 16 Stromquellen. Bild 8 zeigt als Beispiel die Zeitfunktion einer 4-kHz-Schwingung (f_s) mit „Glitches“ und deren Auswirkungen in der Frequenzebene.

Um diese unerwünschten Signalkomponenten zu beseitigen, wurde ein „Chopper“ oder „Deglitcher“ verwendet, der dem D/A-Wandler im Signalweg folgt und im Prinzip einen Anlogschalter darstellt, der das Pulsamplitudensignal während des Stufenwechsels – und damit auch während des Auftretens von „Glitches“ – auf Null Volt schaltet. Das daraus folgende Zeitsignal und dessen Spektrogramm ist in Bild 9 wiederum am Beispiel einer 4-kHz-Sinusschwingung dargestellt. Man



(Zur Sichtbarmachung der Glitches wurde die Null-Volt-Linie nach oben verschoben)

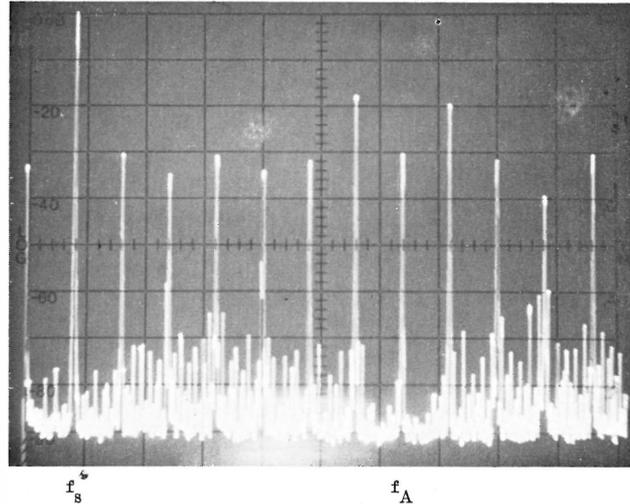


Bild 8

Zeitfunktion und Spektrogramm einer pulsamplitudenmodulierten 4-kHz-Schwingung f_s mit „Glitches“ (f_A = Abtastfrequenz)

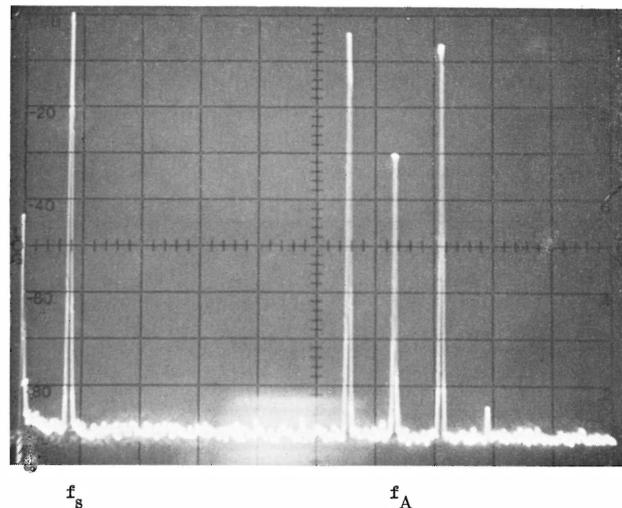
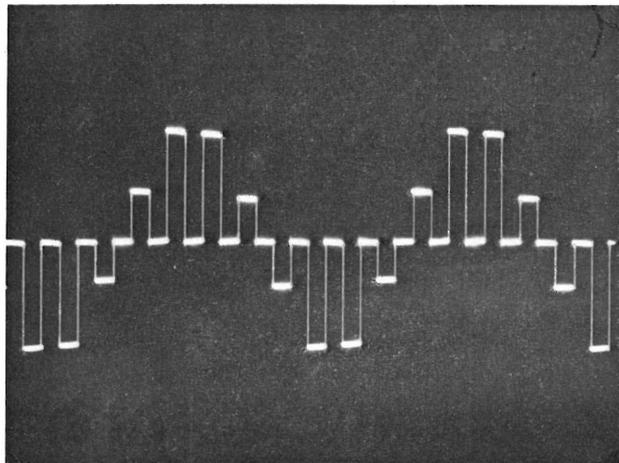


Bild 9

Zeitfunktion und Spektrogramm einer pulsamplitudenmodulierten 4-kHz-Schwingung f_s nach Beseitigung der „Glitches“ mittels „Chopper“ (f_A = Abtastfrequenz)

sieht, daß die durch „Glitches“ hervorgerufenen parasitären Spektrallinien weitgehend beseitigt wurden.

Außer der Grundschwingung enthält das in **Bild 9** dargestellte Pulsamplitudensignal (PAM) noch weitere Spektrallinien, die durch Faltung der Grundwelle an der Abtastfrequenz und deren Vielfachen entstehen; diese werden von dem darauffolgenden Tiefpaß abgefiltert. Hierfür wurde das gleiche Filter wie bei der A/D-Wandlung verwendet.

Wie **Bild 10** zeigt, mußten den Grundkomponenten noch einige weitere Elemente hinzugefügt werden. Unmittelbar am Eingang befinden sich Optokoppler, die wiederum für eine Potentialtrennung zwischen extern anzuschließenden Geräten (z. B. Rechner) und dem Wandlerteil sorgen. Außerdem ist zu erkennen, daß dem Tiefpaß ein sogenannter $\sin x/x$ -Entzerrer folgt, der den $\sin x/x$ -Frequenzgang des Pulsamplitudensignals

auszugleichen hat. Dieser Frequenzgang entsteht durch die nicht unendlich kleine Impulsdauer T (**Bild 9**) der Pulsamplitudenzeitfunktion [2]. Der letzte Baustein ist die Deemphase, die bei eingeschalteter Preemphase deren Frequenzgang wieder rückgängig macht.

– Taktversorgung

Bei der Erstellung der Taktversorgung des Wandlersystems mußten verschiedene Gesichtspunkte in Betracht gezogen werden. In Abschnitt 3. wurde schon bei der Behandlung des Sample-&-Hold-Bausteins gezeigt, daß für den Abtastzeitpunkt die hohe theoretische Genauigkeit von $\pm 0,08$ ns anzustreben ist. Diese Forderung bezieht sich na-

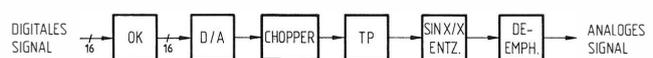


Bild 10

Blockschaltbild der Digital-Analog-Wandlung

türlich nicht nur auf die Sample-&-Hold-Schaltung, sondern erstreckt sich darüber hinaus auch auf den allgemein verwendeten Takt bzw. dessen Jitter. Ein Wert in dieser Größenordnung läßt sich nur durch die Verwendung eines quarzstabilen Taktes erreichen. Um trotzdem nicht an eine einzige Abtastfrequenz gebunden zu sein, wurde ein schaltbarer Frequenzteiler vorgesehen, der es ermöglicht, verschiedene Abtastfrequenzen mit einer gewissen Abstufung zu verwenden; außerdem kann das System mit einem externen Takt betrieben werden.

4. Prozeßrechnersystem und Programmierung

Der Prozeßrechner zum Betrieb des Gesamtsystems ist ein 16-Bit-Minicomputer der Serie 21MX von Hewlett-Packard (HP) mit einer Speicherzykluszeit von 650 ns [3, 4]. Der Arbeitsspeicher ist zur Zeit auf 64 kByte ausgebaut. Als Massenspeicher ist je ein Magnetplattenlaufwerk vom Typ 7906 mit einer Speicherkapazität von 20 MByte und vom Typ 7925 mit 120 MByte angeschlossen [5, 6]. Beim Laufwerk 7906 werden 10 MByte auf einer Festplatte und weitere 10 MByte auf einer Wechselplatte abgelegt. Auf einer solchen Wechselplatte lassen sich z. B. bei einer Abtastrate von 32 kHz ohne Unterbrechung etwa 2,5 Minuten eines monofonen Tonsignals als 16-Bit-Zahlenwerte abspeichern. Bei Stereoaufzeichnung halbiert sich die maximale Aufzeichnungsdauer, da pro Abtastzeitpunkt für jeden Tonkanal ein Zahlenwert gespeichert wird.

Bei der Simulation von Prozessen der digitalen Tonsignalbearbeitung spielt die Rechengenauigkeit eine große Rolle. Ungenauigkeiten machen sich später leicht als störendes Geräusch bemerkbar. Die größte standardmäßig mit dieser Anlage erreichbare Genauigkeit ist durch das Double-precision-Format gegeben und beträgt etwa 10^{-38} . Die einzelnen Zahlenwerte werden dabei in Fließkommadarstellung gespeichert, wobei für die Mantisse 39 Bit plus Vorzeichen und für den Exponenten 7 Bit plus Vorzeichen zur Verfügung stehen.

Auf der Anlage läuft ein vom Hersteller des Prozeßrechners unterstütztes standardmäßiges Echtzeitbetriebssystem (RTE-II, [7]). Unter seiner Kontrolle erstellt der Anwender mit Hilfe eines komfortablen Editierprogramms seine Programme. Sie können in den Programmiersprachen Fortran IV oder Assembler entworfen werden. In naher Zukunft wird auch das Programmieren in der höheren Echtzeit-Prozeßrechnersprache PEARL auf der Anlage möglich sein.

Bei der Anbindung der A/D- und D/A-Wandler-systeme an den Prozeßrechner muß der Rechner in der Lage sein, z. B. bei einem Stereosignal, das mit 32 kHz Abtastfrequenz und 16 Bit Auflösung abgetastet wird, einen Bitstrom von 1,024 Mbit/s zu verarbeiten. Für so große Datenmengen, die schnell in den Arbeitsspeicher des Prozeßrechners eingelesen bzw. aus diesem ausgelesen werden, stehen zwei DMA-Kanäle (Direct Memory Access = direkter Speicherzugriff) mit einer Datenrate von maximal 1,23 Mbit/s zur Verfügung. Der DMA-Verkehr, der vom Programm aus gestartet wird, läuft mit höherer Priorität als der Zentralprozessor, ohne diesen mit

Arbeit zu belasten. Bei jeder Ein- bzw. Ausgabe über DMA muß dem Zentralprozessor dabei ein Speicherzyklus „gestohlen“ werden (Cycle Stealing), der dann nur dafür benutzt wird.

Mit einem Programm, das voll unter der Kontrolle des verwendeten Echtzeitbetriebssystems läuft, ist das Problem nicht lösbar. Deshalb schaltet das Programm für den Fall des Einlesens oder Ausgebens der Tonsignale in Echtzeit das Betriebssystem ab. Aus Rechenzeitgründen muß die Programmierung selbstverständlich in Assemblersprache erfolgen. Der Prozeßrechner ist dann von der Betriebssystemarbeit freigestellt und kann mit voller Geschwindigkeit die ankommenden Zahlenwerte in einen Pufferspeicher (Bild 11) einlesen. Während der Prozeßrechner über DMA den Puffer 2 füllt, schreibt er über seinen zweiten DMA-Kanal den Inhalt des bereits vorher gefüllten Puffers 1 auf die Wechselplatte seines Massenspeichers. Ist der Puffer 2 voll, wird vom Programm auf den mittlerweile entleerten Puffer 1 umgeschaltet. Dieser Vorgang wiederholt sich so oft, bis der durch Eingabe am Terminal für die Aufnahme vorgesehene Speicherbereich auf der Magnetplatte mit Tonsignalabtastwerten gefüllt ist. Die beiden Puffer im Arbeitsspeicher des Prozeßrechners dienen zur Anpassung der unterschiedlichen Datenraten von A/D-Wandlersystem und magnetischem Massenspeicher. Die als Zahlenwerte gespeicherte Toninformation wird wieder hörbar durch den Aufruf eines Wiedergabeprogramms, bei dem der eben beschriebene Vorgang in umgekehrter Richtung abläuft.

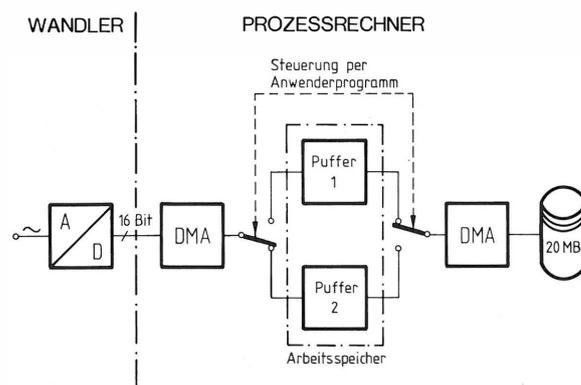


Bild 11
Aufzeichnungsverfahren

Im Laufe der Softwareentwicklung sind auch eine Reihe hilfreicher Anwenderprogramme entstanden, die es nun gestatten, jeden beliebigen Zahlenwert auf der Magnetplatte zu manipulieren. Mit diesen Programmen lassen sich auch Bitmuster generieren und auswerten.

5. Möglichkeiten der digitalen Tonsignalbearbeitung

Anhand einiger Beispiele soll gezeigt werden, welche Möglichkeiten sich mit diesem System ergeben:

– Signalsynthese

Mittels Programm lassen sich beliebige Tonsignalzeitfunktionen berechnen und im Massenspeicher

ablegen. Ein einfacher Anwendungsfall ist die Errechnung von Pegeltönen mit höchster Genauigkeit (Double Precision) beispielsweise für die Programmierung von digitalen Kennsignalgebern [1]. Es lassen sich aber auch Tonsignale herstellen, mit denen digitale Tonsysteme getestet werden können. Ein 5-kHz-Gaußimpuls (5-kHz-Sinusschwingung mit glockenförmiger Hüllkurve) beispielsweise eignet sich durch seine geringe Verdeckung des Quantisierungsgeräusches im Hörbereich sehr gut zum subjektiven Beurteilen der in digitalen Übertragungssystemen durch Digitalkompander verursachten Fehler.

– Signalanalyse

Die Fast-Fourier-Transformation (FFT) ist ein wichtiges Arbeitsmittel zur Analyse zeitdiskreter Tonsignale im Frequenzbereich [8]. Der Prozeßrechner berechnet mit einem FFT-Programm aus den im Massenspeicher vorhandenen Tonsignalabtastwerten die zugehörigen diskreten Werte des Frequenzspektrums. Es kann z. B. das Spektrum eines Tonsignals vor und nach dem Durchlaufen eines Audiosystems errechnet werden. Der Vergleich beider Frequenzspektren gibt dann Aufschluß über die Übertragungsqualität des Audiosystems.

– Untersuchung digitaler Tonsysteme

Um digitale Audiosysteme untersuchen zu können, war es bisher notwendig, sie in Hardware realisiert zu haben. Eine wesentlich elegantere Methode bietet da die Simulation von Audiosystemen. Sie erlaubt es, bestehende, jedoch nicht verfügbare oder neu zu entwickelnde Audiosysteme zu untersuchen. Die Simulation von Audiosystemen auf dem Prozeßrechner geschieht dabei mit sehr hoher Rechengenauigkeit, das heißt, das System verhält sich dabei nahezu ideal. Beim Test eines solchen Audiosystems ist die Verwendung von Tonsignalen sinnvoll, die entweder (von einem analogen Medium kommend) bei der Aufnahme im Massenspeicher des Rechners abgelegt werden oder mittels Syntheseprogramm auf der Rechenanlage erzeugt werden.

Die berechnete Antwort der Testsignale am Systemausgang wird im Massenspeicher an anderer Stelle abgelegt. Ein möglicher Vergleich der Testsignale mit ihren Antworten im Zeitbereich zur Beurteilung der Qualität des Audiosystems kann subjektiv durch Versuchspersonen geschehen, die die Audiosignale abhören. Die Beurteilung läßt sich jedoch auch objektiv durchführen, beispielsweise durch Berechnung und Vergleich meßtechnischer Größen wie Störabstand, Klirrfaktor usw.

Zur weiteren Systementwicklung können die relevanten Systemparameter im Simulationsprogramm des Audiosystems variiert und die Auswirkungen dieser Änderungen auf Testsignale nach erneuter Simulation wieder überprüft werden. Das geschieht so lange, bis das Audiosystem bezüglich der vorgesehenen Aufgabe optimiert ist. Wird eine hardwaremäßige Realisierung angestrebt, so erfolgt diese mit den durch die Simulation gewonnenen Erkenntnissen, wodurch sich

der Entwicklungsaufwand bei der Hardware wesentlich reduziert.

Eine Anordnung, mit der bereits bestehende Echtzeitaudiosysteme getestet werden können, ist denkbar. Mit ihr kann die Meßtechnik digitaler Tonübertragungssysteme durch Berechnung im Prozeßrechner erfolgen (siehe auch Abschnitt 6.).

– Bitfehlerschutz und -erkennung

Wird das Tonsignal durch Bitfehler gestört, was sich durch Verfälschen von Bits in den binären Tonsignalabtastwerten anhand eines Zufallsgeneratorprogramms leicht simulieren läßt, gibt es bekanntlich verschiedene Möglichkeiten, für Abhilfe zu sorgen. Mit fehlervorauskorrigierenden Verfahren beispielsweise ist es möglich, durch Übertragung zusätzlicher Redundanz Bitfehler des Übertragungsweges zu korrigieren. Hier kann durch Simulation von Bitfehlern und Anwendung des fehlerkorrigierenden Algorithmus die Qualität der Bitfehlerkorrektur (z. B. BCH-Codes) untersucht werden.

Die Bitfehlerschleierung ist ein Verfahren, das sich die Erkenntnis zunutze macht, daß es oft schon ausreicht, z. B. bei niedrigeren Bitfehlerraten, die Bitfehler zu erkennen und durch Austausch des fehlerhaften Abtastwertes gegen einen Schätzwert, der sich aus der Interpolation nichtgestörter benachbarter Abtastwerte ergibt, zu verschleiern. Die Simulation ermöglicht auch hier, die Grenzen der Einsetzbarkeit solcher Verfahren zu ermitteln [9].

Bitfehler im Tonsignal können als „Knacken“ hörbar werden. Betrifft die Störung der Abtastzahlenwerte des Audiosignals Bits hoher Wertigkeit, ist der dadurch verursachte hörbare Fehler meist größer als bei Bits niedriger Wertigkeit. Beim Vorzeichenbit (MSB) ist der stärkste Effekt zu beobachten, da hier ein positiver Abtastwert in einen negativen verfälscht wird und umgekehrt. Aus dieser Erkenntnis heraus reicht es oft aus, nur die höherwertigen Bits zu korrigieren, um hörbare Fehler im Tonsignal zu vermeiden. Eine Variation der Bitfehler bei der Simulation läßt die Grenze der zu schützenden Bits erkennen.

Anhand der Beispiele wird erkenntlich, daß durch Simulation solcher und ähnlicher Vorgänge verschiedene Verfahren zum Schutz des Tonsignals gegen Bitfehler auf ihre Eignung für den Rundfunkbetrieb überprüft werden können.

– Digitale Filter

Digitale Filter sind durch mathematische Algorithmen definiert. Diese Algorithmen lassen sich beim Filterentwurf mit entsprechenden Rechenprogrammen berechnen, z. B. mit dem Remez-Algorithmus. Ein so entworfenes Digitalfilter, das durch seine Filterkoeffizienten bestimmt ist, kann nun für den Einsatz bei Simulationen softwaremäßig realisiert werden. Für eine Verwendung des Filters in der Echtzeitverarbeitung erfolgt dann später eine Realisierung in Hardwarebausteinen. Die Ausführung des Filters in Programmform bietet jedoch zunächst eine hohe Flexibilität, denn es kann die Wirkung des Filters auf Audio-

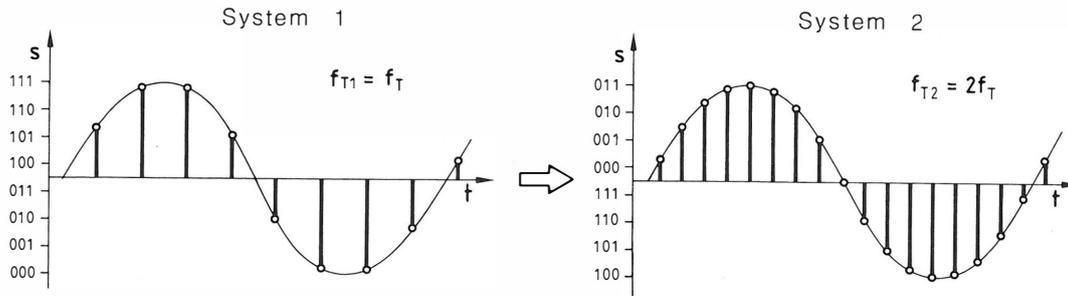


Bild 12
Beispiel einer Transcodierung

signale durch Simulation auf der Prozeßrechneranlage direkt überprüft werden. Notwendige Änderungen des Filteralgorithmus bedingen dann lediglich einen neuen Durchlauf der Tonsignalab-tastwerte durch die geänderten Filterprogramme und keinen Aufbau neuer digitaler Schaltkreise [10].

Mischen, Blenden, Schneiden

In Zukunft werden immer mehr digitale Bau-steine und Tonsysteme in der Studioteknik ein-gesetzt werden. Mischer, Blender und auch Schneidesysteme sollen hier stellvertretend für viele genannt werden. Für die Beurteilung solcher neuen Geräte ist es von entscheidender Bedeu-tung, ihre Möglichkeiten mittels Simulation aus-loten zu können. Die Kapazität der Massenspei-cher der beschriebenen Anlage erlaubt es dem Anwender, z. B. kurze Tonbeispiele zu mischen, von einem Tonsignal auf das andere überzublen- den und auch in begrenztem Umfang Schnitte zu simulieren. Ein Blender läßt sich beispielsweise durch einfache Multiplikation der Tonsignalab-tastwerte mit den entsprechenden Zahlenwerten einer Blenderkennlinie realisieren. Ähnlich sieht die Berechnung eines Mischvorgangs aus, wobei nur Zahlenwerte addiert werden, und auch das Schneiden mit X- oder V-Blende läßt sich auf eine Multiplikation von Tonsignalab-tastwerten mit entsprechenden Schnittkennlinien zurückfüh- ren.

Transcodierung

Unter Transcodierung versteht man die Umset- zung der Tonsignalab-tastwerte von einem digi- talen System in ein anderes mit unterschiedlicher Quantisierung und Codierung, wobei aber auch die NF-Bandbreiten und die Abtastfrequenzen der Systeme unterschiedlich sein können.

Für das Beispiel einer Simulation der Transcodie- rung von System 1 in ein System 2 wird zunächst ein Tonsignal digitalisiert, wobei der A/D-Wand- ler auf die Parameter des Systems 1 eingestellt wird. Im einfachen Beispiel in **Bild 12** ist die Quantisierung des Amplitudenzeitverlaufs bei beiden Systemen gleich, dagegen müssen die Ab- tastwerte bei der Transcodierung umcodiert wer- den. System 2 habe z. B. die doppelte Abtastfre- quenz, so daß zusätzliche Abtastwerte nach einer Transcodiervorschrift errechnet werden müssen. Soll das Tonbeispiel nach der Transcodierung wie- der abgehört werden, muß der D/A-Wandler der

Anlage auf die Daten des Systems 2 umgestellt werden. Auf diese Art der Simulation können verschiedene Transcodierverfahren untersucht und beurteilt werden [11].

Kompandierung

Zur Reduktion der Datenrate bei der Übertra- gung digitaler Tonsignalab-tastwerte werden digi- tale Kompandierverfahren verwendet. Auf der vorgestellten Anlage läßt sich ein Kompander mit relativ wenigen Fortranbefehlen programmieren. Die subjektiv hörbaren Auswirkungen unter- schiedlicher Kompandierverfahren auf das Ton- signal können auf diese Weise schnell und einfach untersucht werden [20].

Hörversuche

Ein wichtiges Maß zur Beurteilung von digi- talen Tonsystemen und -signalen ist das menschliche Ohr. Aus diesem Grund bekommen Versuchspersonen kurze Tonsignalbeispiele zur Qualitätsbe- urteilung zu hören. Auf der hier vorgestellten Anlage lassen sich solche Hörversuche mittels Pro- gramm steuern und in Echtzeit durchführen. Die Länge der Gesamtheit aller Tonbeispiele darf je- doch vorerst die Spieldauer von 2,5 Minuten mono nicht übersteigen [12].

6. Erfahrungen und Ausblick

Die Entwicklung des beschriebenen Systems er- streckte sich bisher über mehr als zwei Jahre. Aus den dabei gewonnenen Erfahrungen werden im Fol- genden einige Aspekte herausgegriffen und darge- stellt. Zunächst sollen typische Fehler betrachtet wer- den, die generell bei der Signalwandlung vom ana- logen in den digitalen Bereich und umgekehrt auf- treten, also über das hier verwendete System hinaus Gültigkeit besitzen.

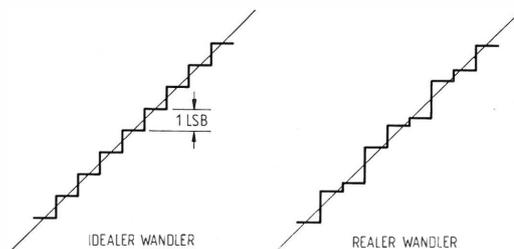


Bild 13
Übertragungskennlinien eines idealen und eines realen Wandlers

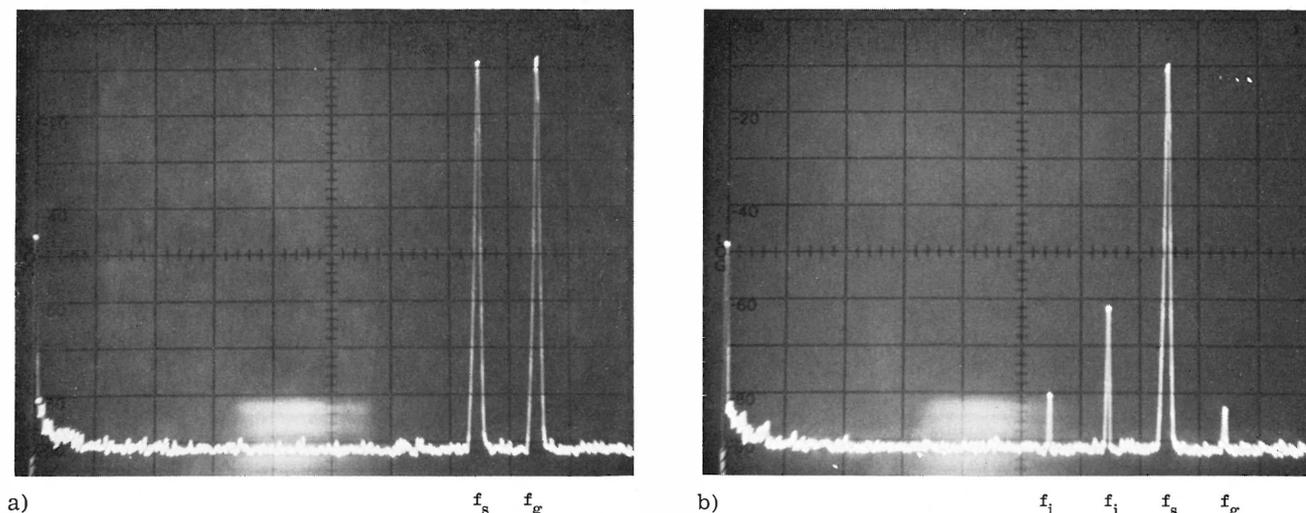


Bild 14

Spektrum einer pulsamplitudenmodulierten Sinusschwingung vor und nach einem passiven Cautiefpaß (mit parasitären Interferenzfrequenzen f_1)

6.1. Signalunabhängige Fehler bei der Signalwandlung

– Quantisierungsrauschen

Durch den Quantisierungsprozeß mit einer endlichen Anzahl von Amplitudenstufen entsteht das Quantisierungsrauschen. Es handelt sich bei großen Signalamplituden und breitbandigen Signalen um ein Störsignal, das tatsächlich als Rauschen wahrgenommen wird, das jedoch mit kleiner werdendem Nutzsignal immer mehr in eine Verzerrung übergeht [13]. Man erhält dann statt eines gleichförmigen Rauschspektrums ein Linienspektrum, das aus den ungeradzahigen Oberwellen des Tonsignals und deren Spiegelungen an der Abtastfrequenz besteht. Um diesen subjektiv als sehr unangenehm empfundenen Effekt zu beseitigen, hat man bei verschiedenen Systemen einen sogenannten Dither eingeführt, der diese diskreten Störkomponenten wieder in ein rauschartiges Signal verwandelt [14]. Der Effektivwert des Quantisierungsrauschens bleibt jedoch unabhängig von der spektralen Zusammensetzung konstant, solange das Nutzsignal nicht kleiner als eine Quantisierungsstufe wird. Für ideale Wandler berechnet sich der Quantisierungsstörabstand nach [15] für 16 Bit Auflösung zu 98 dB^2 .

– Rauschen der Analogbausteine

Eine weitere Störquelle ist das Rauschen der analogen Baugruppen, wie Filter, Sample-&-Hold-Schaltung usw., das möglichst so klein sein sollte, daß es gegenüber dem Quantisierungsrauschen zu vernachlässigen ist. Durch die Summierung der Rauschbeiträge der immer notwendigen Verstärkerstufen erreicht man sehr schnell diese Größe.

– Gruppenlaufzeitverzerrungen

Wie bei allen Systemen, bei denen Tiefpaßfilter eingesetzt werden, treten auch bei PCM-Systemen Gruppenlaufzeitverzerrungen auf, von denen man noch nicht weiß, ob sie zu einer Störwirkung füh-

ren. Falls es sich als notwendig erweisen sollte, besteht die Möglichkeit, diese durch Gruppenlaufzeitkompensation mittels Allpaßfiltern auszugleichen.

6.2. Signalabhängige Fehler bei der Signalwandlung

– Nichtlineare Verzerrungen der A/D-D/A-Wandlerbausteine

An verschiedenen Stellen des Signalweges können nichtlineare Verzerrungen auftreten. Sie entstehen bei A/D- und D/A-Wandlern durch Abweichungen der Übertragungskennlinie eines realen Wandlers von der eines idealen Wandlers, wie sie z. B. in **Bild 13** gezeigt werden [13]. Diese Abweichungen sind zulässig, soweit sie sich innerhalb der Spezifikationen des jeweiligen Wandlers befinden, welche üblicherweise eine differentielle Nichtlinearität von maximal $\pm 1/2 \text{ LSB}$ und eine absolute Nichtlinearität von etwa $\pm 1 \text{ LSB}$ gestatten. Die ungleichen Stufenabstände führen jedoch zu signalabhängigen Verzerrungen, die meist rauschartigen Charakter aufweisen und die den maximal erreichbaren Störabstand von 98 dB , der durch das Quantisierungsrauschen vorgegeben ist, vermindern. Ein realer 16-Bit-Wandler wird den theoretisch errechneten Wert somit nur mit Abstrichen von einigen dB erreichen können. Einzige Abhilfe gegen diese Qualitätsverschlechterung sind höherauflösende Wandler, mit deren Herstellung man zur Zeit jedoch an die Grenze des technisch Realisierbaren stößt.

– Nichtlineare Verzerrungen in Analogbaugruppen

Nichtlineare Verzerrungen entstehen auch in analogen Baugruppen. Bei Verwendung von passiven Filtern sind besonders die dann notwendigen Spulen potentielle Quellen für Verzerrungen dieser Art. Dies soll am Beispiel einer pulsamplitudenmodulierten Sinusschwingung mit hoher Frequenz gezeigt werden, von deren Spektrum in **Bild 14a** ein Ausschnitt dargestellt ist. Dieses Signal enthält neben der Grundwelle f_s ein bis zu hohen Frequenzen reichendes Spektrum – zu dem auch

² Unbewerteter Effektivwert, bezogen auf die Vollaussteuerungsgrenze des Wandlersystems.

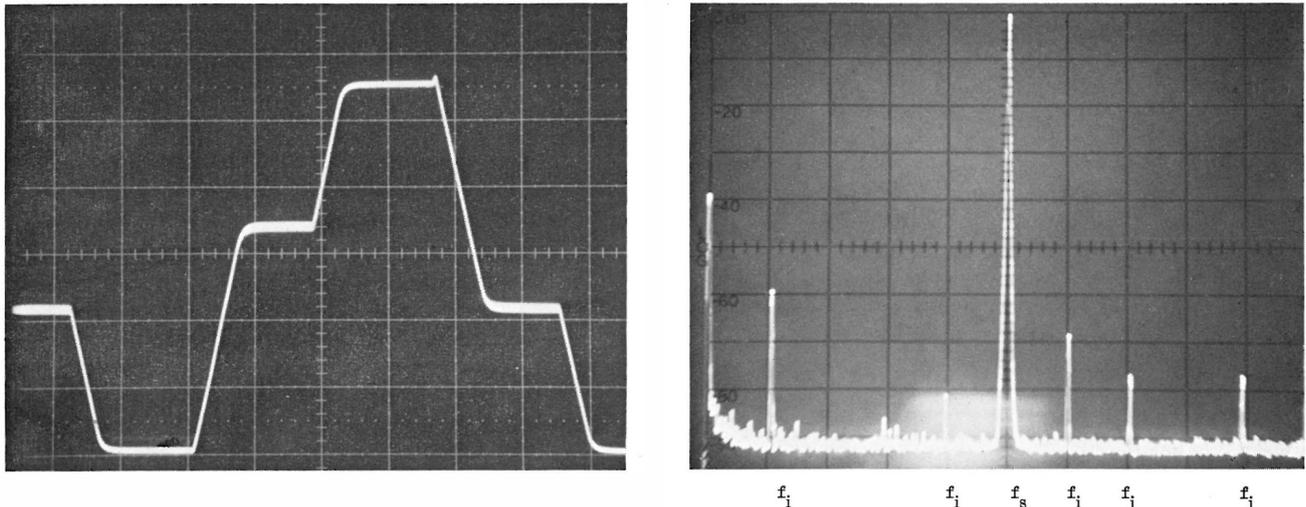


Bild 15
Pulsamplitudenmodulierte Sinusschwingung
(ursprünglich ideal treppenförmig) mit Slew-rate-Verzerrungen in zeitlicher und spektraler Darstellung

die an der Abtastfrequenz gespiegelte Grundwelle f_g gehört –, das mit Ausnahme der Grundschwingung durch ein passives Filter entfernt werden soll. Wie **Bild 14b** zeigt, wird die Schwingung f_g zwar genügend bedämpft, doch es entstehen an der nichtlinearen Kennlinie des Filters außerdem einige neue Frequenzkomponenten f_i durch Intermodulation.

Die Amplitude dieser Signalkomponenten steigt mit dem Pegel des Nutzsignals stark an. Um derartige Störungen zu vermindern, kann man aktive Filter verwenden, die keine Spulen enthalten und es dennoch erlauben, steile Filterflanken zu erzeugen. Diese Filter sind in ihren Verzerrungseigenschaften erheblich besser als passive, weisen allerdings ein höheres Rauschen auf, verursacht durch die in großer Zahl benötigten Operationsverstärker [16].

– Slew-rate-Verzerrungen

Ein weiterer Fehler, der mit der Signalgröße ansteigt, ist die sogenannte Slew-rate-Verzerrung. Die Ursache dafür ist die nicht unendlich kurze Anstiegszeit von Verstärkern. Pulsamplitudenmodulierte Signale stellen durch ihre steilen Flanken hohe Anforderungen an die jeweiligen Analogverstärker. Diese Flanken werden je nach Anstiegszeit des Verstärkers abgeschrägt (nicht etwa exponentiell abgerundet wie bei Tiefpaßgliedern), was zu einem Störspektrum von interferenzartigem Charakter führt (**Bild 15**) [17].

6.3. Prozeßrechnersystem und eventuell notwendige Erweiterungen

Die vorgestellte Anlage ermöglicht es, Tonsignale in digitaler Form bis zu einer Abtastfrequenz von etwa 70 kHz im Monobetrieb aufzuzeichnen. Deshalb konnte auch eine Stereosignalaufzeichnung mit 2×32 kHz Abtastung implementiert werden. Möchte man aber Tonsignale mit noch höheren Abtastraten aufzeichnen, müßte ein schnellerer kompatibler Rechner der 21MX-Serie eingesetzt werden. Abtast-

frequenzen bis etwa 100 kHz für Mono- und 2×50 kHz für Stereobetrieb wären dann möglich.

Die Erweiterung des Massenspeichers am Prozeßrechner durch ein Bandgerät (**Bild 2**) für die Erstellung einer Tonsignallbibliothek und für die Datensicherung wird vielleicht nötig werden, da sonst auf die Dauer bei den riesigen Mengen an Programm- und Tonsignaldaten keine störungsfreie Kontinuität der Aufgabenbearbeitung mehr zu gewährleisten sein wird. Eine routinemäßige Datenrettung, das heißt Abspeicherung der vorhandenen Daten auf Magnetband, beugt Systemausfällen vor.

Umfangreiche Fouriertransformationen und Filterberechnungen erfordern sehr viel Rechenzeit. Durch Erweiterung des Rechenwerks mit einem Fast-Fortran-Prozessor lassen sich die Laufzeiten dieser Berechnungen um den Faktor 3 bis 4 verkürzen.

Der Übergang vom jetzigen Betriebssystem auf ein neues (z. B. [18]) erfordert Programmieraufwand bei der Anpassung der Tonsignalverarbeitung. Die neuen Betriebssysteme sind jedoch noch sicherer in bezug auf den Schutz der Daten, deutlich schneller in der Verarbeitung und für den Anwender wesentlich komfortabler als das jetzige. Dort könnte dann auch PEARL als Programmiersprache zusätzlich implementiert werden [19]. Außerdem ist mit diesen Betriebssystemen eine Ankopplung an die Datenverarbeitungsanlage HP 3000 des IRT möglich. Im Rechnerverbund kann dann durch Überspielung von Tonsignalabtastwerten die größere Datenverarbeitungskapazität der HP 3000 für Sonderfälle zusätzlich genutzt werden.

Der Test digitaler Echtzeitsysteme für Tonsignale kann durch eine Erweiterung der Anlage mit einem geeigneten digitalen Zwischenspeicher gemäß **Bild 16** durchgeführt werden. Die zu beurteilenden digitalen Systeme werden je nach Untersuchungszweck über digitale Parallelschnittstellen oder nach D/A- bzw. A/D-Wandlung über Analogschnittstellen angekopfelt. Die Synthese von geeigneten Testsignalen und die meßtechnische Auswertung der Testsignalantwort erfolgt dann nur noch im Prozeßrechnersystem.

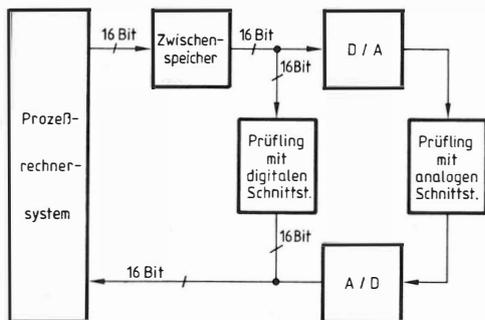


Bild 16

System für digitale Meßtechnik mittels Prozeßrechner

Für die Zukunft der beschriebenen Anlage bringt die sicher rasch fortschreitende Entwicklung der digitalen Audiotechnik auch im Rundfunk eine Fülle von Aufgaben mit sich. Für ihre Bewältigung stellt die Anlage ein ausgezeichnetes Arbeitsmittel dar, das jedoch nur bei kontinuierlicher Anpassung an den jeweiligen Stand der Technik seinem Auftrag gerecht werden kann.

SCHRIFTTUM

[1] Twietmeyer, H.: Digitaler Kennsignalgeber. Rundfunktech. Mitt. 25 (1981), S. 61 bis 66.
 [2] Hölzler, E.; Holzwarth, H.: Pulstechnik, Band 1: Grundlagen. Springer-Verlag, Berlin 1975.
 [3] HP 96MX System Controller Reference Manual. Hewlett-Packard Company, Cupertino USA, 6/1975.
 [4] A Pocket Guide to Interfacing HP Computers. Hewlett-Packard Company, Cupertino USA, 4/1970.
 [5] HP 7906 Disc Drive User's Manual. Hewlett-Packard Company, Boise USA, 4/1978.
 [6] HP 7925 Disc Drive User's Manual. Hewlett-Packard Company, Boise USA, 1/1981.

[7] HP 92001 RTE-II Programming and Operating Manual. Hewlett-Packard Company, Cupertino USA, 10/1978.
 [8] Bergland, G. D.: A guided tour of the fast Fourier transform. IEEE Spectrum 6 (1969), Nr. 7, S. 41 bis 52.
 [9] Hessenmüller, H.; Martin, D.: Der Schutz gegen Übertragungsstörungen bei der Übertragung von Tonrundfunkprogrammen in pulscodemodulierter Form. NTG-Fachber. 56 (1977), Hörrundfunk 4, S. 163 bis 170.
 [10] Azizi, S. A.: Entwurf und Realisierung digitaler Filter. R. Oldenbourg Verlag, München 1981.
 [11] Lagadec, R.; Kunz, H. O.: A new approach to digital sampling frequency conversion. AES 68th Convention Preprints, Hamburg March 1981.
 [12] Twietmeyer, H.: Untersuchung des Interpolationsverfahrens zur Verschleierung von Bitfehlerstörungen bei digitalen Tonsignalen. Wirksamkeit und Grenzen des Verfahrens. Tech. Bericht des IRT (erscheint demnächst).
 [13] Blesser, B.: Digitization of audio. J. of the AES 26 (1978), S. 739 bis 771.
 [14] Ely, S. R.: Idle-channel noise in P.C.M. sound-signal systems. BBC Res. Dep. Reports 1978, Nr. 4, 17 Seiten.
 [15] Jakobowski, H.: Quantisierungsverzerrungen in digital arbeitenden Tonsignalübertragungs- und -verarbeitungssystemen. Rundfunktech. Mitt. 25 (1980), S. 91 bis 92.
 [16] Lagadec, R.; Weiss, D.: High quality analog filters for digital audio. AES 67th Convention Preprints, New York Oct. 1980.
 [17] Freeman, D. M.: Slewing distortion in digital-to-analog conversion. J. of the AES 25 (1977), S. 178 bis 183.
 [18] HP 92068 RTE-IVB System Manager's Manual. Hewlett-Packard Company, Cupertino USA, 1/1980.
 [19] Werum, W.; Windauer, H.: PEARL, Process and Experiment Automation Realtime Language. Beschreibung mit Anwendungsbeispielen. Vieweg-Verlag, Braunschweig 1978.
 [20] C C I R : Modulation of signals carried by sound-programme circuits by interfering signals from power supply sources. Rec. 474. Digital transmission of sound-programme signals. Rep. 647-1, XIVth Plenary Assembly, Kyoto 1978, Vol. XII, S. 148 bis 159. Hrsg. v. d. UIT, Genf (1978).

TECHNOLOGIE DER LICHTWELLENLEITER¹

VON GÜNTER ZEIDLER²

Manuskript eingegangen am 29. Oktober 1981

Lichtwellenleiter

Zusammenfassung

Lichtwellenleiter (LWL) mit niedriger Dämpfung bestehen aus hochreinen, dotierten Quarzgläsern. Sie werden synthetisch hergestellt, indem man Silizium- und Germaniumtetrachlorid mit Sauerstoff bei Hitze umsetzt und aus den dabei entstehenden Oxyden eine stabförmige Vorform herstellt. Da die Germaniumkonzentration in der Mitte des Stabes höher als am Rande ist, ist auch der Brechungsindex in der Mitte höher. Nach dem Dünnziehen des Stabes zur Faser bewirkt dieses Brechungsindexprofil die Lichtführung längs der Faserachse. Während des Ziehprozesses wird auf die Glasfaser eine Plastiksenschutzschicht aufgebracht, die die mit Stahl vergleichbare Festigkeit des jungfräulichen Glasfadens erhält und den LWL geschmeidig und handhabbar macht. Beim Verkabeln wird der so geschützte LWL in eine schlauchförmige Hülle eingespritzt, die zusätzlich noch mit einem weichen Gelee gefüllt ist. Die so entstandene LWL-Ader ist robust und handhabbar und kann ohne Schwierigkeiten wie in der klassischen Kabeltechnik behandelt werden (Verseilung, Umman- telung). Die so hergestellten LWL-Kabel haben sich in der Praxis vielfach bewährt und bieten routinemäßige Dämpfungswerte unter 1 dB/km und Bandbreiten über 1000 MHz × km bei einer Wellenlänge von 1300 nm.

Summary Optical fiber technology

Low-loss optical fibers consist of high-purity, doped silica glasses. They are produced synthetically by heating silicon and germanium tetrachloride in oxygen and making a rod-shaped preform from the resultant oxides. As the germanium concentration is higher at the center of the rod than at the periphery, the refractive index is also higher at the center. After the rod has been drawn out into a fiber, the refractive index profile ensures that the light is guided along the fiber axis. During the fiber-drawing process the glass fibers are given a protective plastic coating which assures the steel-like strength of the pristine fiber, while making it flexible and easy to handle. During the cabling process the optical fiber has a buffer tube extruded over it and this is additionally filled with a soft jelly. The resultant buffered fiber is rugged, easy to handle and capable of being processed in the same way as conventional cables (stranding, sheathing). Fiber-optic cables fabricated in this way have been extensively proven in the field, routinely providing attenuations of less than 1 dB/km and bandwidths in excess of 1000 MHz × km at a wavelength of 1300 nm.

Sommaire Technologie des fibres optiques

Les fibres optiques à faible atténuation sont réalisées à partir de verres à quartz dopés de grande pureté. Les oxydes, obtenus par oxydation à haute température de tétrachlorures de silicium et de germanium, sont transformés en un barreau utilisé comme préforme. La concentration de germanium étant plus forte au cœur du barreau qu'à sa périphérie, l'indice de réfraction y est plus élevé. Après l'étirage du barreau en une fibre, ce profil d'indice a pour effet de conduire la lumière le long de l'axe de la fibre. Au cours du fibrage, la fibre est revêtue d'une protection plastique qui conserve la résistance mécanique du fil de verre vierge — comparable à celle de l'acier — et confère à la fibre optique souplesse et maniabilité. Lors du câblage, la fibre ainsi protégée est ensuite renforcée par extrusion d'une gaine souple, garnie d'une gelée. Le conducteur optique ainsi obtenu, robuste et maniable, se prête à toutes les opérations classiques en câblerie (toronnage, gainage). De nombreuses applications ont mis en évidence les avantages des câbles à fibres optiques réalisés selon cette méthode, qui présentent couramment une atténuation inférieure à 1 dB/km et une bande passante supérieure à 1000 MHz × km pour une longueur d'onde de 1300 nm.

1. Einleitung

Vor mehr als zehn Jahren stellte die Firma Corning Glass Works in den USA erstmals einen Lichtwellenleiter mit einer Dämpfung von 16 dB/km her. Dieser Wert lag um Größenordnungen unter der damals in üblichen Glasfasern auftretenden Lichtdämpfung [1]. Weltweit führte dieses nun fast schon historische Ereignis zu ausgedehnten Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, die einerseits Lichtwellenleiter mit noch niedrigerer Dämpfung (<1 dB/km) zum Ziel hatten und andererseits auf die technische Anwendung dieses neuen Produkts gerichtet waren.

2. Herstellung von Lichtwellenleitern

Die Lichtwellenleiter für nachrichtentechnische Anwendungen werden aus hochreinem synthetischen

Quarzglas hergestellt, das zum Einstellen der Lichtführungseigenschaften definiert dotiert wird [2]. Dabei geht man von dem aus der Halbleiterherstellungstechnik bekannten Siliziumtetrachlorid aus, das dampfförmig in Siliziumdioxid (Quarzglas) umgesetzt wird. Dieses dotiert man heute zumeist mit Germanium und Phosphor; das bei der Synthese hergestellte Quarzglas ist homogen gemischt mit Germaniumdioxid und Phosphorpentoxid. Eine Dotierung mit 15 % Germaniumdioxid bewirkt, daß sich der Brechungsindex um etwa 1 % erhöht. Nach der apparativen Anordnung unterscheidet man zwei Verfahrensvarianten — das Innenabscheideverfahren [3] und das Außenabscheideverfahren [4].

Innenabscheideverfahren

Bei diesem Verfahren werden das Dampfgemisch und Sauerstoff durch ein rotierendes, von außen beheiztes Quarzglasrohr geleitet. Im Rohrrinneren hat dies eine Oxydationsreaktion zur Folge, und das an der Rohrwand abgeschiedene Glaspulver wird durch Sinterung homogenisiert. Nach dem Kollabieren des innen mit etwa 60 Lagen beschichteten Rohres entsteht eine stabförmige Vor-

¹ Nach dem Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 9. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) in Ulm, 21. bis 24. September 1981.

² Dipl.-Ing. Dr. phil. nat. Günter Zeidler leitet die Abteilung Lichtwellentechnik in der Nachrichten-kabelentwicklung der Siemens AG Bereich Übertragungsnetze, München.

form, die sich dann mit Hilfe eines Muffelofens und einer Abzugsvorrichtung zur Faser ausziehen läßt (z. B. Kerndurchmesser $50\ \mu\text{m}$, Manteldurchmesser $125\ \mu\text{m}$).

Der Vorteil des Innenabscheideverfahrens liegt in der Abgeschlossenheit des Prozesses: Die Reaktionszone ist gegen Verunreinigungen – besonders gegen Feuchte – geschützt; es entstehen dämpfungsarme Lichtwellenleiter, in deren Dämpfungsspektrum nur sehr geringe Wasserabsorptionsbanden festzustellen sind.

Bild 1 zeigt die Dämpfung eines nach diesem Verfahren hergestellten Lichtwellenleiters (SiO_2 , dotiert mit GeO_2 und P_2O_5) als Funktion der Lichtwellenlänge. Die Dämpfung fällt stetig von $800\ \text{nm}$ ausgehend ab, erreicht bei $1300\ \text{nm}$ ein Minimum und ermöglicht im Wellenlängenbereich bis $1600\ \text{nm}$ einen Betrieb mit niedriger Dämpfung.

Außenabscheideverfahren

Bei diesem Verfahren wird das Dampfgemisch in einen Gasbrenner eingeleitet und mit sehr gutem Wirkungsgrad in der Flamme umgesetzt. Das so entstehende Glaspulver schlägt sich dann Schicht für Schicht auf einem rotierenden Keramikstab als poröses Material nieder. Da der Prozeß nach außen hin im wesentlichen offen ist und das Heizgas in der Regel Wasserstoff enthält, lagert sich Feuchte (OH-Gruppen) mit ab. Deshalb wird nach dem Entfernen des Keramikstabes die Vorform in einem Ofen chemisch getrocknet und gesintert. Der dabei entstehende Glasstab liefert etwa 20 bis $40\ \text{km}$ Faser. Wegen dieser Größe ist dieser Herstellprozeß besonders für die großtechnische LWL-Herstellung interessant.

3. Mechanische und elektromagnetische Besonderheiten der LWL

In ihrem mechanischen Verhalten unterscheiden sich die LWL grundsätzlich von Kupferdrähten:

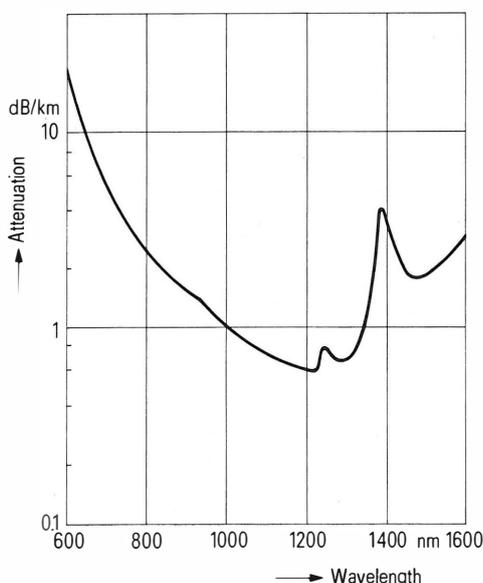


Bild 1

Dämpfung einer Gradientenfaser als Funktion der Lichtwellenlänge

Während Kupfer bei mechanischen Beanspruchungen durch Fließen ein nachgiebiges, duktils Verhalten zeigt, sind LWL absolut elastische Bauelemente aus einem bekanntlich recht spröden Werkstoff. Besonders bedeutend für das Design von LWL-Kabeln ist die Möglichkeit des spontanen Faserbruchs bei langanhaltender Dauerdehnung [5].

Soll die Ausfallwahrscheinlichkeit zufolge dieses Effektes bei einer etwa $30\ \text{km}$ langen Verbindung und in einer Benutzungsperiode von 30 Jahren vernachlässigbar sein, dann darf die dauernd auf den LWL wirkende Zugspannung nur zu Dehnungen führen, die deutlich kleiner als $0,2\ \%$ sind [6]. Dies ist eine der Grundforderungen an die LWL-Kabeltechnik.

Wenn wir in einem unter Zugkraft stehenden LWL-Kabel die Faserdehnung messen (z. B. durch die Laufzeitänderung eines kurzen Lichtimpulses), so können wir grundsätzlich zwei verschiedene Prinzipien unterscheiden [7]. Bei Kabelkonstruktionen ohne radiale Faserbeweglichkeit (z. B. Festadernkabeln) ist die Faserdehnung gleich der Kabeldehnung. Wegen der begrenzten Langzeitfestigkeit der Glasfaser muß dann auch die dauernde Kabeldehnung kleiner als $0,2\ \%$ bleiben, was für viele praktische Einsatzfälle eine Einschränkung darstellt.

Andere Verhältnisse liegen bei losen LWL-Kabelkonstruktionen vor, bei denen der LWL sich in der Kabelseele radial bewegen kann. Bei kleinen Kabeldehnungen bleibt die Faser ohne jegliche Zugbeanspruchung, da die versilte Faser in radialer Richtung ausweichen kann. Erst wenn die Dehnungsreserve der Kabelkonstruktion aufgezehrt ist, nimmt die Faserdehnung wieder mit der Kabeldehnung zu. Bleibt im Betrieb die Kabeldehnung kleiner als diese Dehnungsreserve, so ist die Faser nicht beansprucht, und wir können eine verschwindende Ausfallwahrscheinlichkeit erwarten. Diese losen Kabelkonstruktionen sind deshalb bei richtiger Dimensionierung für alle gängigen Installationsarten verwendbar.

Im Sinne der elektromagnetischen Theorie sind die Glasfasern als offene, dielektrische Wellenleiter zu betrachten. Die Feldverteilung reicht über den eigentlichen lichtführenden Kern hinaus. Bei jeder Biegung des Leiters wird dabei ein Teil dieser lose an die Führungsstruktur angebotenen Energie abgestrahlt. Die dadurch hervorgerufene Zusatzdämpfung ist z. B. bei Krümmungsradien von über $60\ \text{mm}$ noch vernachlässigbar klein, kann aber bei Biege radien unter $30\ \text{mm}$ das Übertragungsverhalten stark beeinträchtigen. Besonders gefährlich sind dabei Mikrobiegungen der Faserachse mit mechanischen Perioden von $0,2$ bis $2\ \text{mm}$ [8].

Störungen dieser Art können durch verschiedene äußere Kräfte hervorgerufen werden, wenn der LWL durch die Kabelstruktur nicht ausreichend dagegen geschützt ist. Wird das Kabel durch Querkräfte verformt, so kann die Faser durch Inhomogenitäten der Kabelstruktur oder der verwendeten Materialien lokal stark gebogen werden.

Wird ein lose liegendes LWL-Kabel abgekühlt, so können die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten zu einer relativen Kabelverkürzung und damit zu einer Stauchung des LWL führen.

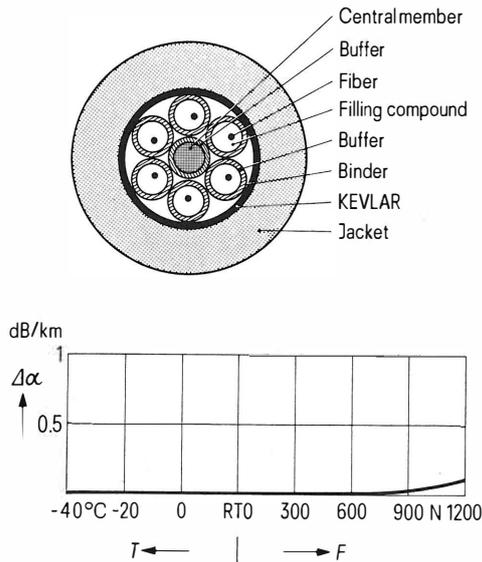


Bild 2

Querschnitt und Eigenschaften eines Hohladerkabels

Andererseits wird bei der Verlegung das Kabel meist um Ecken herumgezogen. Die dabei auftretende Überlagerung von Quer- und Zugkräften kann ebenfalls zu Mikrobiegungen führen.

Die hier beschriebenen Belastungsarten – Querdruck, Kontraktion bei tiefen Temperaturen, Zug unter Biegung – sind in Form von umfangreichen Typprüfungen auf verschiedene Kabelkonstruktionen angewendet worden und haben zu den Hohladerkonstruktionen geführt, bei denen die LWL lose in einem Kunststoffröhrchen liegen und dadurch sich automatisch in eine Position mit größtmöglichem Krümmungsradius (also kleinstmöglicher Zusatzdämpfung) legen können.

4. Hohladerkabel

Bild 2 zeigt den Querschnitt eines 10-Faser-Kabels [9]. Jeder LWL wird von einem Plastikröhrchen mit einem Innendurchmesser von 0,9 mm und einem Außendurchmesser von 1,4 mm umgeben (Hohlader). Das Innere des Röhrchens ist zusätzlich mit einer fettartigen, sehr weichen Paste gefüllt, die Wasser abhält und trotzdem eine nahezu kraftfreie Beweglichkeit des LWL ermöglicht. 10 dieser Hohladern sind um ein Zentralelement (glasfaserverstärkter Kunststoff oder Stahldraht) verseilt. Die Verseilparameter werden so gewählt, daß der Krümmungsradius der Schraubenlinie über 60 mm liegt, so daß keine meßbare Zusatzdämpfung beim Verkabeln eintritt.

Wird das Kabel von außen gedehnt, so kann die Faser sich in radialer Richtung nach innen bewegen und auf eine Schraubenlinie mit kleinerem Radius ausweichen, ohne selbst gedehnt zu werden. Erst wenn die Faser an den Innenwänden der Hohlader aufliegt, ist die Dehnungsreserve verbraucht und die Faser wird mit dem Kabel gedehnt. Durch entsprechende Wahl der geometrischen Kabelabmessungen läßt sich eine Dehnungsreserve von 0,4 bis 0,6 % auch bei Kabeldurchmessern unter 10 mm einstellen.

Bei Temperaturkontraktion des Kabels geschieht das Umgekehrte: Die Fasern verlagern sich radial nach außen auf eine Schraubenlinie mit größerem Durchmesser. Im bestimmungsgemäßen Temperaturbereich werden die Fasern dabei nicht gestaucht, und es tritt keine Zusatzdämpfung auf. Die Größe dieses zulässigen Temperaturbereiches wird im wesentlichen durch den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Zentralelementes bestimmt. Die für das Kabel zulässige Zugkraft (z. B. 1000 N) wird von einer über den Adern liegenden Bespinnung aus zugfesten Garnen (z. B. KEVLAR 49 oder Fiberglas) aufgenommen.

Der äußere Kabelmantel aus Polyäthylen schützt das Kabel vor Querkräften.

Durch diesen konstruktiven Aufbau wird dafür gesorgt, daß das Übertragungsverhalten des Kabels auch bei äußeren Beanspruchungen stabil bleibt. Als Beispiel ist in Bild 2 unten die Dämpfung bei Zugbelastung und Biegung (150 m Prüflänge, Umlenkradius 200 mm) und die Dämpfung des in einen losen Ring gelegten Kabels bei tiefen Temperaturen aufgezeichnet.

5. Technologische Besonderheiten bei der Kabelmontage

Von großer Bedeutung bei der Montage von LWL-Kabelanlagen ist die Verbindungstechnik. Nach dem Absetzen des Kabelmantels und der Aderhülle werden hierbei zunächst die LWL-Enden sauber vorbereitet. Dies geschieht meistens nach der Methode des Ritzbrechens: In einem Schneidewerkzeug wird die Faser unter Zug- und Biegespannung gesetzt und dann mit einem Diamanten geritzt. Mit gut eingestellten Schneidewerkzeugen entstehen dabei reproduzierbare, spiegelglatte und zur Faserachse senkrechte Bruchflächen. Das eigentliche Verbinden der LWL geschieht mit handlichen Klebe- oder Schweißgeräten. Bei der Klebemethode werden die Faserenden in einem V-förmig gefalzten Blech zueinandergeführt und dann mit einem Zweikomponentenkleber verbunden [10].

Bei der Schweißmethode werden die Fasern ebenfalls in V-förmigen Führungsteilen genau ausgerichtet und stumpf aneinandergestoßen. Senkrecht zu den Fasern wird für wenige Sekunden ein kleiner Lichtbogen gezündet, in dem die Faserstirnflächen miteinander verschweißen [11].

Bild 3 zeigt eine typische Dämpfungsverteilung der Spleiße für LWL mit einem Kerndurchmesser von 50 μm . Die Streuung der Verbindungsdämpfung hat hauptsächlich 2 Ursachen:

- Beim Zusammenstoßen der beiden LWL-Stirnflächen kann ein gerätebedingter seitlicher Versatz von wenigen μm oft nicht vermieden werden.
- Die LWL selber haben fertigungstechnisch bedingte Toleranzen.

Störend sind insbesondere Schwankungen des Kerndurchmessers und der numerischen Apertur. Eine erhöhte Verbindungsdämpfung stellt sich dann ein, wenn der ankommende LWL einen größeren Kerndurchmesser oder eine höhere numerische Apertur als der abgehende aufweist.

Die LWL-Spleiße müssen noch gegen äußere Einwirkungen geschützt werden. Dazu werden sie in

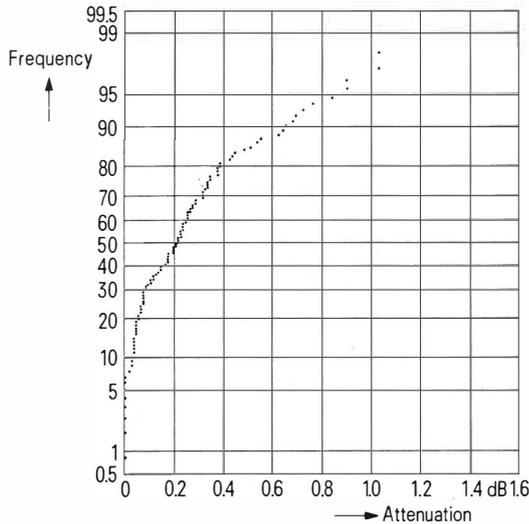


Bild 3
Häufigkeitsverteilung der Spleißdämpfung

Muffen untergebracht, die denen der klassischen Nachrichtenkabeltechnik ähneln.

Die hier beschriebenen Montagetechniken haben sich bisher beim Bau von mehr als 50 größeren Kabelanlagen bewährt. Die Installation wurde dabei ohne größere Schwierigkeiten von Fernmeldekabelmonteuren durchgeführt, die lediglich in einer mehr-tägigen Schulung mit den Besonderheiten der neuen Technik, insbesondere mit dem Spleißen und Ein-messen, vertraut gemacht wurden.

SCHRIFTTUM

[1] Kapron, F. P.; Keck, D. B.; Maurer, R. D.: Radiation losses in glass optical waveguides. *Applied Phys. Lett.* 10 (1970), S. 423.

[2] Schultz, P. C.: Progress in optical waveguide process. *Applied Optics* 18 (21) Nov. 1979, S. 3684 bis 3693.

[3] Grabmeier, J.; Schneider, H.; Lebetzki, E.; Douklias, N.: Preparation of low-loss optical fused-silica fibers by modified chemical vapor deposition technique. *Siemens Forsch- und Entwickl.-Ber.*, Band 5 (1976), S. 171 bis 175.

[4] Schultz, P. C.: Fabrication of optical waveguides by the outside vapor deposition process. *Proc. of IEEE* Vol. 68 (1980), No. 10, S. 1187 bis 1190.

[5] Oestreich, U.: The application of the Weibull-distribution to the reliability of optical fiber cables. *First European Conference on Optical Fiber Communication* (London, Sept. 1975). *IEE Conference Publication No. 132*, S. 73.

[6] Zeidler, G. H.; Bark, P. R.; Lawrence, D. O.; Szentesi, O. I.: Reliability of fiber optic systems. *International Conference on Communications* (Seattle, 1980). *Conference Record* 10.3.

[7] Bark, P. R.; Oestreich, U.; Zeidler, G.: Fiber optic cable design, testing and installation experiences. *Proceedings of the 27th International Wire and Cable Symposium* (Cherry Hill, 1978), S. 379 bis 384 and
Stress-strain behavior of optical fiber cables. *Proceedings of the 28th International Wire and Cable Symposium* (Cherry Hill, 1979), S. 385 bis 390 and
Oestreich, U.; Zeidler, G.; Bark, P. R.; Lawrence, D. O.: Fiber optic cables for aerial applications. *Proceedings of the 29th International Wire and Cable Symposium* (Cherry Hill, 1980), S. 394 bis 401.

[8] Zeidler, G.; Hasselberg, A.; Schicketanz, D.: Effects of mechanically induced periodic bends on the optical loss of glass fibers. *Optics Comm.* Vol. 18 (1976), No. 4, S. 553 bis 555.

[9] Oestreich, U.; Boscher, G.; Schöber, G.; Liertz, H.: Third European Conference on Optical Communications (Munich, 1977). *NTG-Fachberichte*, Band 59, S. 44 bis 46.

[10] Kunze, D.; Krimmling, H. J.; Liertz, H.; Bachel, E.: Jointing techniques for optical cables. *Second European Conference on Optical Fiber Communications* (Paris, 1976). *Conference Proceedings*, S. 257 bis 260.

[11] Liertz, H.: Fusion splicing machine for optical fibres. *Electronics Letters* Vol. 16 (1980), No. 11, S. 426 bis 427.

VERMEIDUNG DES GROSSFLÄCHENFLIMMERNS IN FERNSEH-HEIMEMPFÄNGERN¹VON UWE E. KRAUS²

Manuskript eingegangen am 23. Oktober 1981

Fernsehempfängertechnik

Zusammenfassung

Nach der einleitenden Betrachtung einiger Unvollkommenheiten, die der eingeführten Fernsehnorm noch anhaften, befaßt sich der vorliegende Bericht mit den Ursachen des Flimmerns in großen Bildflächen und mit den Möglichkeiten, diesen Störeffekt durch schaltungstechnische Maßnahmen im Heimempfänger zu vermeiden. Es wird ein bereits fertiggestelltes Versuchsmodell eines solchen flimmerfreien Empfängers beschrieben und erste Betriebserfahrungen werden mitgeteilt. Weiterführende Vorschläge haben das Ziel, den Schaltungsaufwand und damit die Kosten zu vermindern.

Abschließend wird auf die wesentlichsten noch anstehenden Entwicklungsaufgaben eingegangen.

Summary Avoidance of large-area flicker in domestic television receivers

After an introductory consideration of some of the imperfections still inherent in the current television standard, the present article deals with the causes of large-area flicker in the picture and with the possible means of avoiding that form of disturbance by appropriate circuitry in domestic receivers. The article describes an experimental model of such a flicker-free receiver already in existence and reports on initial practical results. Proposals for further development have the objective of reducing circuitry outlay and thus the cost.

In conclusion, the article discusses the most important development tasks yet to be undertaken.

Sommaire Suppression du papillotement des larges surfaces dans les récepteurs de télévision grand public

Après une introduction rappelant certaines des imperfections qui restent inhérentes au système de télévision actuel, l'article étudie la cause du papillotement des larges surfaces de l'image et il propose d'éviter ce défaut par une modification des circuits du récepteur grand public. Il décrit un prototype de récepteur exempt de papillotement et rend compte des premiers résultats obtenus. Les propositions de nouvelles études ont pour objet de réduire l'importance des circuits nécessaires, et donc leur prix.

L'article se termine par un examen des principales recherches restant à entreprendre.

1. Einleitung

Die mit der heute eingeführten 625-Zeilen-/50-Hz-Farbf Fernsehnorm beim Heimempfang erreichbare Bildqualität kann im allgemeinen als zufriedenstellend angesehen werden. Dabei ist vorausgesetzt, daß die Studiogeräte, die Sendestrecken und die Empfänger auch tatsächlich entsprechend der Norm korrekt abgeglichen sind und daß ferner ein optimaler Betrachtungsabstand vom 5- bis 6fachen der Bildhöhe eingehalten wird.

Die wesentlichen, der heutigen Norm noch anhaftenden Störeffekte sind:

- Cross-Effekte (Cross-Colour, Cross-Luminance),
- Zwischenzeilenflimmern,
- Großflächenflimmern (Bildflimmern).

Ein Ziel der laufenden Entwicklungsarbeiten zur weiteren Verbesserung der Bildqualität innerhalb der heutigen Norm wird in der Verminderung oder völligen Ausschaltung dieser systembedingten Störeffekte durch schaltungstechnische Maßnahmen im Heimempfänger gesehen. Dies erscheint aus zweierlei Gründen sinnvoll:

- Neu entwickelte Bildwiedergabesysteme mit erhöhter Helligkeit und größerem Bildformat (große Bildröhren und Projektionsgeräte) lassen die genannten Störeffekte noch deutlicher hervortreten

als bisher. Ferner wird bei großen Wiedergabeschirmen der für die 625-Zeilen-Norm empfohlene Mindestbetrachtungsabstand oft zwangsläufig unterschritten.

- Mit der Einführung einer neuen, verbesserten Fernsehnorm, die die Störeffekte vermeidet und zudem eine höhere Auflösung zuläßt, ist nach allgemeiner Einschätzung erst ab 1990 und auch dann nur schrittweise zu rechnen.

Ferner kommt hinzu, daß Fortschritte in der Halbleitertechnologie die kostengünstige Massenfertigung auch aufwendiger analoger und digitaler Schaltungen zur Videosignalverarbeitung in absehbarer Zeit erwarten lassen.

Im Folgenden soll ausschließlich auf Möglichkeiten zur Beseitigung des störenden Bildflimmerns in Heimempfängern eingegangen werden.

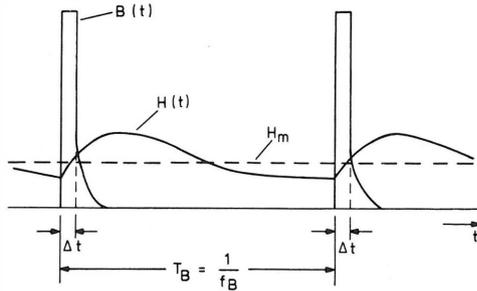
2. Vermeidung des Großflächenflimmerns**2.1. Ursachen des Flimmereffektes [1]**

In herkömmlichen Bildwiedergaberöhren wird der Bildinhalt entsprechend der Abtastung und Übertragung punktsequentiell wiedergegeben. Wie in **Bild 1** schematisch dargestellt, regt der Elektronenstrahl die Leuchtschicht für die Dauer Δt eines Bildelementes periodisch zu Lichtblitzen mit der Leuchtdichte $B(t)$ an, gefolgt von einer langen Dunkelzeit während der Bilddauer T_B . Aufgrund der Visionspersistenz des Gesichtssinns empfindet der Beobachter während der gesamten Bilddauer die in vereinfachender Weise aus dem Talbotschen Gesetz folgende mittlere Helligkeit H_m .

¹ Nach dem Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 9. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) in Ulm, 21. bis 24. September 1981.

² Dr.-Ing. Uwe E. Kraus ist Hauptgruppenleiter „Signalverarbeitung“ im Video-TV-Labor der N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven (Niederlande).

$$H_m = \frac{1}{T_B} \int_0^{T_B} B(t) dt \quad (\text{Talbot})$$



Störwirkung abhängig von:

- Spitzenleuchtdichte
- Betrachtungswinkel
- Wiederholfrequenz

Bild 1
Flimmereffekt

Der tatsächliche Verlauf der zwischen den Anregungen empfundenen Helligkeit schwankt jedoch etwa entsprechend $H(t)$. Diese Schwankungen werden als Flimmern wahrgenommen. Die Störwirkung des Flimmerns steigt mit zunehmender Spitzenleuchtdichte und größer werdendem Betrachtungswinkel. Sie nimmt mit steigender Bildwiederholfrequenz ab. Für die in modernen 26"-Farbbildröhren üblichen Leuchtdichtewerte (mittlerer Wert 200 cd/m^2 , Spitzenwert 750 cd/m^2) kann Flimmerfreiheit bei einer Wiederholfrequenz von etwa 75 Hz erzielt werden.

Bei der Festlegung der heutigen Norm der Bildfeldzerlegung wurde mit dem Zeilensprungverfahren, also mit der Aufteilung des Vollbildes in zwei ineinandergeschachtelte und sequentiell übertragene Teilbilder (Teilraster) halber Zeilenanzahl, ein guter Kompromiß bezüglich der Übertragungsbandbreite erreicht. Die Vollbildfrequenz ist mit 25 Hz an die kinematographische Frequenz angepaßt, bei der die einzelnen Bewegungsphasen miteinander verschmelzen.

Die Rasterwechselfrequenz von 50 Hz sorgt unter Ausnutzung des räumlichen Integrationsvermögens des Auges für eine starke Verminderung des Flimmerns. Es bleibt also noch ein Restflimmern, dessen Störwirkung jedoch unter den genannten modernen Gegebenheiten der Fernsichtbetrachtung und besonders bei steigenden Ansprüchen an die Wiedergabequalität als unangenehm empfunden wird.

2.2. Möglichkeiten zur Vermeidung des Flimmereffektes

Zur völligen Unterdrückung des Bildflimmerns können mehrere Möglichkeiten ins Auge gefaßt werden:

- Displays mit „eingebautem Bildspeicher“

Hiermit sind elektro-optische Wandler mit Speicherwirkung über eine Vollbilddauer gemeint, z. B. künftige Flachbildschirme, die einen matrix-adressierbaren Bildspeicher enthalten, bestehend

aus je einem Speicherkondensator und einem Schalttransistor pro Bildelement. Die Speicherkondensatoren werden seriell auf die den Bildelementen zugeordneten Signalspannungen aufgeladen und halten diese Spannungswerte für die Dauer einer Abtastperiode.

Bei passiven Bildschirmen kann somit die Transparenz oder der Reflexionsfaktor eines optischen Modulators (z. B. Flüssigkristall mit Polarisationsfiltern) oder bei aktiven Bildschirmen (z. B. Elektrolumineszenz) die erzeugte Leuchtdichte für jedes Bildelement gesteuert und über eine Abtastperiode konstantgehalten werden. Auf diese Weise braucht der Gesichtssinn nicht mehr die zeitliche Integration periodischer Lichtblitze auszuführen, d. h. der Flimmereffekt ist von seiner Ursache her beseitigt. Auf vergleichbarer Grundlage (allerdings technisch anders ausgeführt) arbeiten dem Eidophor ähnliche Projektionssysteme.

- Katodenstrahlröhre mit Standardwandler im Empfänger zur Erhöhung der Rasterwechselfrequenz

Der Standardwandler setzt die in der Abtast- und Übertragungsnorm festgelegte Rasterfrequenz von 50 Hz mit Hilfe eines gesteuerten, elektronischen Bildwiederholerspeichers auf eine empfindereigene Rasterfrequenz von $> 75 \text{ Hz}$ um. Hierdurch wird dem Auge eine Hilfe gegeben, um die zeitliche Integration perfekt auszuführen.

Die Entwicklung neuer Bildschirme mit Speicherwirkung ist noch nicht so weit fortgeschritten, daß in absehbarer Zeit mit einer Massenanzahl im Heimempfänger gerechnet werden kann. Man muß vielmehr davon ausgehen, daß die heutige Bildröhre zumindest in diesem Jahrzehnt noch ihren Dienst tun wird. Zur Vermeidung des Bildflimmerns kommt daher nur ein Konzept in Frage, das auf der heutigen Katodenstrahlröhre basiert und einen Bildwiederholerspeicher im Heimempfänger vorsieht.

2.3. Konzept des Standardwandlers

Der Standardwandler enthält einen Bildspeicher, der organisatorisch in mehrere, wechselweise arbeitende Teilspeicher aufgeteilt sein kann. Der Bildinhalt der beiden empfangenen Teilbilder wird eingeschrieben und anschließend mit erhöhter Geschwindigkeit mehrmals ausgelesen und wiedergegeben. Die Ablenkschaltungen sind mit dem Auslesezyklus phasenstarr synchronisiert.

Wesentliche Merkmale der Standardumwandlung sind:

- Empfängereigene Rasterwechselfrequenz

Diese Frequenz wurde gewählt zu

$$2 f_V = 100 \text{ Hz.}$$

Daraus resultiert bei unveränderter Anzahl der Zeilen pro Vollbild eine neue Zeilenfrequenz von

$$2 f_H = 31\,250 \text{ Hz.}$$

Ein ganzzahliges Umwandlungsverhältnis bietet apparative Vorteile wie leichtere Beherrschbarkeit von Übersprechstörungen und vereinfachte Steuerschaltungen für den Bildspeicher. Letzterem

kommt besondere Bedeutung zu, wenn man davon ausgeht, daß ein Bildspeicher im Heimempfänger wahrscheinlich nicht nur als Standardwandler zur Vermeidung des Flimmerns arbeitet, sondern gleichzeitig auch andere Funktionen wie Standbild, Bild im Bild, elektronisches Zoom, Rauschreduktion usw. ermöglichen soll.

Rasterwiederholsequenz

Die Sequenz der Rasterwiederholungen kann entsprechend dem Schema 1-2/1-2 gewählt werden, d. h. man gibt zunächst den Bildinhalt des 1. Rasters mit doppelter Geschwindigkeit wieder, dann den des 2. Rasters. Danach werden erstes und zweites Raster nochmals in gleicher Reihenfolge wiederholt.

Der Vorteil dieser Sequenz liegt darin, daß neben dem Bildflimmern auch das Zwischenzeilenflimmern vermieden wird. Allerdings gilt dies nur für stehende Bilder. Bei Bewegung ist mit störenden Effekten zu rechnen, da man bei der Rasterwiederholung in eine jeweils frühere Bewegungsphase zurückspringt.

Hauptsächlich aus diesem Grund wurde die Wiederholsequenz 1-1/2-2 gewählt, bei der die natürliche Reihenfolge der Bewegungsphasen erhalten bleibt. Das Problem dieser Sequenz liegt darin, daß ohne weitere Maßnahmen der Bildinhalt jedes Rasters sowohl in der richtigen Vertikallage als auch in der Position des jeweils anderen Rasters auf dem Bildschirm geschrieben wird, da die Ablenkgeräte nach wie vor im Zeilensprung arbeiten. Entsprechend **Bild 2** besteht eine Korrekturmöglichkeit darin, daß die Wiedergaberaster durch einen zusätzlich in die Vertikalablenkspule eingepprägten Korrekturstrom in die jeweils richtige Vertikallage geschoben werden.

Beispielsweise wird der Bildinhalt des 1. Rasters zum ersten Mal aus dem Speicher ausgelesen und auf dem Bildschirm wird auch das 1. Wiedergaberaster geschrieben. Der Korrekturstrom ist gleich Null. Bei der Wiederholung wird das 2. Wiedergaberaster geschrieben, welches durch einen positiven Korrekturstrom um einen Zeilenabstand

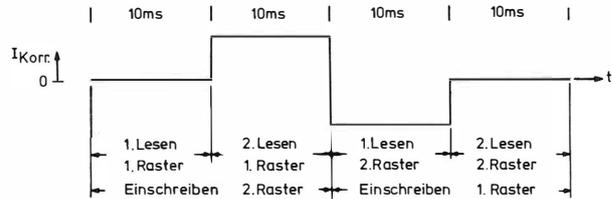
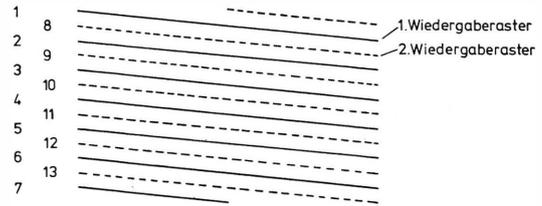


Bild 2
Erzeugung des Rasterkorrekturstroms

nach oben in die Position des 1. Wiedergaberasters geschoben wird. Anschließend wird der Bildinhalt des 2. Rasters zum ersten Mal ausgelesen, während das 1. Wiedergaberaster geschrieben wird. Ein negativer Korrekturstrom bringt dieses Raster durch Verschiebung um einen Zeilenabstand nach unten in die korrekte Vertikallage. Bei der Wiederholung stimmen Bildinhalt und Rasterlage überein, so daß der Korrekturstrom gleich Null wird.

2.4. Anordnung des Standardwandlers im Empfänger

Bild 3 zeigt das Blockscha eines als Labormodell ausgeführten flimmerfreien Empfängers. Das Gerät basiert auf dem Empfängerchassis K12Z und dem 30AX-Bildröhrensystem. Am Ausgang des Empfangsteils steht das Farbsignal (PAL oder SECAM) zur Verfügung. Der sich anschließende Mono- oder Multistandard-Farbdecoder liefert das decodierte Luminanzsignal Y und die Farbdifferenzsignale U und V. Zum Betrieb des digitalen Bildspeichers ist zunächst eine Analog-Digital-Wandlung erforderlich.

Das Y-Signal wird mit 12 MHz abgetastet und mit 8 Bit quantisiert, die Signale U und V werden mit

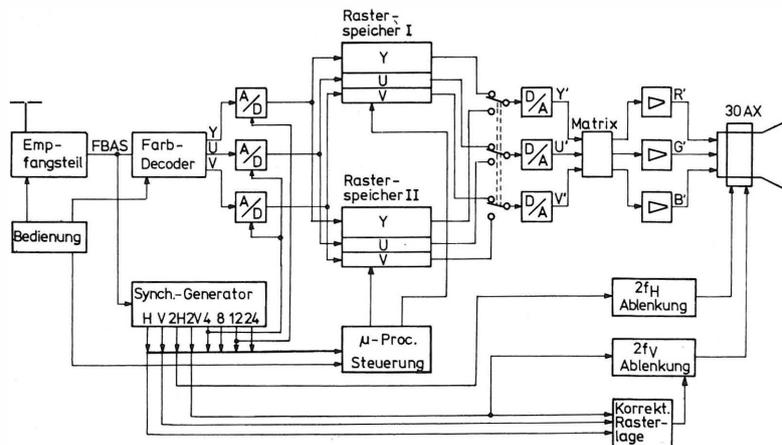


Bild 3
Flimmerfreier Empfänger
Komponentencodierung

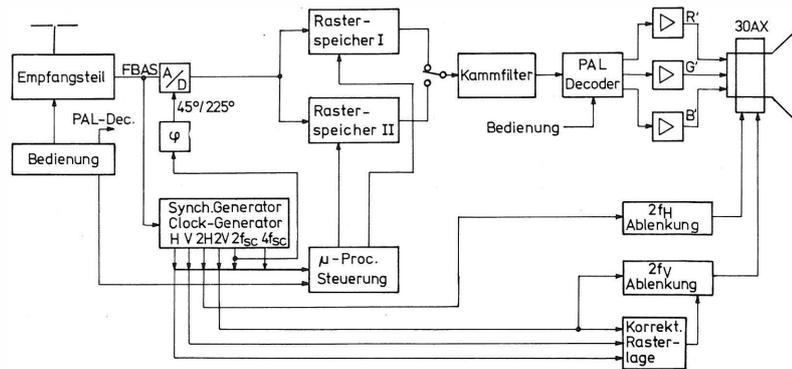


Bild 4
Flimmerfreier Empfänger
Geschlossene Codierung mit Unterabtastung

je 4 MHz abgetastet und mit 6 Bit quantisiert. Die Abtastfrequenzen sind über eine PLL-Schaltung mit dem aus dem FBAS-Signal abgeleiteten Horizontalimpuls H verkoppelt. Der Bildspeicher besteht aus den beiden Rasterspeichern I und II. Die Einschreibfrequenzen entsprechen den Abtastfrequenzen 12 MHz und 4 MHz. Der Auslesevorgang erfolgt entsprechend mit 24 MHz bzw. 8 MHz.

Zur Steuerung der Schreib- und Lesevorgänge kann ein Mikroprozessor eingesetzt werden. Er stellt die speziellen Betriebssignale für die verwendeten 16 k-RAM-Speicher zur Verfügung (wie Adressen, RAS, CAS, WE) und sorgt ferner für die H- und V-synchrone Umschaltung des Schreib-Lese-Zyklus sowie für die wechselweise Durchschaltung der ausgelesenen digitalen Bildsignale auf die Digital-Analog-Wandler. Besonders wirtschaftlich wird die Mikroprozessorsteuerung, wenn zusätzliche Effekte realisiert werden sollen, wie z. B. steuerbares elektronisches Zoom, das eine komplizierte Adressenberechnung erfordert.

Am Ausgang der D/A-Wandler erhält man die Signale Y' , U' , V' , die gegenüber den Eingangssignalen die doppelte Bandbreite aufweisen. Dementsprechend müssen die Matrixschaltung und die R-, G-, B-Verstärker zur Bildröhrenansteuerung für eine

Bandbreite von etwa 10 MHz ausgelegt sein. Die Ablenkschaltungen sind in der heute üblichen Technik aufgebaut, jedoch mit Modifikationen für den Betrieb bei der jeweils doppelten Frequenz. Die Betriebsspannungen der Bildröhre werden in einem separaten Netzteil erzeugt.

Bild 4 zeigt das Blockbild eines flimmerfreien Empfängers mit geschlossener Codierung des Farbsignals. Das Konzept ist nur für PAL geeignet. Zur Reduktion des Speicheraufwandes läßt sich das von der BBC vorgeschlagene Unterabtastverfahren anwenden [2]. Hierbei wird das PAL-Signal mit doppelter Farbträgerfrequenz bei 45° und 225° gegenüber der U-Achse abgetastet und in den Speicher geschrieben.

Der Auslesezyklus läuft mit vierfacher Farbträgerfrequenz ab. Am Ausgang des Kammfilters steht das rekonstruierte PAL-Signal mit doppelter Bandbreite und einer Zeilendauer von $32 \mu\text{s}$ zur Verfügung. Der sich anschließende PAL-Decoder ist in seinen frequenzbestimmenden Komponenten entsprechend modifiziert.

2.5. Bildspeicheraufwand

Der für den Bildspeicher des Standardwandlers nötige Aufwand an Speicherkapazität beeinflusst die

	Abtastfrequenz Quantisierung	Gesamt- Kapazität M Bit	Anzahl Speicher-IC's		Bemerkungen
			16K	256K	
1. Getrennte Codierung	$2f_{sc} / \frac{1}{2}f_{sc} / \frac{1}{2}f_{sc}$ 8 6 6 Bit	2,92	179	12	PAL / Secam
2. Getrennte Codierung	12 / 4 / 4 MHz 8 6 6 Bit	4,34	265	17	PAL / Secam
3. Geschlossene Codierung	$4f_{sc}$ 8Bit	5,27	322	20	PAL
4. Geschlossene Codierung	$2f_{sc}$ 8Bit	2,63	161	10	PAL

Bild 5
Bildspeicheraufwand

Chancen für die Realisierung eines flimmerfreien Heimempfängers in entscheidender Weise. In **Bild 5** ist der Speicheraufwand für getrennte und geschlossene Codierung sowie für einige mögliche Abtastfrequenzen abgeschätzt. Bezüglich der Art der Codierung und der Wahl der Abtastfrequenzen gelten für den Heimempfänger hauptsächlich technische und wirtschaftliche Gründe. Da die digital codierten Bildsignale nicht mehr weiterverarbeitet oder übertragen werden, entfällt der Zwang für eine einheitliche Festlegung.

2.6. Betriebserfahrung

Das erste Modell eines flimmerfreien Empfängers wurde vor gut zwei Jahren in Betrieb genommen. Die mit Hilfe zahlreicher Beobachter gemachten Erfahrungen zeigen, daß eine völlige Unterdrückung des Großflächenflimmerns auch tatsächlich erreicht wurde. Diese Verbesserung wird besonders deutlich bei der Wiedergabe stehender Bilder mit großer Helligkeit. Es ist selbst dann kein Flimmern mehr bemerkbar, wenn man einen Gegenstand neben dem Gerät fixiert und dabei den Bildschirm nur aus dem Augenwinkel heraus wahrnimmt.

Die Bildverbesserung wird von jedem Beobachter bei einem direkten Vergleich der 100-Hz-Wiedergabe mit der 50-Hz-Wiedergabe stehender Bilder wahrgenommen; bei bewegten Bildern fällt der Unterschied weniger deutlich auf. Wird nur die 100-Hz-Wiedergabe dargeboten, so müssen viele unvorbereitete Beobachter erst auf die Flimmerfreiheit aufmerksam gemacht werden. Nach den Tests empfanden nahezu alle Beobachter das Flimmern einer 50-Hz-Wiedergabe auch ohne direkten Vergleich mit der 100-Hz-Wiedergabe als besonders störend.

2.7. Schwerpunkte der zukünftigen Entwicklung

Bild 6 zeigt eine Ansicht des jüngsten Labormodells eines flimmerfreien Heimempfängers. Das



Bild 6

Labormodell des flimmerfreien Empfängers

unter dem Apparat befindliche flache Gehäuse enthält den digitalen Bildspeicher, die A/D- und D/A-Wandler, die Speichersteuerung, die Clock-Generatoren sowie die zugehörige Stromversorgung. Die Weiterentwicklung des Labormodells zu einem zuverlässigen, preisgünstigen und in Großserie herstellbaren Gerät erfordert im wesentlichen die Lösung nachstehender Teilprobleme:

– Realisierung des digitalen Bildspeichers

Die Schaffung eines preisgünstigen Bildspeichers erscheint hauptsächlich als ein Problem der Halbleitertechnologie. Wie man aus **Bild 5** entnehmen kann, muß wahrscheinlich die kostengünstige Massenproduktion von 256 k-Speicher-ICs abgewartet werden. Durch kompliziertere Speichersteuerschaltungen läßt sich zwar der Aufwand an Speicherkapazität noch etwas verringern; man beschneidet damit jedoch Möglichkeiten für weitere Features. Neben den Speicherbausteinen sind preiswerte integrierte A/D- und D/A-Wandler weitere Schlüsselkomponenten.

– Horizontalablenkung mit $2 f_H$

Bei Ablenkung mit doppelter Zeilenfrequenz entsteht über der Horizontalablenkspule eine Rückschlagspannung von etwa 2500 V. Es müssen Ablenkeinheiten neu entwickelt werden, die eine solche Spannungsbelastung dauerhaft und betriebssicher aushalten. Die Horizontalablenkschaltung muß hauptsächlich im Hinblick auf einen niedrigen Energieverbrauch konzipiert werden.

– Hochspannungserzeugung

Es bestehen die alternativen Möglichkeiten der getrennten Hochspannungserzeugung mit einem separaten Oszillator oder der Entnahme der Hochspannung aus dem Zeilenablenkteil. In künftigen Entwicklungen muß die insgesamt wirtschaftlichste Lösung herausgearbeitet werden. Untersuchungen am Labormodell haben ergeben, daß bei der getrennten Hochspannungserzeugung für eine sehr gute Siebung der Hochspannung bei asynchronem Betrieb gesorgt werden muß. Hochspannungsschwankungen von einigen zehn Volt führen bereits zu störenden Interferenzerscheinungen.

– Übersprecheffekte

Unerwünschte Verkopplungen und gegenseitige Beeinflussungen von Signalen treten im Heimempfänger dadurch auf, daß analoge und digitale Schaltungen, empfindliche Hochfrequenzverstärker, Ablenkschaltungen und Stromversorgungsgeräte auf engstem Raum zusammengefaßt sind. Besondere Schwierigkeiten bereitet das gleichzeitige Vorhandensein zweier Zeilenfrequenzen, zweier Rasterwechselfrequenzen sowie der 50-Hz-Netzfrequenz.

Zum Beispiel fallen Übersprechstörungen aus der $2f_H$ -Ablenkschaltung im Empfangsteil oder im Farbdecoder nicht nur in die Austastlücken, sondern auch mitten ins Bild. Auf die Bildröhre einwirkende magnetische 50-Hz-Wechselfelder füh-

ren zu einer ungewollten Strahlablenkung, die bei 100 Hz Rasterfrequenz die Rasterverkämmung stört. Man bemerkt eine örtlich begrenzte, langsam durchlaufende grobe Zeilenstruktur.

Solch störende Verkopplungen sind durch geeignete Anordnung der Bauteile auf dem Chassis, durch Abschirmmaßnahmen und Verhinderung von Erdschleifen lösbar.

Kollegen und Mitarbeitern, die am Aufbau des Labormodells des flimmerfreien Empfängers mitgewirkt haben, sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

SCHRIFTTUM

- [1] Schönfelder, H.: Fernsehtechnik Teil 1, Kapitel 2.3. Justus-von-Liebig-Verlag, Darmstadt 1972.
- [2] Devereux, V. G.: Digital video: Sub-nyquist sampling of PAL colour signals. BBC Research Department Report. BBC RD 1975/4, Januar 1975.

ERNEUERUNG EINES KLEINEN HÖRSPIELKOMPLEXES BEIM HESSISCHEN RUNDFUNK

VON HORST THÄRICHEN¹

1. Einleitung

Für Wortproduktionen sind beim Hessischen Rundfunk im Hörfunkbereich die Studiokomplexe 6, 7 und 8 vorhanden. Über die Fertigstellung des Mehrzweckkomplexes 8 im Dezember 1978 wurde in RTM 24 (1980), S. 79 bis 90 berichtet. Der 25 Jahre alte Hörspielkomplex 6 mit studiotekhnischen Einrichtungen in Mono-Röhrentechnik war durch Stereo-Einrichtungen neuester Bauart zu ersetzen. Hierbei sollten die vorhandenen Räume umgestaltet sowie bauakustisch und klimatechnisch verbessert werden.

Im Juni 1981 wurde dieser Hörspielkomplex 6 betriebsbereit den Produktionsbereichen übergeben. Die Einrichtungen erwiesen sich in Größe, Anordnung und Ausführung den Gegebenheiten entsprechend als optimal.

Nach Fertigstellung des Mehrzweckkomplexes 8 und des hier geschilderten kleinen Hörspielkomplexes ist es dem HR jetzt aus Studiokapazitätsgründen möglich, in den Jahren 1983/84 den 20 Jahre alten großen Hörspielkomplex 7 ebenfalls umzurüsten. Die technische Einrichtung des Komplexes 7 soll in Anlehnung an die Ausführung von Komplex 6 geplant und gefertigt werden.

2. Raumgestaltung

Der Raumeinrichtungsplan (Bild 1) zeigt die Raumaufteilung nach dem Umbau. Als wesentliche Forderung wurde aus den Räumen 120 und 122 durch Herausnahme einer Wand ein größerer schallarmer Raum (Studio 6.3) erstellt, wobei seine winklige Anordnung gewünschte Entfernungsbildern ermöglicht. Im Studio 6.2 mußten

alte Fenster geschlossen werden. Die Trennwand zwischen Regie und Tonträger war den Gegebenheiten entsprechend optimal auszubauen, so daß in beiden Räumen unabhängig gearbeitet werden kann.

In Zusammenarbeit zwischen dem IRT, der Tonmeßtechnik und der Bauabteilung des HR wurde der bauakustische Ausbau der Räume festgelegt (Bilder 2, 3, 4 und 5). Hierbei wurden neben der Neugestaltung der Wand- und Deckenkonstruktionen die für einen Hörspielkomplex erforderlichen Ausbauten wie Sandweg mit abnehmbarem Bohlenbelag (einseitig mit Teppichboden belegt), Stein- und Asphaltwege mit Wendemöglichkeiten und viele weitere Geräuscheffekt-Sonderanordnungen berücksichtigt.

Die klimatechnische Einrichtung wurde von Grund auf erneuert, um einen dem heutigen Stand der Technik entsprechenden Störpegel zu gewährleisten (Bilder 6 und 7).

3. Studiotekhnische Einrichtung des Regieräumes

Den Produktionswünschen des Programms und der Hörfunktechnik entsprechend ergab sich für die Regie folgende Gerätekonfiguration:

- **Regietisch** mit Telefoneinrichtung,
- **2 Tonbandgeräte** M 15, vom Regietisch fernbedienbar,
- **Verteilerschrank** mit eingebauten, zum Teil vom Regietisch fernbedienbaren Geräten,
- **2 Abhörlautsprecher** Heco 7302.

Der **Regietisch** (Bild 8) wurde von der Firma Neumann, Berlin, in Operationsverstärkertechnik gebaut.

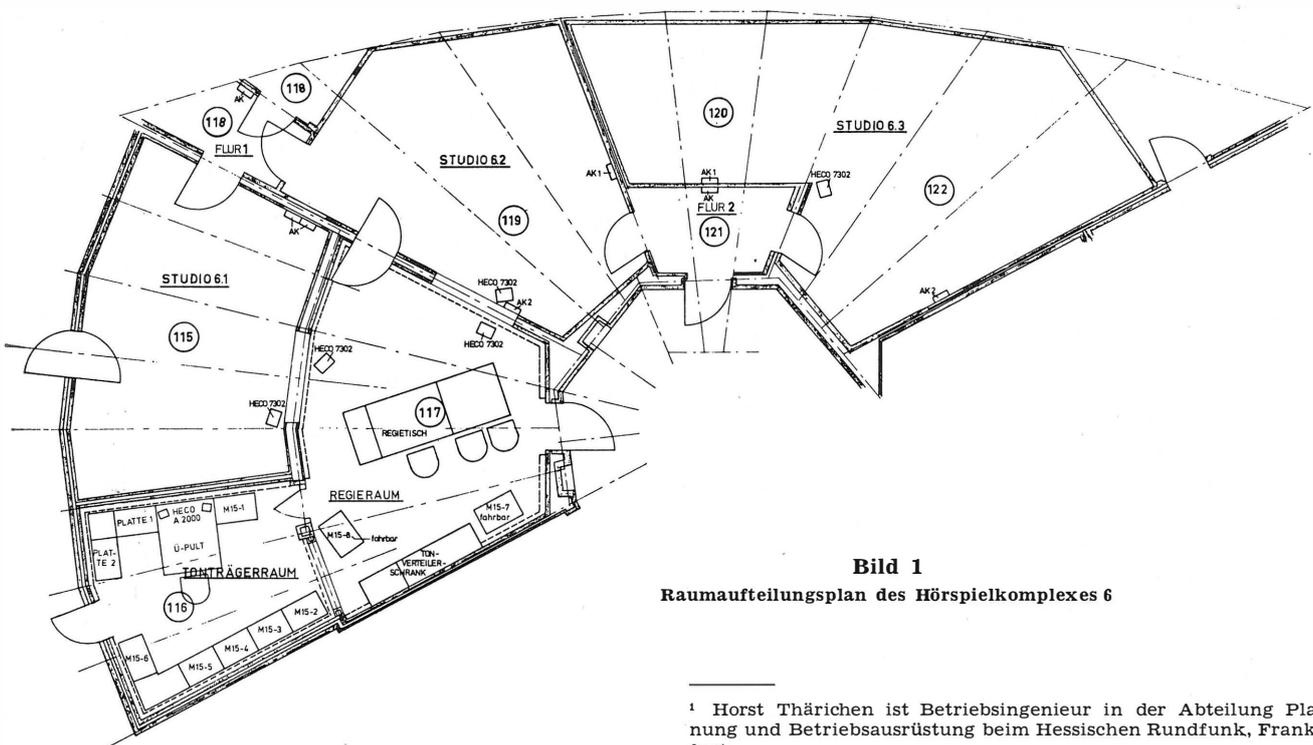


Bild 1
Raumaufteilungsplan des Hörspielkomplexes 6

¹ Horst Thärichen ist Betriebsingenieur in der Abteilung Planung und Betriebsausrüstung beim Hessischen Rundfunk, Frankfurt.

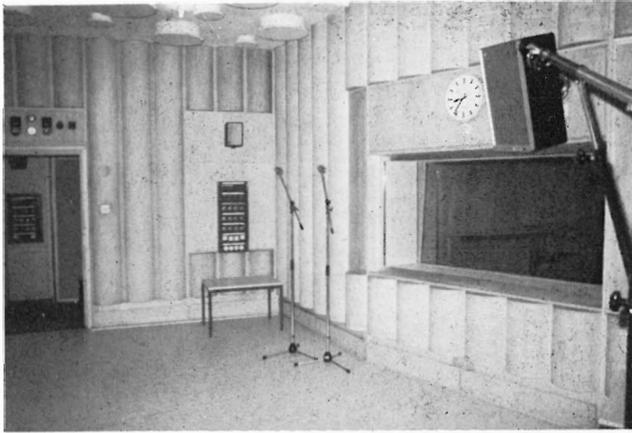


Bild 2
Studio 6.1 mit Anschlußkasten

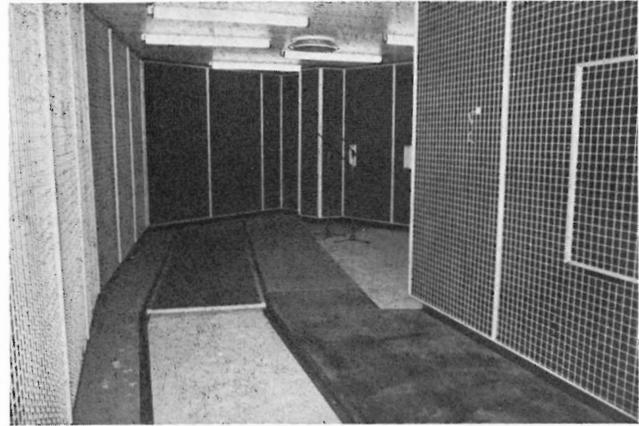


Bild 5
Studio 6.3, der fertige schallarme Raum



Bild 3
Studio 6.2 mit Effekteinrichtungen

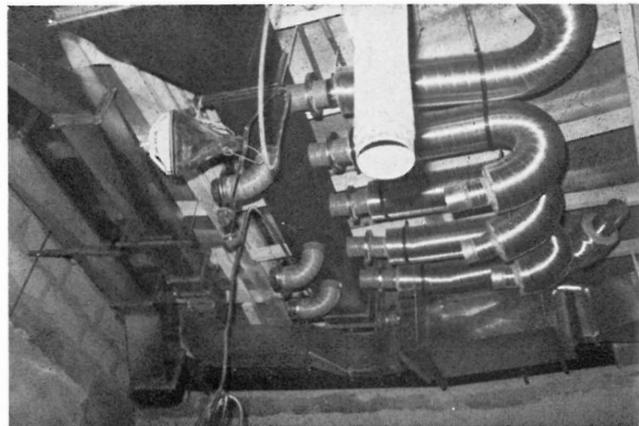


Bild 6
Klimatechnischer Ausbau

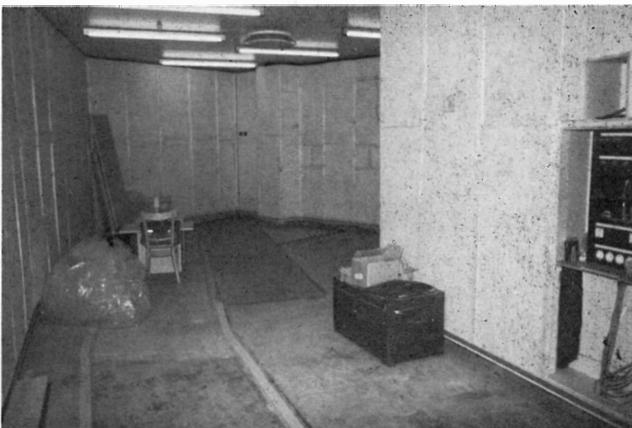


Bild 4
Studio 6.3 während des Ausbaus

Bei diesem System befinden sich sämtliche Bedienteile auf dem Bedienfeld oder im Tischaufsatz des Regietisches. Das Klinkenfeld mit Verbindungsmöglichkeiten im +6-dBm-Pegel ist vertieft im linken Seitenteil ohne Plexiglasabdeckung untergebracht. Das Telefon-Bedienfeld wurde auf der rechten Tischplattenseite angeordnet.

Der Regietisch ist mit 26 Eingangskanälen, drei Stereogruppen- und zwei Stereosendewegen sowie einem

8. Stereoweg (Sendegruppenweg) ausgebaut worden, der jedoch nur für Produktionen als Rückführungsleitung Verwendung findet.

Acht Eingangskanäle wurden als Mono-, weitere vier als Stereomikrofonwege ausgelegt. Die Mikrofoneingangslösungen werden zentral im Regietisch mit Phantomspeisung versorgt. Die Eingangskanäle 13 bis 26 sind in Stereotechnik für Quellen im +6-dBm-Pegel ausgebaut. Sämtliche Eingangskanäle sind mit A/B-Kanalumschaltern versehen, so daß weitere Tonquellen zuschaltbar sind.

Die Eingangskanäle sind mit Übersteuerungsanzeigen und mit Entzerrerverstärkern mit Tiefen- und Höhenentzerrung sowie Präsenz-Absenz-Filter (W 495 B bzw. STB) ausgerüstet. In den Stereo-Eingangskanälen wurden Mono/Stereo-Umschalter vorgesehen. Den aktiven Flachbahnpegelstellern W 444 A bzw. STA wurden Panoramapotiometer bzw. Richtungsmischer nachgeschaltet.

Durch Vor/Hinter-Pegelsteller-Umschalter können von jedem Einzelkanal (einzeln stellbar) acht Abzweigwegsummen gebildet werden. Im Tischaufsatz zentral angeordnete Lautsprecher-Zuordnungsmodulen ermöglichen das Einspielen der HV-Ausgänge 1 bis 3 sowie der Abzweigwege 1 bis 6 in die Studios auf Lautsprecher oder auf Kopfhörer-Ringleitungen. Eine frei über Klinken schaltbare Telefonüberleiteneinrichtung (ANG) ermöglicht das Übernehmen von Telefongesprächen.

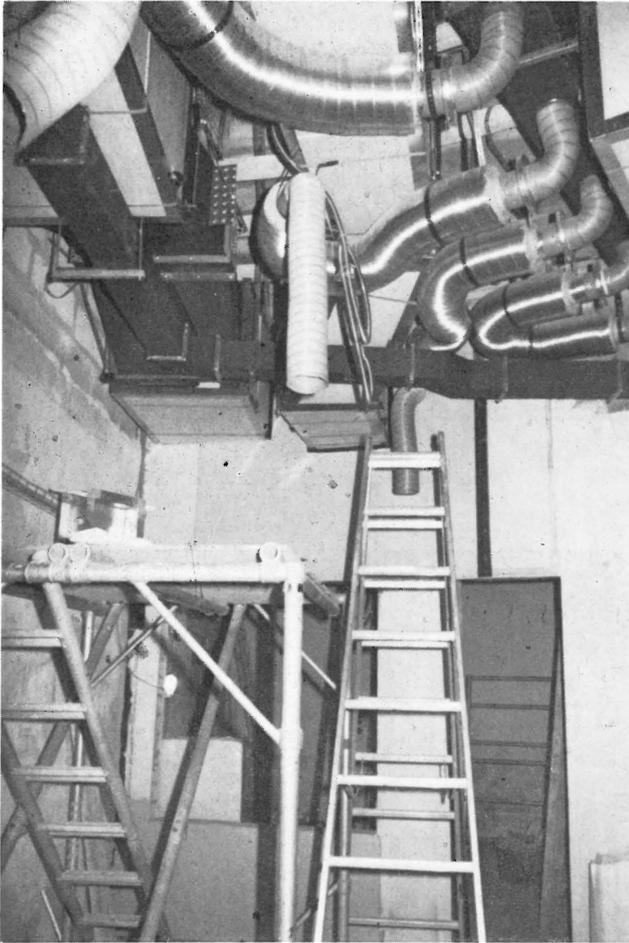


Bild 7
Klimatechnischer Ausbau

Die üblichen Schalt-, Abhör- und Meßeinrichtungen sind beim Ausbau des Regietisches berücksichtigt worden.

Über das Klinkenfeld und die Fernbedienungen ist der **Regietisch** mit dem **Verteilerschrank** verbunden. Hier können die verschiedensten Verbindungen zu den Studioanschlußkästen sowie zum Schalt- und Tonträgerraum hergestellt werden. Weiterhin sind in diesem Schrank folgende Geräte untergebracht oder deren Einsatz vorbereitet:

- 1 elektronisches Verzögerungsgerät Delta T mit 4 Ausgangseinheiten,
- 1 Vierkanal-telcom-c4B-Kompandereinheit,
- 2 Nachhallfolien EMT 240,
- 1 digitales Hallgerät (Platz und Verdrahtung vorgesehen, Typ jedoch noch nicht festgelegt).

Die **Telefonanlage** ist auf der rechten Seite im Regietisch neben dem NF-Bedienfeld untergebracht. Sie enthält eine Vierdraht-Endstelle nur für Freisprechbetrieb und je eine Abfrage- und Wahleinrichtung für Telefon-W- und -OB/ZB-Leitungen. Mit einer zusätzlich eingebauten Taste wird an den Vierdraht-Endstellen die Weiterschaltung dieser Teilnehmer auf Klinken ermöglicht.

Die im Regieraum aufgestellten **2 Tonbandmaschinen** sind fahrbar gefertigt. Die Maschinen M 15 können somit an den Regietisch herangezogen werden oder mit den im Regietisch eingebauten Fernbedienungen betrieben werden.



Bild 8
Regietisch mit Bedienfeld und Telefoneinrichtung



Bild 9
Tonträgerraum



Bild 10
Tonträgerraum

4. Studioteknische Einrichtung des Tonträgerraumes

Die Tonträgerereinheit besteht aus einem Überspiel-pult für sitzenden Betrieb, sechs stationären Tonbandmaschinen M 15A und zwei Plattenspielern EMT 950 in ARD-Einheitstruhen der Firma ENB-Berlin (**Bilder 9 und 10**). Die fahrbaren Tonbandmaschinen M 15A der Regie 6 sind ebenfalls von diesem Pult voll nutzbar. Eine

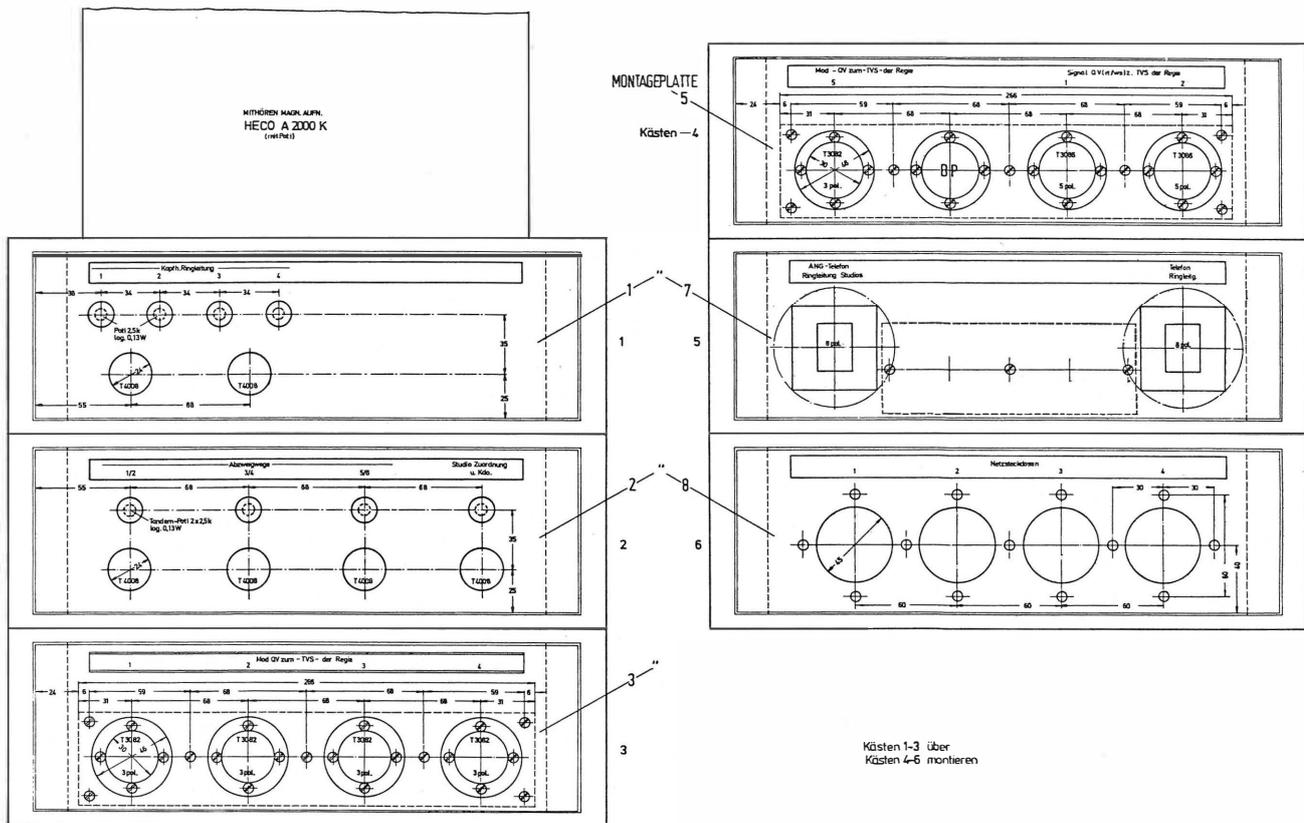


Bild 11
Anschlußkästen

Fernsteuerumschaltung ermöglicht es, da die Wiedergabewege auch zum Pult der Regie 6 geführt sind, sämtliche Maschinen entweder vom Überspielpult des Tonträgers oder von der Regie 6 aus zu starten. Über zwei Anpassmodule V 457 ST können Kassettenrecorder für Aufnahme und Wiedergabe angeschlossen werden. Eine im Überspielpult eingebaute Autolocator-Fernbedieneinheit ist mit der Tonbandmaschine 3 verbunden. Da die Bediengeräte und -module im Überspielpult in gleicher Form, Technik und Platzierung wie beim Pult der Regie gewählt wurden, erübrigt sich hierfür eine Erläuterung.

5. Technischer Ausbau der Studios

Der Raumaufteilungs- und Einrichtungsplan (**Bild 1**) zeigt, daß zum Gesamtkomplex neben den drei Studios auch zwei Flure gehören. Alle fünf Räume werden aufnahmetechnisch genutzt. Über die technische Ausrüstung ist nichts Wesentliches auszusagen. Es soll jedoch als neuartig das Studio-Anschlußkastensystem (als Einheits-

standardeinheiten beim HR entwickelt) vorgestellt werden. Auf **Bild 3** ist eine Einheit fertig montiert zu sehen. Hierbei handelt es sich um aufklappbare Einzelkästen, die den Betriebsgegebenheiten entsprechend übereinander zusammengefügt werden können (**Bild 11**). In diesen Kästen können nach Standardfestlegungen für den gesamten HR Kombinationen der erforderlichen Bestückung vorgenommen werden.

Die fünf Studioräume sind mit gleichen Anschlußkästen entsprechend **Bild 11** ausgerüstet. Hier sind Anschlußmöglichkeiten für Kopfhörer, Modulations-, Signal- und Telefonverbindungen vorgesehen. Den sechs verschiedenen einzeln stellbaren Kopfhöreranschlüssen sind 4-Watt-Leistungsverstärker vorgeschaltet, um je nach Produktionszweck entsprechend viele Kopfhörer anschließen zu können. Da für Mikrofone die Phantomspannung vom Regietisch aus erfolgt (es sind Stereomikrofone USM 69 vorgesehen), können die neutralen Modulationsverbindungen auch hierfür verwendet werden.

SCHLUSSTAGUNGEN DER STUDIENKOMMISSIONEN 1, 5, 6, 10, 11 UND CMTT DES CCIR¹

GENF, AUGUST BIS NOVEMBER 1981

1. Einleitung

Die Schlußtagungen (Final Meetings) der CCIR-Studienkommissionen für die Studienperiode 1978 bis 1982 fanden in der Zeit von August bis November 1981 in Genf statt. Für den Bereich des Rundfunks besonders wichtig waren die Schlußtagungen der Studienkommissionen 1 (Nutzung des Frequenzspektrums und Frequenzüberwachung), 5 (Ausbreitung in nicht ionisierten Medien), 6 (Ionosphärische Wellenausbreitung), 10 (Hörrundfunk), 11 (Fernsehrundfunk) und CMTT (Übertragung von Ton- und Fernsehsignalen über große Entfernungen).

Zur Teilnahme an den Schlußtagungen dieser Studienkommissionen hatte die Technische Kommission ARD/ZDF insgesamt 20 Mitarbeiter benannt, die in Genf die Interessen des Rundfunks in der Bundesrepublik Deutschland wahrnahmen.

Das Ziel der Arbeit in den einzelnen Studienkommissionen war es, die vorhandenen CCIR-Texte (Grünbücher) aufgrund der aus aller Welt eingereichten Beiträge auf den neuesten Stand zu bringen und gegebenenfalls neue Texte hinzuzufügen. Dieser Tätigkeit kam diesmal – wie immer bei Schlußtagungen – eine besondere Bedeutung zu, weil die erarbeiteten Texte (Fragen, Studienprogramme, Berichte, Empfehlungen) der XV. Vollversammlung (Plenary Assembly) des CCIR (Genf, 15. bis 26. Februar 1982) zur endgültigen Beschlussfassung vorgelegt werden sollen.

Die CCIR-Schlußtagungen waren durch eine besondere Hektik gekennzeichnet. Sie wurde durch die Ergebnisse der Weltweiten Funkverwaltungskonferenz im Jahre 1979 (WARC '79) ausgelöst, die unter anderem beschlossen hatte, Planungskonferenzen für den Kurzwellen- und Ultrakurzwellenbereich abzuhalten. Diese Planungskonferenzen sollen – jeweils in zwei Teilen – in

den Jahren 1982/84 (UKW-Bereich) bzw. 1984/86 (KW-Bereich) stattfinden.

Die folgenden Abschnitte behandeln wichtige Ergebnisse der Beratungen bei den Studienkommissionen 1, 5, 6, 10, 11 und CMTT.

2. Studienkommission 1:**Nutzung des Frequenzspektrums und Frequenzüberwachung**

Vorsitz: J. T. Dixon (USA)

Die Schlußtagung der Studienkommission 1 stand im Zeichen der Umstrukturierung und Neuverteilung der Mandate innerhalb der Kommission, die jedoch erst nach der Vollversammlung in Kraft treten wird. (Siehe dazu auch Bericht über die Tätigkeit der Interim-Arbeitsgruppe IWP 1/3.) Für die Schlußtagung wurden daher noch die bisherigen im CCIR-Grünbuch Band I, Genf 1978, angegebenen **5 Arbeitsgruppen** gebildet:

- 1-A: Wirksame Nutzung des Spektrums
Vorsitz: W. Utlaut (USA)
- 1-B: Einteilung und Bezeichnung von Aussendungen
Vorsitz: E. George (Bundesrepublik Deutschland)
- 1-C: Spezifizierung und Meßmethoden von Aussendungen
Vorsitz: M. J. Hunt (Kanada)
- 1-D: Überwachung von Aussendungen
Vorsitz: J. Warden (Großbritannien)
- 1-E: Rauschen und Gefährdung durch RF-Abstrahlung
Vorsitz: R. Struzak (Polen).

Außerdem legten die Interim-Arbeitsgruppen IWP 1/2, IWP 1/3 und IWP 1/4 die Ergebnisse ihrer Tätigkeit vor.

Arbeitsgruppe 1-A:**Wirksame Nutzung des Spektrums**

Bereits während der Zwischentagung im vergangenen Jahr war die Frage 18-2/1 „Systembemessung zur Maximierung der wirksamen Spektrumsnutzung“ erweitert worden, um neuere technologische Entwicklungen zu berücksichtigen. In Beantwortung dieser Frage erschienen nunmehr drei neue Berichtsentwürfe über „Packet“-Funksysteme (Dok. 1/5005), die Verbesserung der Nebenzipfeldämpfung von Antennen mit Hilfe spezieller Schirme (Dok. 1/5011) und über Mehrfunktions-Fernmeldesysteme (Dok. 1/5024). Außerdem wurden die Berichte 525-1 über Schutzabstände (Dok. 1/5007), 654 über die Berechnung von Nachbarkanalstörungen (Dok. 1/5022), A2/1 über Frequenz-Zuteilungsverfahren mit Hilfe des Prinzips der Trennung nach Frequenz und Entfernung (Dok. 1/5002) sowie die Berichte AD/1, AE/1, AY/1, 651, 663 und 662 revidiert bzw. erweitert.

Arbeitsgruppe 1-B:**Einteilung und Bezeichnung von Aussendungen**

Die Arbeitsgruppe überarbeitete die Empfehlung 326-8 über Definitionen und Messungen von Senderleistungen und Intermodulationsprodukten (Dok. 1/5033) sowie – in Zusammenarbeit mit Arbeitsgruppe 1-C – die Empfehlung 328-4 über Spektren und Bandbreiten von Aussendungen. Beide Empfehlungen wurden in Übereinstim-

¹ Die einzelnen Kapitel dieses Beitrages wurden von einem Angehörigen der Deutschen Welle (DW), Köln, und von Mitarbeitern des Instituts für Rundfunktechnik, München, verfaßt:

Studienkommission 1:

Jürgen H o r t e n b a c h (DW)

Studienkommission 5:

Armin L a u

Studienkommission 6:

Martin D a h m e

Studienkommission 10:

Hermann E d e n (10-A, 10-D, IWP 10/4, IWP 10/5)

Gerd P e t k e (10-B)

Horst J a k u b o w s k i (10-C, IWP 10/6)

Studienkommission 11:

Siegfried D i n s e l (11-A, 11-C)

Gerhard M ö l l (11-B)

Horst S c h a c h l b a u e r (11-D)

Gemischte Arbeitsgruppen 10/11:

Werner H a b e r m a n n (10/11-R)

Rolf S ü v e r k r ü b b e (10/11-S)

Studienkommission CMTT:

Peter W o l f (CMTT-AB)

Gerhard M ö l l (CMTT-AN)

Klaus V o i g t (CMTT-C)

Koordination des Beitrages:

Peter W o l f.

mung mit den Vollzugsordnungen für den Funkdienst gebracht.

Arbeitsgruppe 1-C:

Spezifizierung und Meßmethoden von Aussendungen

Die Arbeitsgruppe legte zwei neue Berichtsentwürfe über die Berechnung der Bandbreite von Impulsaussendungen (Dok. 1/5012) und über ein Verfahren zur Berechnung der Intermodulationsprodukte (Dok. 1/5027) vor. Überarbeitet wurden Frage 55-1/1 (Dok. 1/5026) und Empfehlung 329-3 (Dok. 1/5013) über Nebenaussendungen, ferner Bericht AH/1 über Intermodulationsprodukte in Sendern und Empfängern (Dok. 1/5028), Bericht AI/1 über Empfindlichkeitsverluste von FM-Empfängern bei Betrieb unter nichtlinearen Bedingungen (Dok. 1/5010) und Bericht 530 über Frequenzsynthesizer (Dok. 1/5025).

Arbeitsgruppe 1-D:

Überwachung von Aussendungen

Die Entwicklung neuerer Technologien für die automatische Messung und Überwachung des Frequenzspektrums fand ihren Niederschlag in mehreren Texten. So wurden die diesbezügliche Frage 29-1/1 (Dok. 1/5015) und die drei zugehörigen Berichte 668 (Dok. 1/5020), 278-4 (Dok. 1/5029) und AK/1 (Dok. 1/5017) erweitert, unter anderem auch durch einen Beitrag aus der Bundesrepublik Deutschland. Frage 22/1 über Frequenzmessungen wurde im Hinblick auf die erzielbaren Genauigkeiten erweitert (Dok. 1/5018), in der entsprechenden Empfehlung 377-1 wurden die Genauigkeitsanforderungen für internationale Überwachungsaufgaben neu festgelegt (Dok. 1/5014). Ein ungarischer Beitrag, der ein neuartiges Verfahren zur Messung von Gleichkanalstörungen vorstellte (Dok. 1/148), fand in Bericht 273-4 (Dok. 1/5009) Eingang. Bericht 372-3 über Peilung wurde durch Berichte aus den USA, Japan und der Bundesrepublik Deutschland erweitert (Dok. 1/5030). Ebenfalls erweitert wurde Bericht 276-3 „Überwachung der Aussendungen von Raumfahrzeugen durch feste Überwachungsstationen“ (Dok. 1/5019).

Ferner erschienen ein neuer Berichtsentwurf über preiswerte mobile Zielsuchsysteme (Dok. 1/5016) sowie eine neue Empfehlung über den Schutz von Überwachungsstationen gegen Funkstörungen (Dok. 1/5031).

Arbeitsgruppe 1-E:

Rauschen und Gefährdung durch RF-Abstrahlung

Der Arbeitsgruppe lagen sechs Beiträge über Gefährdung durch Blitzeinwirkung vor. Ein Vorschlag, diese Probleme in einer gemeinsamen CCIR/CCITT-Studien-Gruppe zu behandeln, fand nicht genügend Zustimmung. Die Beiträge wurden daher nicht weiter berücksichtigt, sondern an CCITT weitergeleitet. Ein Beitrag zum Thema Strahlung durch industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte (ISM) wurde an die Interim-Arbeitsgruppe IWP 1/4 verwiesen. Bestehende Texte wurden nicht geändert.

Interim-Arbeitsgruppe IWP 1/2:

Diese Interim-Arbeitsgruppe hatte bisher die Aufgabe, ein Handbuch über die Spektrumsnutzung und den Datenaustausch mit Hilfe von Computern zu erstellen. Nachdem nun ein 259 Seiten starker revidierter Entwurf (Dok. 1/122 + Add. 1 [Rev. 1]) vorliegt, wird sich die Arbeitsgruppe künftig vorwiegend mit der Entwicklung und Katalogisierung von Datenbasen sowie mit der Sammlung, Auswertung und Empfehlung von Computerdaten und -programmen befassen (Beschluß [Decision] 27-1, Dok. 1/5035).

Interim-Arbeitsgruppe IWP 1/3:

Die Interim-Arbeitsgruppe IWP 1/3 war während der letzten Zwischentagung mit der Aufgabe gegründet worden, Vorschläge für eine Neustrukturierung und Neuverteilung der Mandate innerhalb der Studienkommission 1 zu erarbeiten. Sie legte jetzt einen Entwurf vor, der drastische Streichungen, Revisionen und Zusammenfassungen des bestehenden Textvolumens vorsieht (Dok. 1/225). Danach wird die Zahl der Berichte und Empfehlungen von 98 auf 57, die Zahl der Fragen und Studienprogramme von 57 auf 43 reduziert.

Die Arbeit des Zusammenfassens der verschiedenen Texte wird nicht von der Interim-Arbeitsgruppe selbst durchgeführt, sondern wurde auf einzelne Fernmeldeverwaltungen verteilt, die ihre Bereitschaft dazu verbindlich zusagten.

Die neu strukturierte Studienkommission 1 wird aus folgenden vier Arbeitsgruppen bestehen:

- Grundlagen, Modelle und Daten für die gemeinsame Nutzung des Frequenzspektrums
- Verfahren zur Überwachung, Kennzeichnung und Verwaltung des Frequenzspektrums
- Belegung des Frequenzspektrums durch Fernmeldesysteme und andere Strahlungsquellen
- Verfahren der Frequenzverteilung und -koordination.

Ferner wurde von der Arbeitsgruppe eine **Prioritätenliste** für künftige Studien aufgestellt. Diese hat die Reihenfolge:

1. Eigenschaften von Fernmeldeeinrichtungen (Sender, Empfänger, Antennen)
2. Meßverfahren
3. Verfahren der Frequenzverteilung
4. Überwachungsverfahren
5. Rauschen, ISM, Sicherheitsaspekte.

Interim-Arbeitsgruppe IWP 1/4:

Diese Interim-Arbeitsgruppe befaßt sich mit den Strahlungseigenschaften von industriellen, wissenschaftlichen und medizinischen Geräten (ISM). Nachdem zunächst Daten über die durch solche Geräte verursachten Störungen gesammelt wurden, sollen nunmehr zulässige Grenzwerte erarbeitet werden (Beschluß 54, Dok. 1/5037).

Durch einen weiteren Beschluß wurde eine neue Interim-Arbeitsgruppe IWP 1/5 ins Leben gerufen und mit der Revision des Handbuches für Überwachungsstationen beauftragt (Dok. 1/5032). Den Vorsitz dieser neuen Arbeitsgruppe wird Frankreich übernehmen.

3. Studienkommission 5:

Ausbreitung in nicht ionisierten Medien

Vorsitz: A. Kalinin (UdSSR)

Die Studienkommission 5 tagte zum zweiten Mal unter ihrem neuen Vorsitzenden A. Kalinin (UdSSR). Die etwa 150 Eingangsdokumente wurden vom Vorsitzenden auf **4 Arbeitsgruppen** verteilt, denen folgende Themenkreise zugeordnet waren:

- 5-A: Texte von generellem Interesse, Bodeneffekte
Vorsitz: A. Blomquist (Schweden)
- 5-B: Atmosphärische Effekte
Vorsitz: A. Fedi (Italien)
- 5-C: Rundfunk und bewegliche Funkdienste (einschl. Satelliten für diese Dienste)
Vorsitz: N. Abel (Bundesrepublik Deutschland)
- 5-D: Terrestrischer Fester Funkdienst, Weltraumfunkdienste, Ausbreitung von Störungen
Vorsitz: M. P. M. Hall (Großbritannien).

Von den Arbeiten der einzelnen Gruppen werden nur die für den Rundfunk interessanten Ergebnisse genannt. Ausgangspunkt für alle Beratungen in der Studienkommission waren die Ergebnisse der Zwischentagung (Booklet, Dok. 5/206).

Arbeitsgruppe 5-A:

Texte von generellem Interesse, Bodeneffekte

Aus dem Bericht 227-2 über allgemeine Methoden zur Messung der Feldstärke und entsprechender Parameter wurden Teile der Abschnitte 1 und 2 unter Hinweis auf die Empfehlungen 525 und 341 gestrichen. Neu aufgenommen wurde ein Abschnitt über allgemeine Angaben zur Messung von elektromagnetischen Wellen und über die Einheiten der entsprechenden Meßgrößen (Dok. 5/5032).

Die bei der Zwischentagung begonnene Überarbeitung der Empfehlung 341 über das Konzept der Übertragungsverluste bei der Untersuchung von Funksystemen wurde unter Berücksichtigung französischer Anregungen (Dok. 5/285) fortgesetzt. Der Anhang II wurde in den Anhang I eingearbeitet. Die Abschnitte über die „speziellen Aspekte des Übertragungsverlustes für die Bodenwellenausbreitung“ wurden herausgenommen und erscheinen als neuer Bericht (AM/5, Dok. 5/5050). Damit beschränkt sich der Anhang I auf Betrachtungen von Sende- und Empfangsantennen (Dok. 5/5043).

Ein Beitrag der USA über Funkwellenausbreitung in Tunneln und Minen wurde als neuer Bericht (AE/5) aufgenommen (Dok. 5/5006).

Der Bericht 229-3, der die elektrischen Eigenschaften der Erdoberfläche beschreibt, wurde um die empirisch gewonnene Abhängigkeit der Bodenleitfähigkeit und der Dielektrizitätskonstante vom Wassergehalt und von der Temperatur des Erdbodens erweitert. Auf Vorschlag der USA wurde der Bericht auch um einen Abschnitt über den Reflexionskoeffizienten der Erdoberfläche ergänzt (Dok. 5/5039).

Der Bericht 236-4, der den Einfluß von Geländeunregelmäßigkeiten und Vegetation auf die troposphärische Ausbreitung behandelt, beinhaltet jetzt auch eine empirisch gewonnene Formel für die Abschätzung der Dämpfung durch Wälder (Dok. 5/5007).

Die Empfehlung 368-3 für die Bodenwellenausbreitungskurven im Frequenzbereich von 10 kHz bis 30 MHz wurde redaktionell und sachlich überarbeitet. Als Bezugsstrahler wird nur noch der kurze vertikale Monopol genannt. Die fehlerhaften Umrechnungen auf andere Bezugsstrahler wurden unter Hinweis auf die Umrechnungstabelle in Empfehlung 341 gestrichen (Dok. 5/5034).

Der Bericht 716 erhielt den neuen Titel „Die Phase der Bodenwelle“ und wurde durch den von der Interim-Arbeitsgruppe IWP 5/1 erarbeiteten Entwurf (Dok. 5/346) ersetzt. Der Einfluß von Bodenunregelmäßigkeiten, die gemischte See-Land-Ausbreitung und ein Vergleich von Rechnungen und Messungen sind in neuen Abschnitten berücksichtigt worden (Dok. 5/5008).

Zum Weltatlas der Bodenleitfähigkeiten im Bericht 717 sind von einigen Ländern Karten für den MF-Bereich eingereicht worden. Eine Karte für die Bundesrepublik Deutschland fehlt nach wie vor. Wegen der Fülle des Materials nahm man die Karten für den MF-Bereich aus dem Bericht heraus. Sie werden zusammen mit den Karten für den VLF-Bereich in einem getrennten Band veröffentlicht. Als vorläufige Information erscheint in dem Bericht 717 eine Weltkarte für den MF-Bereich (Dok. 5/5037).

In dem neuen Bericht (AA/5) über Methoden zur Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der Erdoberfläche wurde auf neuere Messungen in der Bundesrepublik Deutschland hingewiesen, die sowohl eine Bestätigung des „Millington-Effektes“ als auch die Genauigkeit der „Wave-tilt-Methode“ zeigen (Dok. 5/5016).

Arbeitsgruppe 5-B:

Atmosphärische Effekte

Der Bericht 720 mit dem neuen Titel „Funkwellenausstrahlung von natürlichen Quellen über etwa 50 MHz“ erhielt eine ausführliche Einleitung, die vorwiegend auf weitere Berichte zu diesem Themenkreis hinweist. Die Darstellung der Rauschtemperaturen in Abhängigkeit vom Elevationswinkel und von der Frequenz wurde auf 400 GHz erweitert (Dok. 5/5004). Die Vorhersagemethoden für die Dämpfung durch Regen und andere atmosphärische Effekte im Bericht 721 wurde ergänzt und ein Abschnitt über die Zuverlässigkeit von „Dämpfungsstatistiken“ hinzugefügt (Dok. 5/5026).

Eine große Anzahl von Ergebnissen neuerer Untersuchungen ist in den Bericht 563-1 „Radiometeorologische Daten“ eingeflossen. Dadurch ist eine umfassendere Beschreibung von verschiedenen Regenarten und deren statistischer Häufigkeit gegeben (Dok. 5/5049).

In dem Anhang des Berichts 723 über die Statistik des „worst month“ war eine Definition für den „worst month“ gegeben. Dieser Anhang ist herausgenommen worden und stellt mit geringfügigen Änderungen eine neue Empfehlung (AJ/5) dar (Dok. 5/5030).

Arbeitsgruppe 5-C:

Rundfunk und bewegliche Funkdienste

In Anbetracht der bevorstehenden UKW-FM-Planungskonferenz wurde die weitere Überarbeitung der VHF- und UHF-Ausbreitungskurven für den Frequenzbereich von 30 MHz bis 1000 MHz in der Empfehlung 370-3 und die Revision des damit eng verknüpften Berichts 239-4 über die Statistik der Wellenausbreitung für den Rundfunkdienst in diesem Frequenzbereich als besonders dringend erachtet. In verschiedenen Eingangsdokumenten hatte man auf Probleme bei der Anwendung der genannten Dokumente hingewiesen, die nur teilweise gelöst werden konnten. Unproblematisch war die Erweiterung der Ausbreitungskurven in der Empfehlung 370-3 um eine Darstellung für VHF-Landausbreitung mit einer Zeitwahrscheinlichkeit von 5%₀, da diese durch Interpolation aus den vorhandenen 1%₀- und 10%₀-Kurven bereits von der UER berechnet waren. Die unübersichtlichen und teilweise unklaren Ausführungen in den Anhängen I und II wurden auf Anregung Frankreichs und der UER in einem neuen Anhang I wesentlich verbessert. Ungelöst ist nach wie vor, wie bei gemeinsamen See-Land-Ausbreitungskurven mit der Δh -Korrekturverfahren werden soll. Legt man ein Δh von 50 m zugrunde, erhält man für die Seeausbreitung mit einem $\Delta h \leq 10$ m durch die Korrektur für kleine Entfernungen zu große Feldstärkewerte (größer als der Freiraumwert). Trotzdem wurde bis zur endgültigen Klärung empfohlen, so zu verfahren (Dok. 5/5040).

Der Bericht 239-4 wurde mit den Änderungen in Empfehlung 370-3 in Einklang gebracht. Weiterhin wird die Definition des Parameters Δh und dessen Anwendung verbessert. Englische Messungen im VHF-Bereich hatten gezeigt, daß die Höhenabhängigkeit der Feldstärke unabhängig von der Entfernung ist. Vor einer entsprechenden Änderung des Korrekturwertes sollte dieses Ergebnis durch weitere Messungen bestätigt werden. Das Interpolationsverfahren für gemischte Land-See-Ausbreitung wurde durch eine Formel ergänzt, welche die Anwendung für den VHF-Bereich erleichtert (Dok. 5/5017).

Der Bericht 565-1 über Ausbreitungsdaten für den Satellitenrundfunk erfuhr umfangreiche Erweiterungen, die zum Teil aus anderen Berichten übernommen wurden. Eine Beschreibung verschiedener Dämpfungsmechanismen (Gase, Regen), ein einfaches Modell zur Vorhersage der Dämpfung durch Regen, ein Abschnitt über De-

polarisation durch Regen und Eispartikel sowie eine Tabelle über die Auswirkung von ionosphärischen Effekten runden den Bericht ab (Dok. 5/5041).

Der Notwendigkeit zum weiteren Studium der Wellenausbreitung in den vom Rundfunk genutzten Frequenzbereichen wurde durch Gründung einer neuen Interim-Arbeitsgruppe IWP 5/5 Rechnung getragen, deren Koordination Frankreich übernommen hat.

Arbeitsgruppe 5-D:

Terrestrischer Fester Funkdienst, Weltraumfunkdienste, Ausbreitung von Störungen

Zum Bericht 564-1 mit Ausbreitungsdaten für Weltraumfunksysteme war wieder eine Vielzahl von Beiträgen eingegangen, so daß die tabellarisch oder graphisch dargestellten Meßergebnisse allein einen Anhang mit 20 Seiten Umfang darstellen. Erste Ansätze zur Reduktion der umfangreichen Einzelergebnisse zeigen sich in der Aufnahme eines Modells zur Vorhersage der Regendämpfung, im übrigen sind die von der Interim-Arbeitsgruppe IWP 5/2 in Dokument 5/321 vorgeschlagenen Änderungen, die im wesentlichen aus weiteren Meßergebnissen bestehen, weitgehend im neuen Text enthalten (Dok. 5/5046). Eine Straffung des Textes sollte möglichst bald erfolgen, da die praktische Handhabung des Berichts zunehmend schwieriger wird.

Für die Bestimmung von Ausbreitungsfaktoren bei Störungsproblemen zwischen Erdefunkstellen im Frequenzbereich oberhalb 0,5 GHz, die im Bericht 569-1 behandelt werden, lag ebenfalls von der Interim-Arbeitsgruppe IWP 5/2 eine Ausarbeitung vor (Dok. 5/320). In die Vorhersagemethode der Ausbreitungsdämpfung wurde der Parameter Z_h für die Geländerauhigkeit aufgenommen. Die Vorhersagemethode für troposphärische Vorwärtstreuung schränkte man hinsichtlich der Anwendung für höhere Frequenzen ein. Neu ist ein Abschnitt über Reflexionen durch Flugzeuge, in dem Messungen aus der Bundesrepublik Deutschland angeführt werden (Dok. 5/5027). In den Empfehlungen 530 bzw. 452-2 werden die Berichte 564-1 bzw. 569-1 als Grundlage für die Planung empfohlen (Dok. 5/5022 bzw. 5/5024).

4. Studienkommission 6:

Ionosphärische Wellenausbreitung

Vorsitz: L. W. Barclay (Großbritannien)

Wie bereits auf der Zwischentagung im Jahre 1980 bildete die Studienkommission nach ihrer neuen Organisationsform **6 Arbeitsgruppen**, allerdings mit teilweise anderen Vorsitzenden:

- 6-J: Ionosphärische Eigenschaften und Ausbreitung
Vorsitz: C. M. Rush (USA)
- 6-K: Betriebliche Gesichtspunkte
Vorsitz: D. Cole (Australien)
- 6-L: Faktoren mit Einfluß auf die Systemgestaltung
Vorsitz: T. Damboldt (Bundesrepublik Deutschland)
- 6-M: Natürliches und künstliches Rauschen
Vorsitz: H. S. Jolly (Indien)
- 6-N: Feldstärke bei Frequenzen über 1,6 MHz
Vorsitz: F. Rogler (Bundesrepublik Deutschland)
- 6-P: Feldstärke bei Frequenzen unter 1,6 MHz
Vorsitz: M. J. Fonteyne (Frankreich).

Der Vorsitzende der Studienkommission hatte in seinem Bericht an die Schlußtagung (Dok. 6/240) die Schwerpunkte und Zielrichtungen der Arbeitsgruppen genannt und eine zusammenfassende Übersicht von Eingangsdo-

kumenten und zugeordneten CCIR-Texten beigelegt. Da es sich im Laufe der Sitzung herausstellte, daß sich in den Texten, für die die Arbeitsgruppe 6-M zuständig war, nur in sehr geringem Maße Änderungen ergaben, soll über diese Arbeitsgruppe hier nicht berichtet werden.

Arbeitsgruppe 6-J:

Ionosphärische Eigenschaften und Ausbreitung

Von Bedeutung ist die Überarbeitung der Empfehlung 373-4 „Definitionen der maximalen Übertragungsfrequenzen“. Hier werden neue Definitionen der maximal nutzbaren Frequenz (MUF) und verwandter Begriffe zusammengefaßt. Diese Begriffe sollen in Zukunft in allen betroffenen CCIR-Texten verwendet werden (Dok. 6/5031). Bericht 340-3 (mit Ergänzung Nr. 3) „CCIR-Atlas der Ionosphäreigenschaften“ wurde wesentlich überarbeitet und dabei zusammengefaßt (Dok. 6/324). Gleichzeitig wurde Empfehlung 434-3 zur Benutzung von Bericht 340-3 auf die überarbeitete Fassung abgestimmt (Dok. 6/319 und Add. 1). Im Bericht 725 „Ionosphäreigenschaften“ wurden in den Abschnitten über F-Region, Elektronenstoßfrequenzen und Ionosphärenunregelmäßigkeiten Änderungen vorgenommen, wobei die Ergebnisse neuerer Literatur berücksichtigt werden konnten (Dok. 6/320). Neu verfaßt wurde im Bericht AA/6 „Spezielle Eigenschaften der Ionosphäre in hohen geographischen Breiten bezüglich ihrer Einwirkung auf Funkverbindungen“ der Abschnitt über UHF/VHF-Streuung durch Unregelmäßigkeiten der Elektronendichte (Dok. 6/5028). Bericht AB/6 „Modelle der extraterrestrischen Plasmen“ wurde ebenfalls überarbeitet (Dok. 6/5024).

Ein neues Studienprogramm „Veränderung der Ionosphäre durch chemische Mittel“ wurde verabschiedet (Dok. 6/311). Begehren 23-2 „Notwendige Beobachtungen zur Angabe der grundlegenden Indizes für ionosphärische Ausbreitung“ (Dok. 6/5025) und Entscheidung AE/6 „Bestimmung der Sonnenfleckenzahlen“ änderte man dahingehend, daß mit Beginn des Jahres 1981 das Observatoire de Belgique (Uccle) die Bekanntgabe der Sonnenfleckenzahlen (Bezeichnung R_p) übernommen hat (Dok. 6/5024 und 6/5025). Schließlich wurde der Beschluß 7-2 „Grundlegende Langzeitionosphärenvorhersagen“ gestrichen und damit die Interim-Arbeitsgruppe IWP 6/3 suspendiert (Dok. 6/302).

Arbeitsgruppe 6-K:

Betriebliche Gesichtspunkte

Das wesentliche Ergebnis der Tätigkeit der Arbeitsgruppe war die Erarbeitung von zwei neuen Berichten. Der neue Bericht AK/6 „Realzeitkanalauswahl ionosphärischer Funkverbindungen“ befaßt sich im Rahmen der Frequenzplanung mit der Kanalauswahl bei Kurzwellenverbindungen (Dok. 6/290). Der zweite neue Bericht „Betriebliche Nutzung von Seiten- und Rückstreuung“ gibt einen Überblick über Anwendungsmöglichkeiten der Streuenausbreitung (Dok. 6/289). Bericht 727 „Kurzzeitvorhersage solarinduzierter Änderungen der Betriebsparameter für ionosphärische Ausbreitung“ wurde in den Abschnitten über Sonnenausbrüche und andere Störungen sowie über praktische Vorhersagemethoden wesentlich überarbeitet (Dok. 6/284).

Arbeitsgruppe 6-L:

Faktoren mit Einfluß auf die Systemgestaltung

Ein wichtiges Ergebnis ist der neue Bericht AR/6 „Berechnung der Zuverlässigkeit für Kurzwellenrundfunksysteme“ (Dok. 6/314). Er gibt Definitionen der Zuverlässigkeit an, die hinsichtlich Ausbreitungsart, Antennenbemessung, Frequenzkombination und Senderlei-

stung zur Erfüllung bestimmter Anforderungen an den Funkdienst wichtig sind. Weiterhin beschreibt er verschiedene Berechnungsmethoden zur Abschätzung der definierten Parameter. Im geänderten Studienprogramm 28D/6 wird zu Studien über Abschätzungsmethoden der genannten Zuverlässigkeitsparameter aufgefordert (Dok. 6/305). Der neue Bericht AH/6 „Wichtige Antenneneigenschaften für Berechnung und Vorhersage von Raumwellenausbreitungspfaden“ gibt die Beschreibung einiger Antennenparameter an unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die abgestrahlten Felder sich entlang des Ausbreitungsweges ändern können (Dok. 6/5018). Mit Streichung des Beschlusses 22-1 „Ionosphärische Faktoren mit Einfluß auf Kommunikations- und Navigationssysteme, die mit Raumschiffen verbunden sind“ wurde die Interim-Arbeitsgruppe IWP 6/9 aufgelöst.

Arbeitsgruppe 6-N:

Feldstärke bei Frequenzen über 1,6 MHz

Eines der wichtigsten Ergebnisse der Schlußtagung der Studienkommission 6 enthält der neue Bericht AP/6 „Ausbreitungsvorhersagemethoden für Kurzwellenrundfunk“ (Dok. 6/5041), der von der auf der Zwischentagung im vergangenen Jahr gegründeten Interim-Arbeitsgruppe IWP 6/12 vorgelegt wurde. Dieser Bericht enthält eine für Planungszwecke geeignete Feldstärkevorhersagemethode, die durch Vereinigung der im Bericht 252-2 und dessen Ergänzung angegebenen erweiterten CCIR-Methode mit der FTZ-Methode für große Entfernungen entstanden ist. Die neue Vorhersagemethode ist verhältnismäßig einfach und schnell und steht der 1984 stattfindenden 1. Sitzungsperiode der Kurzwellenrundfunk-Planungskonferenz zur Verfügung. Es müssen allerdings bis zur nächsten Zwischentagung über die Genauigkeit des Verfahrens noch weitere Untersuchungen durchgeführt werden (Dok. 6/322 und 6/323). Die Ergänzung zu Bericht 252-2 und die Empfehlung 553 „Abschätzung der Raumwellenfeldstärke und des Übertragungsverlustes bei Frequenzen größer als 2 MHz“ wurden geändert und zum Status des Berichts 252-2 festgestellt, daß mit der in der Ergänzung beschriebenen und inzwischen fertig programmierten Rechenmethode weitere Tests unternommen werden sollen (Dok. 6/307 und 6/308). Es wird daher zunächst weiterhin provisorisch die Rechenmethode nach Bericht 252-2 zur Benutzung empfohlen. Änderungen, die neben dem oberen HF- auch den VHF-Bereich betreffen, wurden für Empfehlung 534 „Methode zur Berechnung sporadischer E-Feldstärke“ beschlossen (Dok. 6/5036). Es wird nun anstelle der an der Empfangsantenne liegenden Spannung ausschließlich die Empfangsantenne unabhängig von der Wellenausbreitung ist.

Arbeitsgruppe 6-P:

Feldstärke bei Frequenzen unter 1,6 MHz

Bericht 431-2 „Analyse der Raumwellenausbreitungsmessungen im Frequenzbereich 150 bis 1600 kHz“ wurde in einigen Abschnitten inhaltlich gestrafft (Dok. 6/5032). Die Studienprogramme 31A/6 und 31B/6 faßte man zu einem neuen Studienprogramm AL/6 „Raumwellenausbreitung und Funktion der Verbindung bei Frequenzen unterhalb etwa 1,7 MHz“ zusammen (Dok. 6/5020). Als Folge dieses Studienprogramms ergab sich das neue Begehren AM/6 „Feldstärkemessungen für Frequenzen unter etwa 1,7 MHz“ (Dok. 6/5021). Hierin wird aufgefordert, geeignete Feldstärke- und Phasenmessungen durchzuführen. Der Beschluß 8-2 „Raumwellenausbreitung bei Frequenzen zwischen 150 und 1600 kHz“ wurde aufgehoben, bis das Vorliegen neuer Meßergebnisse eine Wiederaufnahme empfehlenswert macht (Dok. 6/316). Damit wurde die Interim-Arbeitsgruppe IWP 6/4 unter dem

langjährigen und erfolgreichen Vorsitz von D. Knight (Großbritannien) suspendiert. Aus dem Bereich der Längst- und Langwellen wurde Bericht 265-4 mit dem neuen Titel „Raumwellenausbreitung und Funktion der Verbindung bei Frequenzen zwischen etwa 30 kHz und 500 kHz“ überarbeitet (Dok. 6/298 und 6/241). Man nahm einige Ergänzungen zur Beschreibung des Wellensprungverfahrens vor und strich die Abschnitte über die Ausbreitung nach der Wellenleitertheorie. Die letzteren wurden in den neuen Bericht AS/6 „Raumwellenausbreitung und Funktion der Verbindung bei Frequenzen unterhalb etwa 30 kHz“ eingearbeitet (Dok. 6/330). Es handelt sich hierbei um die neueste Zusammenfassung der Wellenleiterausbreitungstheorie, wobei vom Umfang und mathematischen Aufwand her der sonst übliche Rahmen von CCIR-Texten bei weitem überschritten wird.

5. Studienkommission 10:

Hörrundfunk

Vorsitz: C. Terzani (Italien)

Zur Schlußtagung der Studienkommission 10 waren insgesamt 80 Beiträge vorgelegt worden; 49 kamen aus 16 Ländern (davon 8 aus der Bundesrepublik Deutschland), 10 von internationalen Organisationen (unter ihnen 9 von der UER) und weitere 21 vom CCIR-Sekretariat, dem Vorsitz bzw. den Interim-Arbeitsgruppen (IWPs) der Studienkommission.

Wie in der Vergangenheit wurde die Arbeit auf 6 Arbeitsgruppen wie folgt verteilt:

- 10-A: AM-Hörrundfunk einschließlich Tropenrundfunk
Vorsitz: S. Lacharnay (Frankreich)
- 10-B: FM-Hörrundfunk und Fernsehbegleitton
Vorsitz: J. J. Geluk (Niederlande)
- 10-C: Audiofrequente Eigenschaften von Hörrundfunksystemen
Vorsitz: G. Steinke (DDR)
- 10-D: Neuordnung der Fragen und Studienprogramme, Terminologie
Vorsitz: V. Quintas (Spanien)

und, gemeinsam mit der Studienkommission 11, auf die gemischten Arbeitsgruppen

- 10/11-R: Aufzeichnung von Hörrundfunk und Fernsehprogrammen
Vorsitz: P. Zaccarian (USA)
- 10/11-S: Satellitenrundfunk
Vorsitz: C. Siocos (Kanada).

Außerdem bereiteten die 3 Interim-Arbeitsgruppen (IWPs)

- IWP 10/4: Vorbereitung der technischen Grundlagen für die regionale UKW-Planungskonferenz
Vorsitz: J. Burgstaller (Österreich)
- IWP 10/5: Vorbereitung der technischen Grundlagen für die Planung in den Kurzwellenbereichen
Vorsitz: J. J. Geluk (Niederlande)
- IWP 10/6: Programmqualität für den internationalen Austausch
Vorsitz: N. Gilchrist (Großbritannien)

in getrennten Sitzungen ihre eigenen Berichte vor.

Besondere Erwähnung verdient die Tatsache, daß aufgrund einer Initiative des Redaktionskomitees fortan durchgehend in allen Texten des CCIR für die Feldstärke das Symbol E verwendet werden soll, und zwar auch in solchen Fällen, wo die Feldstärke in dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) ausgedrückt wird (bislang Symbol F).

Arbeitsgruppe 10-A:

AM-Hörrundfunk

Neben den eingereichten Beiträgen wurden auch solche der Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/5 bearbeitet, die überwiegend erst im Laufe der Tagung vorgelegt wurden.

Von den Empfehlungen der Abschnitte A (AM-Hörrundfunk in den LW-, MW- und KW-Bereichen) und C (Tropenrundfunk) des CCIR-Grünbuches der Studienkommission 10 (Band X, Kyoto 1978) bleiben 9 unverändert, während 7 in der Form übernommen werden, wie sie während der Zwischentagung im vergangenen Jahr verabschiedet worden sind. Lediglich 3 Empfehlungen wurden während der Schlußtagung in ihre endgültige Form gebracht. In allen 3 Fällen gehen die Änderungen auf Vorschläge der Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/5 zurück. Es handelt sich dabei um die Empfehlungen 205-1 „Gleichwellensender im Kurzwellenbereich“, 447-1 „Störabstände im Hörrundfunk“ und 560 „RF-Schutzabstände im LW-, MW- und KW-Hörrundfunk“. Alle vereinbarten Änderungen sind relativ geringfügig und nicht besonders bedeutungsvoll. Zu den bisherigen Empfehlungen kommen nunmehr 2 weitere hinzu. Die erste tritt, einem Vorschlag der Bundesrepublik Deutschland folgend, an die Stelle des Berichts 400-3 und behandelt „Faktoren, die die Grenzen der MW-Versorgung beeinflussen“ (Dok. 10/5028); in der zweiten wird die Verwendung eines weltweit einheitlichen Kanalrasters in allen KW-Rundfunkbereichen empfohlen, ohne daß jedoch ein spezieller Wert angegeben wurde (Dok. 10/5032).

Von den 18 Berichten der Abschnitte A und C (siehe oben) bleiben 8 unverändert, 2 bleiben in der Form bestehen, in der sie während der Zwischentagung verabschiedet wurden. 2 Berichte werden nicht wieder erscheinen, weil entweder eine andere Studienkommission zuständig ist (Bericht 305-4) oder weil der Bericht durch eine Empfehlung ersetzt wird (Bericht 400-3; siehe oben).

An den verbleibenden 6 Berichten wurden während der Schlußtagung Änderungen vorgenommen. Einem Vorschlag der Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/5 entsprechend wurden die Berichte 32-3 „KW-Sendeantennen“ (Dok. 10/5008) und 458-2 „Systemeigenschaften beim LW-, MW- und KW-Hörrundfunk“ (Dok. 10/5031) auf den neuesten Stand der Erkenntnisse gebracht. Insbesondere im letzten Fall waren die Änderungen, die sich überwiegend auf die Einseitenbandtechnik bezogen, recht umfangreich.

Die Änderungen am Bericht 457-1 „Erforderliche Bandbreite der Aussendung“ (Dok. 10/5003) gehen ausschließlich auf einen Beitrag der Bundesrepublik Deutschland zurück und berücksichtigen in der Art der Darstellung, daß für den LW/MW-Hörrundfunk (außer in Amerika) ein Kanalraster von 9 kHz vereinbart ist. Ein ungarischer Beitrag führte zu einer Änderung des Berichts 516-1 „Aus mehreren elektromagnetischen Feldern resultierende Feldstärke“ (Dok. 10/5002).

In den Bericht 794 „Schutzabstände im LW-, MW- und KW-Rundfunk“ (Dok. 10/5009 [Rev. 1]) wurden Informationen aus der UdSSR, Japan und Indien aufgenommen und Vorschläge aus der Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/5 übernommen.

An letzter Stelle muß noch der Bericht 617-1 „Hörfunkempfänger und -empfangsantennen“ (Dok. 10/5060) erwähnt werden. Er wurde nur geringfügig geändert und Informationen aus Japan und Indien wurden in die Tabelle eingearbeitet. Im übrigen aber ließ sich die Notwendigkeit erkennen, Eigenschaften für einen Bezugsempfänger zu spezifizieren. Dieses soll bis zur nächsten Zwischentagung der Studienkommission 10 geschehen, und es wurde zu diesem Zweck eine neue Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/7 (Dok. 10/5064) ins Leben gerufen.

Unter anderem werden sich an den Arbeiten dieser Interim-Arbeitsgruppe auch die Bundesrepublik Deutschland und die UER beteiligen.

In einer Resolution (Dok. 10/5042) wurde schließlich gefordert, daß die von der WARC 1979 verlangte Neuausgabe des Antennendiagrammbuches in möglichst genau der gleichen Form erfolgen sollte wie in der Ausgabe von 1978.

Arbeitsgruppe 10-B:

FM-Hörrundfunk und Fernsehbegleitton

Die Arbeit in dieser Gruppe wurde während der gesamten Dauer der Tagung durch A. Keller, Frankreich, geleitet, da der Vorsitzende J. J. Geluk durch seine Arbeiten in der Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/5, deren Vorsitz er ebenfalls innehat, überwiegend in Anspruch genommen war.

Von den Texten des Abschnittes B (FM-Hörrundfunk) des CCIR-Grünbuches, Band X blieben lediglich eine Empfehlung und ein Bericht unverändert erhalten (Empfehlung 467 und Bericht 620). In allen übrigen Fällen wurden Änderungen vorgenommen, die von geringfügig bis zur völligen Umgestaltung reichen. Auch die Ergebnisse der Zwischentagung im vergangenen Jahr konnten in keinem Fall bestätigt werden. 4 neue Berichte, von denen 3 von der Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/4 vorgeschlagen worden waren, wurden in die Dokumentation aufgenommen.

Die Arbeit war beeinflusst durch die bevorstehende UKW-Planungskonferenz und daher besonders intensiv. Einem französischen Vorschlag folgend wurden die Empfehlungen 412-2 und 450 völlig umgearbeitet, so daß die Empfehlung 450 nunmehr alle Systemspezifikationen für den FM-Hörrundfunk enthält (Dok. 10/5021), die Empfehlung 412-2 dagegen alle für die Frequenzplanung benötigten Angaben (Dok. 10/5030).

Zur bisher offenen Frage, in welchen Fällen mit Schutzabstandswerten für Dauerstörer bzw. für troposphärische Störer zu rechnen ist, findet sich jetzt eine Antwort im Anhang zur Empfehlung 412-2.

Aufgrund eines deutschen Beitrages sollte das für Planungszwecke heranzuziehende Empfangsantennendiagramm der Empfehlung 419 für den Fall des stereophonen Empfangs geändert werden, so daß es identisch wird mit dem Diagramm für den Empfang im Bereich III. Obwohl die vorgeschlagene Änderung keine Auswirkungen auf die Antennen für den Fernsehempfang hat, konnte die Studienkommission 11 dieser Änderung wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit nicht zustimmen. Daher wird es für das Gebiet der Hörrundfunk-Empfangsantennen künftig eine eigene Empfehlung der Studienkommission 10 geben (Dok. 10/5007).

Ein weiterer deutscher Beitrag über den Einfluß von Kompandersystemen auf die Übertragungsqualität im UKW-Hörrundfunk fand seine entsprechende Berücksichtigung im Bericht 300-4 „Stereophoner Rundfunk“ (Dok. 10/5045).

Im Bericht 795 werden das japanische FM/FM- und das deutsche Zweiträger-Verfahren zur Übertragung eines stereophonen bzw. zweier voneinander unabhängigen Fernsehbegleittöne beschrieben. Ein Versuch dieser beiden Länder, ihre Systeme zum Gegenstand einer Empfehlung zu machen, fand keine allgemeine Zustimmung, so daß der Bericht lediglich auf den neuesten Stand gebracht werden konnte (Dok. 10/5037).

Abgesehen von einer erweiterten Einleitung, die der Klärung dienen soll, hat der Bericht 796 „Ermittlung von RF-Schutzabständen für den FM-Rundfunk“ (Dok. 10/5005) die während der Zwischentagung vorgeschlagene Form. In den Bericht 464-2 „Polarisation der Ausstrahlung beim UKW-FM-Rundfunk“ (Dok. 10/5048)

wurde auf Wunsch Jugoslawiens auch die elliptische Polarisation aufgenommen. Der Bericht 463-2 „Übertragung mehrerer Programme oder anderer Signale“ (Dok. 10/5049) wurde auf den neuesten Stand gebracht; dazu waren allerdings umfangreiche Änderungen erforderlich.

Unter den neuen Berichten befaßt sich einer (Dok. 10/5065) mit dem Schutz von UKW-FM-Übertragungen gegen Störungen durch Fernsehsender der Norm D/SECAM. Diese Schutzabstände werden während der bevorstehenden UKW-Planungskonferenz benötigt, um im Bereich unter 100 MHz die durch Fernsehsender in den OIRT-Ländern verursachten Störungen in geeigneter Weise berücksichtigen zu können. Der neue Bericht basiert auf Beiträgen aus Finnland, Polen und der Bundesrepublik Deutschland. (RF-Schutzabstände für das Fernsehen (D/SECAM) gegen Störungen durch UKW-FM-Sender wurden in der Studienkommission 11 in den Bericht 306-3 eingearbeitet.)

Die 3 von der Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/4 vorgeschlagenen neuen Berichte befassen sich mit Problemen der Frequenzplanung. Der Bericht „Theoretische Sendernetzplanung“ (Dok. 10/5044) beschreibt das vor mehr als 20 Jahren in der Bundesrepublik Deutschland entwickelte Verfahren, bei dem von geometrisch regelmäßigen Netzen und linearen Kanalverteilungen ausgegangen wird. Es enthält auch neuere deutsche Ergebnisse zur Frage des Kanalbedarfs für die Versorgung mit einem Programm. Der Bericht über „Verfahren zur Ermittlung der Störwirkung mehrerer Störfelder“ (Dok. 10/5043) vergleicht die „Leistungsadditionsmethode“ mit dem „vereinfachten Multiplikationsverfahren“. Das letztere wird im Anhang zu diesem Bericht beschrieben. Der angestellte Vergleich der beiden Verfahren geht auf einen deutschen Beitrag zurück. Der Bericht über „Einschränkungen bei der Frequenzplanung“ (Dok. 10/5038) befaßt sich mit Effekten wie Oszillatorstörstrahlung, Intermodulationsprodukten und der Wahl geeigneter Abstände zwischen den Frequenzen für Sender des gleichen Standorts.

Arbeitsgruppe 10-C:

Audiofrequente Eigenschaften von Hörrundfunksystemen

Nach langen Jahren des Formens hat die Empfehlung 468 „AF-Geräuschpegelmessung“ ihre nun hoffentlich endgültige Version gefunden (Dok. 10/5027). Die bei der Zwischentagung im vorigen Jahr verringerten Toleranzwerte für die Bewertungskurve wurden aufgrund wohl begründeter Bedenken des CMTT wieder zurückgezogen. Ansonsten wurde durch leichte Modifizierung einiger Textstellen noch größere Klarheit angestrebt. Dahinter stand der Wunsch aller Mitarbeiter dieser Gruppe, daß unter der Bezeichnung „nach Rec. 468“ ausschließlich und unverwechselbar eine einzige Meßmethode verstanden wird, nämlich die frequenzbewertete Quasi-Peak-Messung.

Auf dem Gebiet der subjektiven Qualitätsbeurteilung wurde an den im vorigen Jahr beschlossenen Ergänzungen zu verschiedenen Empfehlungen und Berichten nichts mehr geändert. Lediglich der Bericht 797 „Bestimmung der akustischen Eigenschaften von Regieräumen und Hochqualitäts-Abhörräumen im Rundfunk“ hat eine schon in diesem Titel zum Ausdruck kommende Änderung erfahren. Um den unterschiedlichen Anforderungen beider Raumkategorien gerecht werden zu können, wurde der Bericht geteilt. Teil I sammelt Beiträge über Eigenschaften von Regieräumen. Mit ihrer kennzeichnenden Größe von etwa 40 m³ unterscheiden sie sich deutlich von den im Teil II beschriebenen Abhörräumen, die eine Größe von rund 120 m³ haben sollen. Neue Beiträge aus Großbritannien und Kanada wurden in diesen neu strukturierten Bericht aufgenommen (Dok. 10/5023).

Der Anteil der Aufgaben, die sich mit digitalen Tonproblemen befassen, wird in dieser Arbeitsgruppe nun deutlich größer. Eines der Hauptprobleme dieser digitalen Technik sind die recht divergierenden Systementwicklungen der verschiedenen Gerätehersteller. Standardisierungsbestrebungen, die diesen „Wildwuchs“ in geregelte Bahnen lenken sollen, sind in den verschiedensten Gremien im Gange. Die UER hat nun auch beim CCIR angeregt, sich hier helfend einzuschalten. Dem UER-Vorschlag, ein Studienprogramm über eine „Familie untereinander verträglicher Abtastfrequenzen in der digitalen Tonsignaltechnik“ zu eröffnen, wurde auch entsprochen. Um die Gesamtzahl der Studienprogramme jedoch nicht zu erhöhen, wurde es mit dem bereits bestehenden Studienprogramm UB/10 unter dem Titel „Digitale Toncodierstandards“ zusammengefaßt (Dok. 10/5026).

Eine sehr konkrete Empfehlung gab ein italienischer Beitrag. Für die Fälle, daß eine Abtastfrequenz von 32 kHz, die eine AF-Bandbreite von 15 kHz gestattet, als nicht ausreichend erachtet wird, sollte man statt der Vielzahl von vorgeschlagenen bzw. bereits benutzten Abtastfrequenzen zwischen 44 kHz und 60 kHz sich auf eine einzige einigen, nämlich 48,0 kHz. Neben einer Reihe von anderen Vorteilen hat diese Frequenz den Vorzug, in einem einfachen Frequenzverhältnis zu 32 kHz zu stehen, wodurch eine leichtere Transcodierung erwartet wird. Obwohl weltweit zu erkennen ist, daß diese 48,0 kHz gewisse Aussichten haben, Standardabtastfrequenz zu werden, konnte man sich im CCIR nicht entschließen, eine Empfehlung dieser 48,0 kHz vorzuschlagen. Es wurde lediglich ein neuer Bericht eröffnet, in dessen Anhang der Wortlaut einer Empfehlung enthalten ist, die nun aber bestenfalls erst in vier Jahren ausgesprochen werden kann (Dok. 10/5047).

Ähnlich erging es einem Beitrag der UER, für die digitale Tonübertragung über direkt sendende Ton- und Fernseh Rundfunksatelliten eine Abtastfrequenz von 32 kHz zu empfehlen. In den Arbeitsgruppen 10-C und CMTT-C fand dieser Vorschlag Zustimmung. Auch in der Untergruppe 10/11-S1 der gemischten Arbeitsgruppe 10/11-S (Satellitenrundfunk) wurde der Empfehlungsvorschlag – zwar auf die Region I beschränkt – zunächst angenommen. Nachdem jedoch die UdSSR Bedenken angemeldet hatte, wurde die Empfehlung später in einen Bericht umgewandelt (Dok. 10-11S/5038).

In einem weiteren neuen Bericht (AA/10) wurden sowohl Untersuchungsergebnisse über ein Standard-Audiointerface für Studios und ein dazu gemachter Vorschlag für eine Bitrahmenstruktur aufgenommen als auch die Beschreibung einer Methode, Bitfehler während der Übertragung von Tonprogramm signalen messen zu können. Eingegangene Beiträge über Multiplexmethoden bei digitalen Tonsignalen wurden an die Arbeitsgruppe 10/11-S weitergeleitet.

Arbeitsgruppe 10-D:

Neuordnung der Fragen und Studienprogramme, Terminologie

Die während der Zwischentagung im vergangenen Jahr vorgeschlagene Neuordnung der Fragen und Studienprogramme konnte im wesentlichen bestätigt werden. Abweichend davon wurden lediglich die Fragen zum FM-Ton und zum Satelliten ton behandelt. Hier folgte man 2 Vorschlägen der UER.

Danach wurde die Frage zum FM-Ton in 2 Fragen unterteilt, von denen sich die eine ausschließlich auf den FM-Hörrundfunk, die andere auf den FM-Begleitton im Fernsehen bezieht. Die vorhandenen Studienprogramme wurden diesen beiden Fragen sinngemäß zugeordnet. 2 seit der Zwischentagung im Umfrageverfah-

ren angenommene Fragen (59/10 und 60/10) wurden als Studienprogramme der UKW-FM-Hörrundfunk-Frage zugeordnet. Ein neues Studienprogramm befaßt sich mit dem Problem der Kompandierung beim UKW-Hörrundfunk.

Dem zweiten UER-Vorschlag entsprechend wurden die in den Studienkommissionen 10 und 11 paarweise vorhandenen, im Prinzip gleichlautenden Fragen und Studienprogramme zum Satellitenrundfunk jeweils zu einer einzigen Frage bzw. einem einzigen Studienprogramm zusammengefaßt. Diese Texte sollen künftig sowohl im Band X als auch im Band XI der CCIR-Grünbücher veröffentlicht werden.

In der Empfehlung 499-1 sind einige spezielle Feldstärken (Mindestfeldstärke, nutzbare Feldstärke, Bezugsfeldstärke) und das Versorgungsgebiet eines Senders definiert. Die Definitionen der speziellen Feldstärken, die bislang nur für den Hörrundfunk galten, sollen in ihrem Anwendungsumfang einem französischen Vorschlag zufolge erweitert werden. Dadurch wurden geringfügige Korrekturen am bisherigen Wortlaut erforderlich. Neu ist ein Anhang zu dieser Empfehlung. In ihm sind Informationen darüber enthalten, wie die nutzbare Feldstärke mit Hilfe der „Leistungsaddition“ (vorwiegend in Frequenzbereichen unter 30 MHz anzuwenden) und des „vereinfachten Multiplikationsverfahrens“ ermittelt werden kann.

Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/4:

Vorbereitungen der technischen Grundlagen für die regionale UKW-Planungskonferenz

Die Interim-Arbeitsgruppe hielt während der Schlußtagung der Studienkommission 10 eine ganze Reihe von Sitzungen ab. Es gelang ihr, die ihr übertragene Aufgabe abzuschließen und einen Bericht zu verabschieden, der folgendermaßen gegliedert ist:

- Einleitung (Dok. 10/324)
- Kapitel 1: Definitionen (Dok. 10/301 + Corr. 1)
- Kapitel 2: Übertragungs- und Planungsnormen (Dok. 10/314 + Corr. 1)
- Kapitel 3: Wellenausbreitung (Dok. 10/279 + Corr. 1 + Corr. 2)
- Kapitel 4: Planung (Dok. 10/313 [Rev. 1])
- Kapitel 5: Gemeinsame Frequenzbenutzung durch Hörrundfunk und Fernsehen (Dok. 10/280 + Corr. 1)
- Kapitel 6: Verträglichkeit mit anderen Diensten (Dok. 10/278 + Corr. 1)
- Kapitel 7: Weitere Untersuchungen (Dok. 10/330).

Der Bericht wurde von der Studienkommission gutgeheißen. Er wird demnächst als eigenständiger Bericht veröffentlicht und vom CCIR als Konferenzbeitrag für die erste Sitzungsperiode der UKW-Planungskonferenz vorgelegt werden. Die Arbeit der Interim-Arbeitsgruppe wurde daher als abgeschlossen angesehen und die Gruppe mit dem Dank der Studienkommission aufgelöst.

Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/5:

Vorbereitung der technischen Grundlagen für die Planung in den Kurzwellenbereichen

Die Interim-Arbeitsgruppe zur Vorbereitung der weltweiten KW-Planungskonferenz hielt während der Schlußtagung der Studienkommission 10 ebenfalls mehrere Sitzungen ab. Die Arbeiten, die aus vielerlei Gründen erheblich komplizierter sind als im Falle der Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/4, sind noch nicht annähernd

so weit gediehen wie dort. Ein Berichtsentwurf (Dok. 10/216 [Rev. 3]) liegt vor, wurde aber in der Studienkommission noch nicht behandelt. Außer einer Vorbemerkung des Vorsitzenden enthält er 3 Kapitel (Systemeigenschaften beim KW-Rundfunk, für den KW-Rundfunk erforderliche Daten, weitere Untersuchungen) und 3 Anhänge (Beschluß 39 des CCIR, Berechnung der Zuverlässigkeit von KW-Hörrundfunksystemen, Planungsverfahren für den KW-Rundfunkdienst). In Anbetracht der Verschiebung der KW-Konferenz um 1 Jahr wurde der Auftrag an die Arbeitsgruppe bis zur nächsten Zwischentagung verlängert (Beschluß 39; Dok. 10/296).

Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/6:

Programmqualität für den internationalen Austausch

Während der Zwischentagung des CCIR im vorigen Jahr wurde in einem „Beschluß 40“ festgelegt, eine Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/6 zu gründen, die sich mit den „Parametern und Toleranzgrenzen für die technische Qualität von Programmsignalen“ auseinandersetzen und den schon lange bestehenden Bericht 293-4 in eine Empfehlung überführen soll. Eine wesentliche Aufgabe, die vorher gelöst werden müßte, ist, in internationalen Rahmen Einigung über die verschiedenen Pegelbegriffe, Aussteuerungsmethoden und Frequenzhubdeutungen zu erzielen. Erst wenn das momentane gegenseitige Mißverstehen aus der Welt geschafft ist, kann man daran gehen, mit einem Vokabular, das für jeden die gleiche Bedeutung hat, die Qualität der Programmsignale zu beschreiben und entsprechende Forderungen aufzustellen. Als erster Schritt dazu wurde in Genf von der Arbeitsgruppe ein Fragebogen erarbeitet, den die Mitglieder der Arbeitsgruppe beantworten sollen. Anhand dieses Materials, das die Betriebsgepflogenheiten der nationalen Rundfunkgesellschaften und ihr Verständnis der aufgelisteten Begriffe beschreiben wird, soll dann versucht werden, eine einheitliche Sprachregelung zu finden und diese Begriffe exakt zu definieren.

Ein Bericht über diese ersten Aktivitäten ist im Dokument 10/269 niedergelegt, der leicht modifizierte „Beschluß 40-1“ im Dokument 10/5020.

Bericht über die Tätigkeit der gemischten Arbeitsgruppen 10/11 siehe Abschnitt 7.

6. Studienkommission 11:

Fernsehrundfunk

Vorsitz: M. Kriwoschew (UdSSR)

Wie bei der Zwischentagung im vergangenen Jahr entwickelte die Studienkommission 11 ihre Aktivitäten im Rahmen von 4 Arbeitsgruppen:

- 11-A: Kennwerte von Fernsehsystemen, internationaler Austausch von Fernsehprogrammen, Bildgüte, Meßtechnik
Vorsitz: L. Goussot (Frankreich)
- 11-B: Zusätzliche Fernsehdienste
Vorsitz: F. Cappuccini (Italien)
- 11-C: Fernsehsendernetzplanung, Schutzabstände, Fernsehempfänger und Antennen
Vorsitz: A. Wedam (Jugoslawien)
- 11-D: Digitale Verfahren für die Übertragung von Fernsehinformationen
Vorsitz: H. Yamamoto (Japan).

Dazu kamen gemeinsam mit der Studienkommission 10 die beiden gemischten Arbeitsgruppen 10/11-R und 10/11-S, über die im nächsten Kapitel berichtet wird.

Arbeitsgruppe 11-A:**Kennwerte von Fernsehsystemen, internationaler Austausch von Fernsehprogrammen, Bildgüte, Meßtechnik**

Zum Bericht 624-1, der die Kennwerte aller weltweit verwendeten Fernsehsysteme enthält, gingen allein 6 Beiträge ein. Die wichtigsten Änderungen und Ergänzungen im Ausgangsdokument 11/5035 waren die technischen Daten für das N/PAL-System in Argentinien, die angekündigte Definition der Systeme D/PAL und K/PAL in der Volksrepublik China und die Änderung der senderseitigen Gruppenlaufzeitvorentzerrung in den Niederlanden. Die neue Laufzeitkurve ist jetzt identisch mit der in der Bundesrepublik Deutschland verwendeten. Mit dem Thema „Hochauflösende Fernsehsysteme“ (Bericht 801) befaßte sich ein Dokument aus der Sowjetunion. Es enthält Vorschläge für die Zeilenzahl solcher Systeme (Dok. 11/5033).

Zum Bericht 405-3 „Verfahren zur Durchführung und Auswertung von subjektiven Bildgütestests“ gingen allein 10 Beiträge ein, die in den Bericht eingearbeitet wurden (Dok. 11/5047). Die wichtigsten Beiträge befaßten sich mit der Standardisierung subjektiver Messungen sowie der Vereinheitlichung bei der Präsentation der Testergebnisse und mit der Optimierung der Tests selbst, zum Beispiel durch vernünftige Wahl der Anzahl der Testprogramme und der Anzahl der Testbilder. Alphanumerische Darstellungen auf dem Bildschirm behandelte ein Beitrag aus Frankreich, wobei die subjektiv günstigste Anordnung dieser Zeichen im Vordergrund stand. Ein italienisches Dokument schilderte die Probleme der subjektiven Beurteilung von „High Definition“-Fernsehbildern, da eine Beurteilung mit den für das 625-Zeilen-Bild verwendeten 5stufigen Qualitätsskalen nicht möglich ist.

In den Bericht 628-1 über die automatische Kontrolle von Fernsehsignalen wurde die neue UER-Empfehlung R26 über die Verwendung von Referenz-Prüfzeilensignalen (IRS) im Studiobereich eingearbeitet (Dok. 11/5026).

Der Vorsitzende der Studiengruppe 11 regte an, neben den Studien zum Thema „High Definition“-Fernsehsystem auch die Optimierung des herkömmlichen 625-Zeilen-Systems voranzutreiben und in naher Zukunft ein optimales und kompatibles 625-Zeilen-„HiFi“-System zu schaffen.

Arbeitsgruppe 11-B:**Zusätzliche Fernsehdienste**

Die der Arbeitsgruppe vorliegenden Dokumente beschränken sich immer weniger allein auf das Gebiet Videotext, sondern betreffen zunehmend ganz allgemein die digitale Datenübertragung innerhalb des Fernsehkanals mit ihren zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten. So waren von den insgesamt 43 eingereichten Dokumenten immerhin 25 Papiere dieser weitergehenden Mitverwendung des Fernsehkanals zuzurechnen.

Die große Zahl von Dokumenten machte insgesamt 11 Sitzungen der Arbeitsgruppe erforderlich, obwohl ähnlich wie im Vorjahr wieder auf die wertvolle Vorarbeit der Interim-Arbeitsgruppe IWP 11/3 „Rundfunkdienste für alphanumerische und bildhafte Darstellungen“ zurückgegriffen werden konnte, die in einer Sitzung im Juni dieses Jahres mit der Bearbeitung der bereits vorliegenden Dokumente wichtige Weichenstellungen für das Vorgehen der Arbeitsgruppe 11-B gegeben hatte.

In der ersten Sitzung der Studienkommission 11 hatte deren Vorsitzender der Arbeitsgruppe nahegelegt, auf eine zum gegenwärtigen Zeitpunkt doch nicht erreich-

bare Empfehlung für einen weltweiten Videotext-Standard zunächst zu verzichten und stattdessen die bereits begonnene Auflistung der verschiedenen Videotextsysteme ähnlich zu den im Bericht 624 enthaltenen Farbfernsehsystemen fortzusetzen. So wurden innerhalb der Arbeitsgruppe keine weiteren Anstrengungen unternommen, zu ersten Normempfehlungen zu kommen, sondern man hat diese Aufgabe der weiter bestehenden Interim-Arbeitsgruppe IWP 11/3 überlassen.

Ihre Hauptaufgabe sah die Arbeitsgruppe in der bereits von der Interim-Arbeitsgruppe eingeleiteten Neufassung bzw. Überarbeitung der Berichte 802, AD/11 und AE/11. Die vorgenommenen Änderungen und Ergänzungen werden in den Dokumenten 11/5045, 11/5001 und 11/5005 mitgeteilt. Im Bericht 802 „Zusätzliche Rundfunkdienste unter Verwendung des Fernsehkanals“ sind jetzt sämtliche in der Diskussion stehenden zusätzlichen Rundfunkdienste aufgelistet, angefangen von verschiedenen Formen der Textübertragung über die Mischen von Videoeinzelbildern bis hin zur integrierten Tonübertragung. Ein Kapitel dieses Berichts ist der Videotextsituation in Großbritannien, Frankreich, Kanada, Japan und den USA gewidmet. Der Bericht AD/11 beschreibt die Kenngrößen der Videotextsysteme unter weitgehender Anlehnung an das bei ISO vorgeschlagene „Schichtenmodell“ und bringt in seinem Anhang die Spezifizierungen der durch das Zusammengehen von Frankreich (Antiope/Didon) und Kanada (Telidon) nunmehr auf drei Verfahren beschränkten Systemvorschläge: Das zeilengebundene erweiterte britische, das zeilenungebundene französisch-kanadische und das japanische Videotextverfahren. Schließlich wurde in einem Anhang zum Bericht AE/11, der die Messung der Qualitätsparameter von Videotextdiensten und Ergebnisse von Ausbreitungsversuchen und theoretischen Untersuchungen mitteilt, eine genaue Spezifizierung der in den Feldversuchen verwendeten präoperativen Systeme gegeben, um insbesondere eine bessere Beurteilung von Vergleichstests zu ermöglichen.

Durch einen Beitrag der UER (Dok. 11/298) wurde in dem Bericht AF/11 „Möglichkeiten zur Einbeziehung der Toninformation in das Videosignal beim terrestrischen Fernsehrundfunk“ eine Ergänzung mit aufgenommen. Aufgrund der Inkompatibilität der gegenwärtigen Fernsehempfänger für eine digitale Tonübertragung in der H-Lücke wird ein praktikabler Weg für die Einführung eines solchen Systems darin gesehen, daß bereits während einer Übergangsphase (etwa 15 Jahre) mit dem integrierten Tonübertragungssystem verträgliche Empfänger für den bisherigen Standard gebaut werden, die aber nach dieser Übergangsphase auch mit digitaler Synchronisierung und integrierter Tonübertragung arbeiten können (Dok. 11/5050). Da hierbei auch an separate Empfängerzusätze gedacht ist, wurde gleichzeitig ein Vorschlag formuliert, der die IEC zur Standardisierung einer entsprechenden Empfängerschnittstelle auffordert, die für eine Vielzahl von Anwendungen wünschenswert wäre (Dok. 11/386).

Eine Diskussion verursachte ein auf einem französischen Beitrag basierender Vorschlag für eine neue Frage „Systeme für das Fernsehen mit bedingtem Zugriff“ (Dok. 11/5029). Diese nicht nur auf das Bild- und Ton-signal, sondern auch auf Zusatzdienste wie Videotext zielende Frage der geeigneten Verschlüsselung und Identifizierung von Signalen wurde allerdings insbesondere vom russischen Vertreter als eine mit den Aufgaben von CCIR eigentlich nicht zu vereinbarende Möglichkeit der Beschneidung der Informationsfreiheit bezeichnet.

In der Frage einer endgültigen Terminologie im Bereich der Textkommunikationsverfahren ist man nur bei CCITT einen Schritt weitergekommen: „Videotex“

wurde als internationale Bezeichnung für Bildschirmtext angenommen. Von der Arbeitsgruppe 11-B werden zwar weiterhin die vorläufigen Benennungen „Videographie“ als Oberbegriffe für Videotext und Bildschirmtext und „Teletext“ für Videotext unterstützt (Dok. 11/387); eine endgültige Entscheidung will man jedoch der für Begriffsfestlegungen zuständigen Gemischten Gruppe CMV² überlassen.

Arbeitsgruppe 11-C:

Fernsehdienstplan, Schutzabstände, Fernsehempfänger und Antennen

Für die Planung von Sendernetzen bilden die Schutzabstände neben den Ausbreitungskurven die wesentlichste Grundlage. Die Empfehlung 418-3 enthält die Schutzabstände für das Schwarzweißfernsehen. Die verschiedenen Farbfernsehsysteme sind im Bericht 306-3 dargestellt. Dieser Bericht ist ergänzungs- und korrekturbedürftig.

Die Interim-Arbeitsgruppe IWP 11/5 soll die Arbeiten am Bericht 306-3 koordinieren und beschleunigen. Infolge einer plötzlichen Erkrankung des Vorsitzenden H. Hopf (Bundesrepublik Deutschland) mußten die während der Schlußtagung vorgesehenen Sitzungen ausfallen. Die Bearbeitung der für die Interim-Arbeitsgruppe vorgesehenen Aufgaben wurde deshalb ebenfalls der Arbeitsgruppe 11-C übertragen. Auch wurde beschlossen, daß die Interim-Arbeitsgruppe IWP 11/5 weiter bestehen bleibt, weil die Schaffung möglichst einheitlicher und leicht zu handhabender Schutzabstandskurven besonders dringend ist. Als Nachfolger des erkrankten Vorsitzenden H. Hopf ist S. Dinsel (ebenfalls Bundesrepublik Deutschland) vorgeschlagen worden.

Mit 6 eingereichten Dokumenten nahm die Diskussion um den Bericht 306-3 einen sehr breiten Raum ein. Das Ausgangsdokument 11/5040 enthält die bisher noch fehlenden Schutzabstandskurven für die OIRT-Systeme D und K. Einige OIRT-Staaten betreiben Fernsehsender im Band II, in dem in benachbarten Ländern UKW-Hörfunksender liegen. Es treten damit in beiden Richtungen besondere Schutzabstandsanforderungen auf. Nach langen Diskussionen zwischen den UER- und OIRT-Ländern einigte man sich auf Schutzabstandswerte, die für die anstehende UKW-Planungskonferenz verwendet werden können.

Dank der Aktivitäten der UER-Arbeitsgruppe R2-EP konnte mit einem UER-Beitrag der erste Schritt in Richtung vereinheitlichter Schutzabstandskurven gemacht werden. Dazu trug auch ein Dokument aus der DDR bei. Der Bericht 306-3 enthält jetzt einheitliche Schutzabstandskurven für alle 625-Zeilen-Systeme (Gleichkanalbetrieb). Lediglich bei positiver Videomodulation ist eine 2-dB-Korrektur notwendig. Es bestehen gute Aussichten, daß auch für den gesamten Luminanzbereich bis etwa 3 MHz einheitliche Kurven geschaffen werden können. Differenzen im Schutzabstand treten an den Bandgrenzen und im Farbbereich bei den verschiedenen Systemen auf. Die bereits erwähnte Interim-Arbeitsgruppe IWP 11/5 wird diese Arbeiten beschleunigt weiterführen. Außerdem soll erklärt werden, ob durch zusätzliche Nutzungen des Videokanals wie zum Beispiel durch Videotext auch zusätzliche Störungen im Gleichkanal oder in den angrenzenden Kanälen auftreten.

Als Referenzdokument wurde ein italienischer Beitrag in den Bericht 409-2 „Grenzen der Fernsehversorgung in ländlichen Gebieten mit geringer Bevölkerungsdichte“ aufgenommen, der reduzierte Mindestfeldstärkewerte für dünn besiedelte Versorgungsgebiete vorschlägt.

Ein weiteres Thema war der terrestrische Fernseh-rundfunk im 12-GHz-Band. Der bisherige Stand und neueste japanische Untersuchungsergebnisse wurden in einen neuen Bericht AJ/11 aufgenommen (Dok. 11/5039).

Zwei neue Fragen wurden geschaffen. Eine befaßt sich mit den Kriterien für den gemeinsamen Betrieb von Fernsehsendern und Sendern des Festen oder Beweglichen Landfunkdienstes im Bereich unter 1 GHz (Dok. 11/5043). Die andere Frage behandelt aufgrund eines japanischen Vorschlages die Blitzschutzprobleme an Fernsehsendern und Umsetzerstationen (Dok. 11/5042).

Arbeitsgruppe 11-D:

Digitale Verfahren für die Übertragung von Fernsehinformationen

Nach einem Jahr intensiver Entwicklungsarbeit, verbunden mit ständigem Meinungsaustausch zwischen den zuständigen Arbeitsgruppen der UER und der SMPTE, liegt nun der endgültige Empfehlungsentwurf AA/11 für eine zukünftige digitale Norm für Fernsehsignale im Studiobereich der XV. CCIR-Vollversammlung im Februar 1982 zur Zustimmung vor (Dok. 11/5031).

Mit dieser Empfehlung ist die Hoffnung verknüpft, daß durch den Übergang auf Komponentencodierung sowie durch die Wahl einer größtmöglichen Anzahl gemeinsamer digitaler Codierungsparameter bei den 625-Zeilen-/50-Hz- und 525-Zeilen-/60-Hz-Fernsehsystemen nicht nur eine wesentliche Vereinfachung bei der Entwicklung von digitalen Studiogeräten erreicht wird, sondern daß sich damit auch der internationale Programmaustausch vereinfacht.

Der nach erfolgreichen Demonstrationen innerhalb der UER und mit der SMPTE erzielte Kompromißvorschlag für den zukünftigen digitalen Studiostandard (4/2/2) sieht nunmehr wie folgt aus:

- Es werden die Signalkomponenten Y, (R-Y), (B-Y) codiert.
- Die Abtastfrequenzen für das Leuchtdichtesignal bzw. die Farbdifferenzsignale werden international auf 13,5 MHz bzw. 6,75 MHz festgelegt. (Die Anzahl der Abtastpunkte pro Fernsehzeile ist damit für 625- und 525-Zeilen-Systeme geringfügig unterschiedlich.)
- Die Abtastraster sind orthogonal.
- Die abgetasteten Signale werden linear quantisiert und mit 8 Bit pro Abtastwert codiert.

Zwei weitere wichtige Parameter – die auch Systemen mit unterschiedlicher Zeilen-Bildfrequenz gemeinsame Anzahl von Abtastpunkten pro „digital codierter aktiver Zeile“ (720 für das Leuchtdichtesignal, 360 für jedes der beiden Farbdifferenzsignale) sowie die Zuordnung der Quantisierungspegel zum analogen Signal – konnten wegen des Einspruchs der OIRT nur in einem Anhang niedergelegt werden mit der Maßgabe, diese bei der Vollversammlung gegebenenfalls ganz oder teilweise in die Empfehlung zu übernehmen.

Was die „Erweiterbare Familie kompatibler digitaler Codierungsstandards“ anbelangt, so wurden – ebenfalls in einem Anhang – einige vorläufige Parameter für einen der Bildquelle zugeordneten digitalen Standard (4/4/4) festgelegt. Des Weiteren wurden die Verwaltungen aufgefordert, nunmehr mit Nachdruck sich Vorschlägen für einen Unterstandard zuzuwenden, welcher mit seinen Codierungsparametern – unter Wahrung der Kompatibilität mit anderen Familienmitgliedern – der Bild- bzw. Nachbearbeitungsqualität des jeweiligen analogen PAL-, NTSC- oder SECAM-Standards angepaßt sein sollte.

Der vorläufige Bericht AG/11 „Filterung, Abtastung und Multiplexverfahren zur digitalen Codierung von Farbfernsehsignalen“ wurde erheblich erweitert (Dok.

² CMV = Commission mixte du CCIR/CCITT pour le vocabulaire

11/5041). Aus der Fülle der eingegangenen Beiträge (insgesamt 15), welche sich alle mit unterschiedlichen technischen Kriterien für die Wahl eines zukünftigen digitalen Studiostandards bzw. eines dazu kompatiblen Unterstandards befaßten, sei nur die Beschreibung der bei den Demonstrationen der UER und der SMPTE erzielten Ergebnisse besonders hervorgehoben, in welchen insbesondere der Einfluß der Abtastfrequenzen auf bestimmte Qualitätskriterien deutlich zum Ausdruck kommt.

Im Bericht 629, der sich mit digitalen Modulationstechniken für Fernsehsysteme befaßt, findet man nun eine vollständige Beschreibung aller Codierungsparameter für die digitale Studionorm, einschließlich Matrixgleichung und Zuordnung zum entsprechenden Quantisierungspegel für die zu codierenden Analogsignale, sowie nähere Angaben über Durchlaß- und Sperrverhalten der benötigten Bandbegrenzungsfilter (Dok. 11/5048).

7. Gemischte Arbeitsgruppen 10/11

Auch bei dieser CCIR-Tagung wurden wieder zwei gemischte Arbeitsgruppen 10/11 gebildet, an deren Aktivitäten Experten der Studienkommissionen 10 und 11 beteiligt waren. Es handelte sich um die **Arbeitsgruppen:**

10/11-R: Aufzeichnung von Hörrundfunk- und Fernsehprogrammen

Vorsitz: P. Zaccarian (USA)

10/11-S: Satellitenrundfunk

Vorsitz: C. Siocos (Kanada).

Die Beiträge der Arbeitsgruppe 10/11-S wurden wie bereits zur Zwischentagung im vergangenen Jahr wieder getrennt dokumentiert, so daß der Umfang der Dokumente der Studienkommissionen 10 und 11 auf diese Weise reduziert werden konnte.

Arbeitsgruppe 10/11-R:

Aufzeichnung von Hörrundfunk- und Fernsehprogrammen

An Beiträgen waren der Arbeitsgruppe 15 Dokumente zugegangen, zu denen sich – wie in Schlußtagungen angebracht – die Überarbeitung der bereits existierenden, einschlägigen CCIR-Texte (zwölf der Studiengruppe 10 und zwanzig der Studiengruppe 11) gesellte. Trotz dieses umfangreichen Programms hatte es der Vorsitzende vorgezogen, auf die Bildung von Untergruppen zu verzichten. Dies tat er wohl aus der Überlegung heraus, daß eine Überarbeitung zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine völlige Neuordnung des vorhandenen Textmaterials bedeutete, wie dies auch in einem Eingangsdokument angedeutet wurde. Einem solchen Vorhaben wäre aber sicher bei getrennter Beratung in Untergruppen nicht der gewünschte Erfolg beschieden gewesen.

Die der Arbeitsgruppe 10/11-R übertragene Dokumentation wird sich zukünftig im wesentlichen in drei **Fragen** (Questions) gliedern, welche die folgenden Themenkreise betreffen:

1. Aufzeichnung von Fernsehprogrammen auf Band, Film und andere Träger

Dazu gehören acht **Studienprogramme:**

- Magnetische Analogaufzeichnung

Diesem Bereich ist die Empfehlung 469-2 zugeordnet, für die sich während der Schlußsitzung keine Änderungen mehr ergaben. In Bericht 630-1 (Dok. 10/5035 bzw. 11/5004), der die Sammelstelle für alle Informationen zum Thema Aufzeichnung darstellt, wurde ein Hinweis über den in England praktizierten Aussteuerungspegel für Zeitcode auf C-Formataufzeichnungen aufgenommen, der 282 nWb/m Spitze-Spitze beträgt.

Zur Vermeidung von Übersprechen hat man sich dabei für einen im Vergleich zu B-Format- und Querspuraufzeichnungen – dort liegt man nahe der Vollaussteuerung – geringeren Wert entschieden. Ein neuer Bericht (Dok. 10/5022 bzw. 11/5028) enthält im Anhang die UER-Empfehlung R25 „Austausch von Fernsehprogrammen mit zwei oder mehr synchronen Tonspuren auf getrennten Aufzeichnungsträgern“, die während der kommenden Studienperiode (1982 bis 1986) zu einer CCIR-Empfehlung werden kann, wenn sie genügend Unterstützung findet.

Zum Thema Meßverfahren lag ein Beitrag der UER über die meßtechnische Erfassung von Jitter vor, der als Literaturstelle in den Bericht 630-1 aufgenommen wurde. Eine in der Studienkommission 10 erarbeitete Änderung der Empfehlung 468-2, betreffend die Messung von tonfrequentem Rauschen im Hörrundfunk, wurde der Arbeitsgruppe 10/11-R zur Stellungnahme übergeben und fand keinen Widerspruch.

- Magnetische Digitalaufzeichnung

Dieses Gebiet wird in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen. Zum jetzigen Zeitpunkt fand in den Bericht 630-1 lediglich die generelle Forderung Eingang, daß die digitale Aufzeichnungsanlage an ihrem Ein- und Ausgang ein dem digitalen Studiostandard entsprechendes Signal verarbeiten und abgeben soll. Des weiteren werden die von Frankreich gestellte Forderung nach vier unabhängigen Tonkanälen erwähnt und eine Zusammenstellung von bislang vorgeschlagenen Kanalcodes gegeben.

Ein neuer Bericht (Dok. 10/5036 bzw. 11/5044) betrifft die Digitalaufzeichnung von Tonsignalen, für die die Festlegung einer geeigneten Abtastrate Voraussetzung ist, über welche die Ansichten aber noch sehr unterschiedlich sind. Eine baldige Übereinkunft über Spurlage, Kanalcode und -modulation sowie über die Maßnahmen zur Fehlerkorrektur wird für vorzudringlich gehalten. Als erstes Beispiel wird ein japanischer Beitrag aufgeführt, der das NHK-Verfahren mit 50,4-kHz-Abtastrate und 16-Bit-Quantisierung (linear) beschreibt.

- Austausch von Videoaufzeichnungen zur Beurteilung von Programmen

Dies soll zukünftig sowohl im 525/60- als auch im 625/50-Fernsehstandard vorzugsweise im 3/4"-U-Format (U-matic) erfolgen, wie aus einer neuen Empfehlung (Dok. 10/5017 bzw. 11/5003) hervorgeht.

- Elektronischer Schnitt von NTSC- und PAL-Farbaufzeichnungen

Dieses Studienprogramm betrifft die Entwicklung von Methoden zum störungsfreien Aneinanderfügen von Farbsignalen (NTSC-4-Halbbildfolge, PAL-8-Halbbildfolge). Die Toleranzen für die Phasenabweichung zwischen Horizontalsynchronimpuls und Farbträger sind im Bericht 630-1 erwähnt.

- Aufzeichnungen für Elektronische Berichterstattung

Aufzeichnungen dieser Art unterliegen nicht notwendigerweise der Empfehlung 469-2, wie aus dem Bericht 630-1 hervorgeht. Insbesondere können neben den bekannten Studioaufzeichnungsformaten (Querspur, B-Format, C-Format) auch andere Formate Verwendung finden, wie etwa das 3/4"-U-matic-H-Kassettenformat. Es wird jedoch darauf hingewiesen, daß in solchen Fällen die Qualitätsreserven zu gering sind, um bei Mehrfachkopien ein akzeptables Ergebnis sicherzustellen. Deshalb sollten im internationalen Bandaustausch nur erste Kopien Verwendung finden. Weiterhin empfiehlt der Bericht 630-1, den Fernsehbegleitton immer auf der von der Bandkante entfernt

liegenden Spur aufzuzeichnen, soweit im gewählten Format mehr als eine Tonspur zur Verfügung steht und der betreffende Aufzeichnungsstandard keine abweichende Festlegung enthält. Es werden auch die programmbezogenen Parameter aufgelistet, die auf dem Spulen-(Kassetten-) und Bandbehälter-Aufkleber erwähnt werden sollen. Soweit die Lage der einzelnen Programmabschnitte auf dem Band nicht durch den Zeitcode, sondern durch die Stellung des Bandlängenzählers beschrieben ist, ist von einer Nullstellung am Bandanfang auszugehen.

– Aufzeichnung von Fernsehprogrammen auf Film

Die zu diesem Studienprogramm gehörende Empfehlung 501-1 und der Bericht 469-1 wurden während der Schlußtagung nicht geändert.

Für die zwei weiteren Studienprogramme „Neue Aufzeichnungsverfahren“ und „Aufzeichnung von High-Definition-Fernsehprogrammen“ lagen noch keine Beiträge vor.

2. Internationaler Fernsehprogrammaustausch auf Film

Dieser Frage sind zwei Studienprogramme zugeordnet:

– Standardisierung von Lichttonverfahren

Dies betrifft vor allem den Einsatz von Kompandern und anderen Methoden zur Verbesserung des Störabstandes sowie die Festlegung einer mittleren Wiedergabecharakteristik, die die annehmbare Abstufung von Filmen mit unterschiedlicher Aufnahmecharakteristik sicherstellt.

– Standardisierung der Bildaufnahme

Der erneute Versuch, auf Filmen höhere Dichten als bisher im internationalen Programmaustausch zuzulassen, fand auch während der Schlußtagung keine Gegenliebe, so daß die Empfehlung 265-3 ungeändert blieb. Die in England geübte Praxis eines Dichtebereiches zwischen 0,2 und 2,5 wird lediglich im Bericht 294-4 (Dok. 10/5039 bzw. 11/5002) erwähnt.

3. Methoden der Synchronisierung unterschiedlicher Aufnahme- und Wiedergabesysteme

Dazu gehört das Studienprogramm „Speicherung codierter Information in einer Längsspur auf magnetischen Videosignalaufzeichnungen“. Hier hat man den Bereich „Zeitcode“ aus dem Bericht 630-1 herausgenommen und dafür einen neuen Bericht (Dok. 10/5018 bzw. 11/5025) geschaffen, gerechtfertigt durch die Annahme, daß in der Zukunft die praktischen Erfahrungen mit Zeitcode eine erweiterte Nutzung dieses Mediums für die verschiedensten Zwecke wahrscheinlich machen werden.

Arbeitsgruppe 10/11-S:

Satellitenrundfunk

Diese Arbeitsgruppe hatte etwa 70 Eingangsdokumente zu bearbeiten. Einige der Beiträge wurden nach vorhergehender Überarbeitung in zwei Entwurfsgruppen in der Arbeitsgruppe selbst behandelt.

Die meisten Dokumente verwies man jedoch zur Bearbeitung an 4 Untergruppen:

- 10/11-S1: Technische Systemgrundlagen
Vorsitz: G. C. Stemp (Großbritannien)
- 10/11-S2: Frequenzmitbenutzung durch andere Dienste, Terminologie
Vorsitz: E. Reinhart (USA)
- 10/11-S3: Technische Planungsgrundlagen (Satellit – Erde)
Vorsitz: R. Zeitoun (Kanada)
- 10/11-S4: Technische Planungsgrundlagen (Erde – Satellit)
Vorsitz: J. F. Arnaud (Frankreich).

Eine Entwurfsgruppe befaßte sich mit der Neuordnung der Fragen und Studienprogramme und mit einem Vorschlag der UER zur Einsetzung einer neuen Interim-Arbeitsgruppe IWP 10-11/3. Alle Fragen und Studienprogramme der Studienkommissionen 10 und 11, die sich mit dem Satellitenrundfunk befassen, werden nunmehr vereinheitlicht, einheitlich gekennzeichnet und sowohl in Band X als auch in Band XI der CCIR-Grünbücher veröffentlicht. Die neue Interim-Arbeitsgruppe IWP 10-11/3 soll einheitliche Normen für die Tonübertragung in terrestrischen oder Satellitenfernsehtkanälen erarbeiten (Dok. 10-11S/5036). Unter dem Vorsitz von Schweden werden 14 Verwaltungen und die UER in dieser Arbeitsgruppe mitarbeiten.

Die Interim-Arbeitsgruppe IWP 10-11/1 (Nutzung des geostationären Orbits) tagte zweimal. Durch eine entsprechende Änderung des Beschlusses 43 besteht sie zunächst bis zur nächsten CCIR-Zwischentagung weiter. Vor allem die Ergebnisse der Untergruppe 10/11-S4 sollen in den Bericht dieser Arbeitsgruppe aufgenommen werden, der zur Vorbereitung der WARC für die allgemeine Planung des geostationären Orbits von Satelliten für Weltraumfunkdienste gedacht ist.

Die Interim-Arbeitsgruppe IWP 10-11/2 zur Vorbereitung der Rundfunksatellitenkonferenz der Region 2 hat ihre Arbeit abgeschlossen. Ihre Tätigkeit ist damit beendet.

Die Untergruppe 10/11-S1 (Technische Systemgrundlagen) hatte auf Vorschlag der UER eine Empfehlung über die Codierung von Hörfunksignalen bei Aussendung über Rundfunksatelliten erarbeitet (14 Bit, 32 kHz), deren Anwendung wegen der Einwände der USA, Kanadas und Japans auf die Region 1 beschränkt wurde. Nach Rücknahme der zunächst erfolgten Zustimmung durch die UdSSR wurde diese Empfehlung in den neuen Bericht AF/10-11 umgewandelt (Dok. 10-11S/5038). Siehe dazu auch Abschnitt 5., Arbeitsgruppe 10-C.

Eine Anzahl von existierenden Berichten wurde überarbeitet und ergänzt. Dabei erhielt der Bericht 632-1 „Modulationsverfahren im Satellitenrundfunk“ eine vollkommen neue Form. Insbesondere wurden aufgrund von Beiträgen Frankreichs und der UER Einzelheiten über verschiedene Verfahren zur Übertragung der Fernsehbegleittöne neu aufgenommen bzw. hinzugefügt (Dok. 10-11S/5037). Auch der neue Bericht AD/10-11 „Satelliten-Hörrundfunk für tragbare Empfangsgeräte“ wurde erheblich erweitert. Diskrepanzen zwischen UER und ESA einerseits und den USA andererseits über notwendige Leistungsreserven für eine sichere Versorgung wurden zumindest für äquatornahe, ländliche Gebiete weitgehend ausgeräumt (Dok. 10-11S/5034).

Ein weiterer neuer Bericht (AE/10-11, Dok. 10-11S/5003) geht auf die Arbeit der UER-Spezialistengruppe V3/MUX zurück. Er enthält eine Beschreibung verschiedener Multiplexverfahren zur Aussendung mehrerer digitaler Ton- und Datensignale im Rundfunk.

In das Studienprogramm ZF/11 (bisher 23A/11) „Fernsehstandards für den Satellitenrundfunk“ wurde im Hinblick auf digitale YUV-Komponentensignale im Studio die Untersuchung von Übertragungsmethoden neu aufgenommen, die für diese Signale geeignet erscheinen (Dok. 10-11S/5024).

In der Untergruppe 10/11-S2 (Frequenzmitbenutzung durch andere Dienste, Terminologie) wurden die Empfehlung AA/10-11 (Dok. 10-11S/5008) und eine Reihe von Berichten überarbeitet und ergänzt.

Der Bericht 807 „Unerwünschte Aussendungen“ enthält jetzt auch die Ergebnisse von Messungen in den USA. Diese zeigen an Transpondermodellen im Labor gemessene spektrale Leistungsverteilungen bei verschiedenen Modulationsparametern (Dok. 10-11S/5009).

Im Bericht 634-1 „Schutzabstandsmessungen“ ergänzte man die Daten über verschiedene Signalkombinationen durch neuere Meßergebnisse. Für den Fall der Nachbarkanalstörungen zwischen zwei frequenzmodulierten Fernsehsignalen kann nach französischen Untersuchungen die Verwendung von PLL-Diskriminatoren zur Verringerung der Schutzabstände um 5 dB führen. Hier werden allerdings weitere Untersuchungen notwendig sein. Aufgrund eines UER-Dokumentes wurde ein neuer Abschnitt über die Interferenz zwischen FM-Fernsehsignalen mit digital modulierten Unterträgern aufgenommen. Derartige Unterträger führten nicht zu Schutzabstandserhöhungen (Dok. 10-11S/5033).

Ein neues Studienprogramm (ZL/10 und 11, Dok. 10-11S/5029) befaßt sich mit Steuerungs- und Testsignalen für Rundfunksatelliten und deren mögliche Störwirkungen.

Die **Untergruppe 10/11-S3** (Technische Planungsgrundlagen [Satellit – Erde]) überarbeitete und ergänzte die Berichte 633-1 (Dok. 10-11S/5032), 811 (Dok. 10-11S/5001) und 812 (Dok. 10-11S/5002), die sich mit Planungsverfahren, Planungselementen und Rechnerprogrammen für die Planung befassen, vorwiegend im Hinblick auf die bevorstehende regionale Funkverwaltungskonferenz (RARC) zur Planung des Satellitenrundfunks in der Region 2. Die Untergruppe setzte sich daher vor allem aus Delegierten der vertretenen Länder dieser Region zusammen (Brasilien, Kanada, USA).

Die **Untergruppe 10/11-S4** (Technische Planungsgrundlagen [Erde – Satellit]) befaßte sich mit dem Bericht AB/10-11 (Dok. 10-11S/5012). Alle wesentlichen Teile dieses Berichts über die technischen Merkmale der Aufwärtsbedingungen für Rundfunksatelliten wurden weitgehend neu geschrieben und erheblich erweitert. Der Umfang der Überarbeitung ist am besten daraus ersichtlich, daß 20 Eingangsdokumente hierbei berücksichtigt wurden. Von erheblichem Einfluß auf die Planung der Aufwärtsstrecken für die 12-GHz-Rundfunksatelliten sind die Nachbarkanalabstände. Hierzu enthält der Bericht nun einen aus französischen Messungen über den Satelliten OTS entnommenen Wert, der um 7 dB unter dem bisher angenommenen liegt. Da es sich dabei um eine einzige Messung handelt, werden allerdings noch weitere Untersuchungen für erforderlich gehalten.

8. Studienkommission CMTT:

Übertragung von Ton- und Fernsehsignalen über große Entfernungen

Vorsitz: Y. Angel (Frankreich)

Etwa 70 Dokumente waren zur Schlußtagung der Studienkommission CMTT eingereicht worden, 9 davon aus der Bundesrepublik Deutschland. Da zum Thema „analoge Fernsehübertragungstechnik“ nur etwa insgesamt 20 Beiträge eingegangen waren, wurde beschlossen, die bei der letzten Zwischentagung 1980 gebildeten Arbeitsgruppen CMTT-AA und CMTT-B zu einer Arbeitsgruppe CMTT-AB zusammenzufassen. Aus diesem Grunde ergaben sich diesmal nur **3 Arbeitsgruppen**:

CMTT-AB: Standards, Betriebsverfahren und Festlegung der Übertragungseigenschaften für **analoge** Fernsehübertragungen
Vorsitz: P. R. Wickliffe (USA)

CMTT-AN: Standards für **digitale** Fernsehübertragungen
Vorsitz: D. W. Osborne (Großbritannien)

CMTT-C: Standards für Tonkanäle
Vorsitz: G. Zedler (Bundesrepublik Deutschland)

Arbeitsgruppe CMTT-AB:

Standards, Betriebsverfahren und Festlegung der Übertragungseigenschaften für analoge Fernsehübertragungen

Ein grundlegendes CCIR-Dokument auf dem Gebiet der analogen Fernsehübertragungstechnik ist zweifellos die Empfehlung 567, die den Titel „Übertragungseigenschaften von Fernsehleitungen für internationale Verbindungen“ trägt. Die Empfehlung beschreibt die Anforderungen an internationale Leitungen für die Übertragung analoger Fernsehsignale (525-Zeilen- und 625-Zeilen-Systeme) und enthält die dafür erforderlichen Definitionen, Meßverfahren und Toleranzen. Wie bereits bei der Zwischentagung im vergangenen Jahr wurden wiederum zahlreiche redaktionelle Korrekturen und Änderungen vorgenommen, die insbesondere die 525-Zeilen-Systeme betrafen, wobei die Anregungen dazu aus Japan, Kanada und den USA kamen.

Bemerkenswert erscheint, daß für 525-Zeilen-Systeme zur Messung halbbildfrequenter Signalverzerrungen (field-time waveform distortion) anstelle eines 60-Hz-Rechtecksignals nunmehr auch ein sogenanntes „window signal“ verwendet werden kann. (Das „window signal“ erzeugt auf dem Bildschirm eines Monitors ein weißes Rechteck etwa der Größe 34% H x 46% V in schwarzem Umfeld.) Außerdem wird in der Empfehlung 567 für die 525-Zeilen-Systeme in Japan und Kanada eine Toleranzschablone zur Messung des Überschwingers von Sprungsignalen mit einer Steigzeit von 125 ns festgelegt (Dok. CMTT/5018).

Der auf der Zwischentagung im vergangenen Jahr vollständig überarbeitete Bericht 816 „Eigenschaften, Meßverfahren und Entwicklungsrichtlinien für internationale Fernsehleitungen“ soll sämtliche Informationen enthalten, die mit dem Ziel einer späteren Vervollständigung der Empfehlung 567 gesammelt werden sollen. Dieser Bericht wurde während der Schlußtagung ergänzt, wobei zum Beispiel jetzt auch auf ein Verfahren zur Messung des Jitters von Zeilensynchronimpulsen hingewiesen wird, an dessen Entwicklung das IRT maßgeblich beteiligt war (Dok. CMTT/5006).

Die Prüfzeilentechnik hat in den letzten Jahren für die Messung und Überwachung von Fernsehübertragungseinrichtungen zunehmend an Bedeutung gewonnen. In der Empfehlung 473-2 „Einblendung von Testsignalen in die Vertikalaustastung von Schwarzweiß- und Farbfernsehsignalen“ sind die Prüfzeilensignale spezifiziert, die bei internationalen Übertragungen einblendend werden sollen und die auch national nahezu ausschließlich verwendet werden. Diese Empfehlung wurde insbesondere aufgrund eines jugoslawischen Beitrages redaktionell überarbeitet und ergänzt. Besonders erwähnenswert ist, daß nunmehr dem Treppensignal in Zeile 17 (625-Zeilen-Systeme) auch eine Farbträgerschwingung ähnlich der in Zeile 330 überlagert sein kann (Dok. CMTT/5019).

Einer der Gründe für die überragende Bedeutung der Prüfzeilenmeßtechnik liegt darin, daß ohne sie eine automatische Messung und Überwachung von Fernsehübertragungseinrichtungen undenkbar wäre. Auch hier wurde im CCIR mit der Empfehlung 569 „Definitionen von Parametern für die vereinfachte automatische Messung von Fernseh-Prüfzeilensignalen“ Pionierarbeit geleistet.

Die Empfehlung 569 wurde wie bereits auf der Zwischentagung 1980 ergänzt und konkretisiert. Ein noch offener Punkt war bei der Rauschmessung in einer einzelnen Fernsehzeile (z. B. Zeile 22) die Auslegung des Hochpaßfilters zur tieffrequenten Begrenzung des Rauschspektrums. Aufgrund eines Beitrages der Bundesrepublik Deutschland (Quelle: IRT) wird nunmehr

verbindlich empfohlen, für diese Rauschbegrenzung ein 200-kHz-Hochpaßfilter erster Ordnung (20 dB/Dekade) zu verwenden. Zur Unterdrückung von Farbträgerstörungen bei der Rauschmessung wurde für 625-Zeilen-Systeme ein 4,43-MHz-Notchfilter mit einer 3-dB-Bandbreite von 600 kHz spezifiziert (Dok. CMTT/5008).

Auf der Zwischentagung im vergangenen Jahr wurde ein neuer Bericht AC/CMTT mit dem Titel „Übertragungseigenschaften von Fernsehverbindungen über Systeme im Festen Funkdienst über Satelliten“ entworfen. Dieser Berichtsentwurf wurde während der Schlußtagung überarbeitet. Er enthält nunmehr neben Hinweisen auf Störabstände beim INTELSAT-Satellitensystem detaillierte Angaben über Entwicklungsvorgaben (design values) beim europäischen ECS-Satellitensystem. Außer den Übertragungseigenschaften der Verbindung „Erdestation – Satellit – Erdestation“ sind in tabellarischer Form nun auch die Eigenschaften der terrestrischen Strecke „Nationale technische Überwachungszentrale (CNCT) – Erdestation“ sowie die Übertragungseigenschaften der gesamten Kette „CNCT – Erdestation – Satellit – Erdestation – CNCT“ zusammengestellt. Die angegebenen Werte konnten durch Messungen mit dem europäischen Versuchssatelliten OTS bestätigt werden (Dok. CMTT/5007 und CMTT/334).

Arbeitsgruppe CMTT-AN:

Standards für digitale Fernsehübertragungen

Auf der letztjährigen CCIR-Zwischentagung in Genf lag der Arbeitsgruppe bereits ein Beitrag zum Bericht 646-1 „Digitale oder gemischt analog-digitale Übertragung von Fernsehsignalen“ mit der Anregung vor, bei ausschließlich digitalen Übertragungsstrecken mit digitalen Eingangs- und Ausgangssignalen die Komponentencodierung für das Fernsehsignal vorzusehen, bei gemischt analog-digitalen Übertragungsstrecken sowie bei digitalen Übertragungsstrecken mit analogem Ein- und Ausgang dagegen der geschlossenen Codierung den Vorrang zu geben. Durch zwischenzeitlich eingereichte Dokumente aus Großbritannien, Frankreich und Japan bestand nun die Aufforderung, analog zum Empfehlungsvorschlag AA/11 der Studienkommission 11 für die digitale Codierung der Fernsehsignale im Studio auch eine Empfehlung für die Übertragungsseite zu formulieren.

Bereits in der ersten Sitzung der mit der Ausarbeitung dieser Empfehlung beauftragten „drafting group“ trafen jedoch zwei gegensätzliche Meinungen hart aufeinander. Auf der einen Seite (Frankreich, Kanada, USA) waren die Befürworter für eine ausschließliche Beschränkung auf die Komponentencodierung, die in einer gleichzeitigen Zulassung der geschlossenen Codierung für die Übertragung ein unnötiges Hinauszögern des „voll-digitalen Zeitalters“ befürchteten und die in der für die geschlossene Codierung vorgeschlagenen 8-Bit-PCM-Codierung mit Super-Nyquist-Abtastung³ darüber hinaus eine ineffiziente Ausnutzung des dafür erforderlichen Übertragungsweges sahen. Auf der anderen Seite standen die Fernmeldeverwaltungen (besonders Großbritannien, Italien, Japan, Niederlande und die Bundesrepublik Deutschland), die für eine Übergangszeit auch die geschlossene Codierung für gemischt analog-digitale Strecken und digitale Strecken mit analogen Eingangs- und Ausgangssignalen verbindlich zulassen wollten, um den sonst notwendigen Übergang von der geschlossenen Signalform zur Komponentenform mit seinen inhärenten Qualitätseinbußen zu vermeiden.

Auch ein vom Vorsitzenden der Arbeitsgruppe zwischenzeitlich initiiertes Versuchs, für den rein digitalen

Betrieb und für den gemischt analog-digitalen Betrieb zwei getrennte Empfehlungen vorzusehen, führte nicht zum Erfolg, obwohl zu fast jeder Sitzung neue Empfehlungsentwürfe vorgelegt wurden. So konnte in der CMTT-Plenarsitzung schließlich nur die recht allgemein gehaltene Empfehlung BA/CMTT für die Verwendung der Komponentencodierung bei der digitalen Übertragung verabschiedet werden (Dok. CMTT/5040); der Vorschlag zur Verwendung der geschlossenen Codierung bei gemischt analog-digitalem Betrieb konnte lediglich als Anhang im Bericht 646-1 Platz finden, wobei in einem zweiten Anhang die Gegner ihre Vorbehalte zu diesem Vorschlag vorbringen.

Der Bericht 646-1 selbst hat in einigen Punkten wertvolle Ergänzungen erfahren (Dok. CMTT/5004). So werden, durch einen französischen Beitrag angeregt, erste Vorstellungen für eine geeignete Multiplexbildung der zu übertragenden Signale mitgeteilt, die für das Bildsignal und die Ton- und Zusatzsignale zwei getrennte Bitströme mit eigener Datensicherung und unabhängiger Datenrate vorsehen, welche als plesiochrone Signale zu einem Gesamtbitstrom entsprechend der vorgegebenen Digitalhierarchiestufe zusammengeführt werden. Weitere Ergänzungen betreffen verbesserte Verfahren der Bitratenreduktion, wie sie insbesondere durch aufwendigere Vorhersagealgorithmen – zum Beispiel mit adaptiver Bild-zu-Bild-/Intrabildcodierung – erreichbar sind.

Erkennung und Korrektur von Übertragungsfehlern erfordern normalerweise die Mitsendung zusätzlicher Digitalinformationen. Nach einer amerikanischen Arbeit kann bei PCM-codierten Fernsehsignalen mit Super-Nyquist-Abtastung auf solche „overhead bits“ verzichtet werden, wenn die beim Vorliegen von Übertragungsfehlern bei halber Bitrate auftretende Energie detektiert wird, um aus dieser Information durch eine auf die vier höchstwertigsten Bits angewandte Fehlerkorrektur eine wirksame Verbesserung der subjektiven Bildqualität zu erreichen. Neben dieser Arbeit wurde im Bericht AF/CMTT, der sich ergänzend zum Bericht 646-1 mit Übertragungsfehlern und Maßnahmen für den Fehlerschutz bei der Übertragung digital codierter Fernsehsignale befaßt, auch ein entsprechender Hinweis auf eine französische Untersuchung untergebracht, die bei einer auf 34 Mbit/s reduzierten DPCM-Komponentenübertragung die höhere Störempfindlichkeit des Luminanzsignals gegenüber den Chrominanzsignalen feststellte und deshalb nur für das Luminanzsignal einen (mit geringer Redundanz auskommenden) Fehlerschutz vorsieht (Dok. CMTT/5038).

Von der CCITT-Studiengruppe XVIII zugeleitete Beiträge über Fehlerverhalten, Toleranzfestlegungen oder verfügbare Nettobitraten innerhalb der festgelegten Digitalhierarchiestufen gerade auch für Verbindungen mit dem im Aufbau befindlichen „ISDN“ (Integrated Services Digital Network – dienstintegriertes Digitalnetz) wurden in den Bericht 817 „CCITT-Informationen über digitale Übertragungssysteme“ aufgenommen (Dok. CMTT/5001). Außerdem wird in einer Erweiterung des Studienprogramms 14A/CMTT „Digitale Übertragung von Fernsehsignalen“ zu Arbeiten für eine optimale Umcodierung von im digitalen Studioformat vorliegenden Signalen in ein für die Übertragung geeignetes Digitalformat sowie für eine möglichst einfache Überführung digital codierter Signale zwischen terrestrischen und Satellitenverbindungen aufgefordert (Dok. CMTT/5002). Schließlich wird in einem neuen Studienprogramm 14E/CMTT darum gebeten, die Erfordernisse bei digitalen Fernsehverbindungen über das künftige ISDN festzulegen (Dok. CMTT/5039).

Fragen und Probleme der digitalen Codierung von Bild- und Tonsignalen werden für den Studiobereich

³ Super-Nyquist-Abtastung = Abtastung mit Frequenzen, die deutlich oberhalb der Nyquistgrenze (10 MHz) liegen.

auch weiterhin bei den Studienkommissionen 10 und 11, für die Übertragungsseite bei CMTT liegen. Diese insbesondere auch bei Methoden der Bitratenreduktion und des Fehlerschutzes geteilte Zuständigkeit wird in einem Bericht der „Informal Working Group“, welche für Fragen der Zusammenarbeit zwischen den Studienkommissionen 11 und CMTT im Bereich des digitalen Fernsehens eingesetzt wurde, nur als scheinbarer Nachteil gesehen (Dok. CMTT/371). Denn für Studio- und Übertragungsseite werden sicherlich unterschiedliche Optimallösungen gelten, die von Experten beider Bereiche zunächst unabhängig voneinander zu finden sind. Allerdings sollte bei einer solchen getrennten Behandlung von Problemen wie Bitratenreduktion und Fehlerschutz gerade bei Übertragungsstrecken für die Weitergabe digital codierter Fernsehsignale zwecks Nachbearbeitung von einem Studio zu einem anderen besonders darauf geachtet werden, daß die auf der Strecke angewandten Codierungsmaßnahmen keinen merkbaren Einfluß auf die Bildqualität des nachbearbeiteten Fernsehsignals haben.

Arbeitsgruppe CMTT-C:

Standards für Tonkanäle

(Kennwerte der analogen und digitalen Tonprogramm-signalübertragung und entsprechende Multiplexbildung auf Übertragungswegen)

Seit dieser jetzt abgeschlossenen Studienperiode (1978 bis 1982) besteht bei CMTT formal keine Trennung mehr zwischen analoger und digitaler Tonsignalübertragung. Aus diesem Grunde bezogen sich einige der eingereichten Dokumente sowohl auf analoge als auch auf digitale Übertragungstechnik. Insgesamt lagen 25 Dokumente vor, wobei jedoch der größte Teil (18) nur digitale Probleme betraf, das heißt, die „neue“ Digitaltechnik hat auch hier ein weites Feld erobert. Dementsprechend wurden drei Untergruppen gebildet (C1, C2, C4), die sich mit der digitalen Tonsignaltechnik befaßten, während die analogen Probleme nur in einer einzigen Untergruppe (C3) behandelt wurden.

Die **Untergruppe C1** wurde beauftragt, aus dem bestehenden Bericht 647 „Digitale Übertragung von Tonprogramm-signalen“ eine Empfehlung für den internationalen Programmaustausch von digitalen Tonprogramm-signalen zu erarbeiten. Dazu lagen insgesamt 10 Eingangsdokumente aus Dänemark, Großbritannien, Italien, Japan, Kanada, den Niederlanden, der Schweiz und der Bundesrepublik Deutschland sowie von der UER vor. Leider führte die seit Jahren bestehende „Patt“-Situation zwischen den Anhängern der sogenannten Blockwertkompan-dierung und denen der Momentanwertkompan-dierung dazu, daß es zu keiner Empfehlung für die auf internationalen Wegen anzuwendende Technik kam. Auch ein Kompromißvorschlag Großbritanniens, der schon zur Zwischentagung 1980 eingereicht worden war und der im internationalen Programmsignalweg eine lineare 14-Bit-Codierung der Tonsignale vorsah, scheiterte schließlich an den Gegenstimmen Kanadas und der USA, die durch ihre 1,544-Mbit/s-Hierarchie ein Handicap bei der Multiplexbildung mehrerer Tonkanäle gehabt hätten. Warum auch Dänemark sich als europäisches Land mit der 2,048-Mbit/s-Hierarchie diesen Gegenstimmen anschloß, blieb unklar. Gegen die Momentanwertkompan-dierung votierten Frankreich, Großbritannien und die UdSSR, obwohl die UdSSR im Bericht 647 in Tabelle I selbst mit einem vorgeschlagenen Momentanwertkompan-dersystem vertreten ist.

Gegen die Blockwertkompan-dierung stimmten erwartungsgemäß die Bundesrepublik Deutschland, Kanada, die Niederlande, Schweiz und USA, wohingegen ein weiterer Kompromißvorschlag, zwei verschiedene Systeme

zu empfehlen (Blockwertkompan-dier und Momentanwertkompan-dier), von Italien, Japan, Schweden und der UdSSR abgelehnt wurde. So kann man nur hoffen, daß vielleicht in vier Jahren am Ende der nächsten CCIR-Studienperiode doch noch eine einheitliche Empfehlung zustande kommt, falls sich in der Praxis das eine oder andere System besser durchsetzen wird. Sonst gilt für jede internationale Schnittstelle als Norm die analoge Tonsignaldurchschaltung mit dem entsprechenden Qualitätsverlust, bedingt durch das um 3 dB ansteigende Quantisierungsgeräusch infolge der dann erforderlichen De- und Neucodierung.

Die **Untergruppe C2** war damit beschäftigt, den inzwischen auf 20 Seiten angewachsenen Bericht 647 neu zu überarbeiten, damit die darin enthaltenen Informationen einigermaßen an den Leser weitervermittelt werden können. Als Eingangsdokument lagen dazu insgesamt 15 Beiträge vor. Annex I (Draft Rec. XXX) wurde ersetzt durch eine verbale Beschreibung der Vorschläge, die die einzelnen Verwaltungen der beteiligten Länder zum Problem des internationalen Tonprogramm-signal-austausches auf digitaler Ebene gemacht hatten. Die Tabelle I, welche die einzelnen Toncodierungsmethoden beschreibt, wurde ebenfalls auf den neuesten Stand gebracht, ebenso die Beschreibung und die Ergebnisse subjektiver Tests, die im Annex II niedergelegt sind. Auch wurden der Abschnitt 4 „Performance characteristics“ und der Abschnitt 2 „Network composition“ neu überarbeitet (Dok. CMTT/5041).

In einen neuen Bericht BD „Meßmethoden für Verzerrungen von digital codierten Tonprogramm-signalen, die durch Bitfehler hervorgerufen werden“ wurde das von der UER (Dok. CMTT/246) eingereichte Verfahren zur Bitfehlermessung mittels eines Bandpaßfilters im Bereich 15 bis 17 kHz eingearbeitet (Dok. CMTT/5012). Die vom CCITT erarbeiteten Angaben über die Bitfehler-raten und „Sliprates“ im HRX (Hypothetical Reference Connection) wurden in den Bericht 648 „Beeinträchtigungen der Tonprogramm-übertragung auf digitalen Wegen und Schutzmethoden dagegen“ aufgenommen (Dok. CMTT/5031).

Die **Arbeitsgruppe C4** ergänzte die entsprechenden Angaben über die zukünftigen Digitalnetze durch Informationen, die von CCITT-Arbeitsgruppen geliefert worden waren. In diesem Zusammenhang sind jetzt auch das Studienprogramm 18C „Übertragung von Tonrundfunk-signalen in Zeitmultiplex auf einem digitalen Übertragungsweg“ (Dok. CMTT/5036) und das neue Studienprogramm 18E „Spezifische Anforderungen an Tonprogramm-dienste, die auf dienstintegrierten Digitalnetzen (ISDN) übertragen werden“ (Dok. CMTT/5037) zu sehen.

Die **Untergruppe C3** hatte 7 Dokumente zu behandeln, die die analoge Tonsignalübertragungstechnik betrafen. Ein japanisches Dokument über die Additionsgesetze von Phase und Verstärkung auf einem Stereoweg (Dok. CMTT/233) wurde in den Bericht 821 eingearbeitet (Dok. CMTT/5026), während ein deutsches Dokument, welches das Audiodat-System beschreibt, Aufnahme im Bericht 822 „Automatische Geräte für Routinemessungen an Tonprogramm-leitungen“ fand, der nun damit endlich auch ein Verfahren enthält, das es ermöglicht, ähnlich wie im Fernsehen mit Hilfe der Prüfzeilensignale, während des laufenden Betriebs eine Überwachung der wichtigsten Qualitätsparameter des Tonsignalübertragungsweges vorzunehmen (Dok. CMTT/5014).

Außerdem wurden die Empfehlungen 503, 504 und 505 überarbeitet, jedoch konnte in der Empfehlung 505 „Leitungen für hochqualitative Mono- und Stereoübertragungen“ der Absatz 4 „Parameter for digital systems“ noch nicht gefüllt werden (Dok. CMTT/5020, 5021 und 5023). Dies bleibt der nächsten Studienperiode vorbehalten.

DIE 9. JAHRESTAGUNG DER FERNSEH- UND KINOTECHNISCHEN GESELLSCHAFT

ULM, 21. BIS 24. SEPTEMBER 1981

Zur 9. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft e. V. hatten sich vom 21. bis 24. September 1981 rund 500 Teilnehmer aus 10 Ländern Europas in der Aula der Fachhochschule Ulm eingefunden, um in 25 Fachvorträgen und 2 Podiumsdiskussionen die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Fernseh- und Kinotechnik kennenzulernen. Schwerpunkt dieser Jahrestagung war der Einsatz von Mikroprozessoren in der Fernsehtechnik. Allein 13 Vorträge und eine Podiumsdiskussion befaßten sich mit diesem Thema.

Die Eröffnung der Tagung durch den Vorsitzenden der FK TG, Prof. F. J. In der Smitten, war begleitet von Grußworten des Sprechers der Landesregierung Baden-Württemberg (M. Kleinert), des Technischen Direktors des Süddeutschen Rundfunks (Dr. D. Schwarze), des 1. Bürgermeisters der Stadt Ulm (Dr. G. Stuber) und des Rektors der Fachhochschule Ulm (Prof. K. Xander). Über die anschließend vorgenommenen Ehrungen wurde bereits in Heft 5 dieser Zeitschrift berichtet. Den Festvortrag über das deutsch-französische TV-SAT-Projekt hielt H. Krath vom Bundespostministerium. Ausgehend von den ersten Überlegungen für ein Fernseh-satellitenversorgungssystem Ende der 60er Jahre schilderte er das Zustandekommen des deutsch-französischen Abkommens über den Bau von zwei einander sehr ähnlichen nationalen Satelliten mit je 3 Fernsehkanälen (für Fernseh- oder Stereoton-Rundfunkprogramme). Aus heutiger Sicht dürfte ein Start mit der Trägerrakete Ariane für den TV-SAT Ende 1984 realistisch sein. Neben den zu lösenden technischen Problemen ging H. Krath ausführlich auf die Nutzungsmöglichkeiten eines solchen Satelliten ein. Abschließend beklagte er die medienpolitischen Verwicklungen, die dem Projekt gar nicht bekommen. Jeder hat die gute Absicht, es in seinem Sinne zu beeinflussen: die Rundfunkanstalten, die Länder, die Parteien, die Rundfunkteilnehmer.

I. Mikroprozessoren in der Fernsehtechnik

Als man vor einigen Jahren begann, Mikroprozessoren in elektronischen Schaltungen zu verwenden, machte dieser Trend auch bei der Fernsehtechnik nicht halt. Mit 3 „Invited Papers“ versuchte die FK TG, den Tagungsteilnehmern zunächst einen allgemeinen Überblick über den Einsatz von Mikroprozessoren in der Studio-technik, in der Übertragungs- und Sendertechnik und in der Empfängertechnik beim Fernsehen zu geben, jeweils mit einem Ausblick in die Zukunft.

H. H a r m u t h betrachtete zunächst die Videogeräte, die zum Teil bereits mit Mikroprozessorsteuerung ausgerüstet sind:

Kameras (Rasterdeckung, Störsignalkompensation, Weiß- und Schwarzwerteinstellung, Übertragung von Bedienfunktionen),

Filmabtaster (Laufwerksteuerung, Regelung Zahnrolle/Capstan, Bildzähler, Farbkorrektur, Änderung des Bildausschnitts, Übertragung von Bedienfunktionen),

MAZ-Geräte (Laufwerksteuerung, Zeitcodeerzeugung, Übernahme von Bedienfunktionen für Editing, Sendeablauf und Peripheriegeräte),

Mischer (Bediensignalsteuerung, Ausführung von Schaltfunktionen, Speicherung von Zustandsdaten, Steuerung von Blendvorgängen),

Kreuzschienen (Bediensignalsteuerung, Ausführung von Schaltfunktionen).

Obwohl sich die Anwendung der Mikroprozessortechnik bei obigen Geräten durchaus positiv ausgewirkt hat, sind auch einige Begleiterscheinungen zu beachten, die vielleicht die Euphorie etwas dämpfen könnten:

- Software-Entwicklung ist sehr aufwendig, da es sich meist um umfangreiche und komplexe Aufgaben handelt. Wenn die zugehörige Software überschaubar bleiben soll, muß ihre Entwicklung streng systematisch erfolgen (strukturierte Programmierung zur Steigerung der Zuverlässigkeit).
- Software-Änderungen sind häufig nicht möglich. Sie müssen frühzeitig bedacht und in der Programmstruktur von vornherein berücksichtigt werden.
- Nicht nur die Bedienung, sondern auch die Wartung und Reparatur von Geräten ist weniger überschaubar geworden. Zur Erleichterung der Wartung sind bereits einige Schritte getan worden, manche Programme enthalten schon Test- oder Diagnoseroutinen.

In der Übertragungs- und Sendertechnik beim Fernsehen ist der Mikroprozessor in erster Linie notwendig geworden, um Personallücken durch technische Investitionen aufzufüllen. Mit der Zunahme der Programmzeiten wurde erkannt, daß mit klassischen TV-Meßverfahren die Instandhaltung von TV-Einrichtungen zeitlich zu umfangreich wird und durch automatische Meßverfahren ersetzt werden muß. J. H. N i k l ging in seinem Vortrag auf die vielfältigen Einsatzgebiete für Mikroprozessoren bei der Deutschen Bundespost ein:

1. Das fest geschaltete Fernsehleitungsnetz, bestehend aus Zuführungsleitungen, Verteilleitungen, Modulationsleitungen und Austauschleitungen für nationale/internationale Zwecke

Dieses Leitungsnetz hat eine Länge von 37 000 km, führt über 13 TV-Schaltstellen und endet an 90 Senderstandorten. Zu seiner Instandhaltung wird ein großer Meßgerätepark benötigt, der zum Teil fest installiert ist und sich für die Automatisierung besonders eignet. So wurde die klassische TV-Meßtechnik auf Bildlückensignale (Prüfzeilen für Funkstörungsmeßdienst, Bildgüte und Videotext; Datenzeilen für betriebsbezogene und zuschauerbezogene Daten) umgestellt und automatisiert.

2. Das TV-Modulations- und Sendernetz des ZDF und der 3. TV-Programme

Die am Quellpunkt des Modulationsnetzes eingespeisten TV-Prüfzeilensignale werden ständig gemessen und ausgewertet. Dieser Vorgang wird durch einen Controller (mit Mikroprozessor) gesteuert. Dadurch werden Leitungen und Sender dauernd überwacht. Aufgrund der Störungsmeldungen entscheidet die Leitstelle über Abhilfemaßnahmen (Ersatzschaltung, Fehlerermittlung, Instandsetzung bei nächster Gelegenheit, Instandsetzung sofort).

3. Konventionelle Einzelmessgeräte

Sie können durch Mikroprozessoren z. B. über Datenbus an größere Meßsysteme angepaßt werden oder Meßvorgänge schneller ablaufen lassen.

4. Grundleitungstechnik

Für eine Fernsehleitungsverbindung müssen meist mehrere Grundleitungsabschnitte über Schaltverteiler (in der Video- oder ZF-Ebene) zusammengeschaltet werden. Hierfür wurden früher Hardware-Lösungen in Form von Relais verwendet. Heute machen dies Mikroprozessoren mit weniger Raumbedarf, geringem Stromverbrauch und höherer Betriebssicherheit.

5. Allgemeine Richtfunktechnik

Hunderte von Richtfunkstellen sind nicht ständig besetzt und müssen von entfernt liegenden Leitplätzen aus kontrolliert werden. Hierfür werden Fernwirk-einrichtungen benötigt, die über ein besonderes Leitungsnetz gesteuert werden, das eine Länge von rund 90 000 km hat (nur für TV). Hier konnten durch Mikroprozessoren Übertragungsgeschwindigkeit und Kapazität enorm gesteigert werden.

Für die Zukunft erwartet man eine weitere Verbesserung der Übertragungsgüte durch intelligente Signalverbesserer, die über lange Wartungszeiträume hohe Bildgüten garantieren. Auch bei Fernsehendern ist es denkbar, daß umfangreiche Steuer- und Schutzschaltungen durch Mikroprozessoren ersetzt werden.

In der Fernseh-Empfängertechnik war der Mikroprozessor ein Weg, um die Bedienung der Farbfernsehgeräte zu erleichtern, den Bedienungskomfort zu erhöhen und mehr Programmwahl-Möglichkeiten zu bieten. Damit verbunden war gleichzeitig eine Kostenreduzierung. Als erstes Einsatzgebiet bot sich das Abstimm-system an. Hier ist heute ein stereotaugliches System möglich, das 6 lineare Funktionen und 90 Programme abspeichern kann. G. K r o l l ging in seinem Vortrag vor allem auf die in der Zukunft noch zu lösenden Probleme ein. So sind z. B. sehr viele Drahtverbindungen notwendig, um den Mikroprozessor mit den einzelnen Bausteinen im Fernsehempfänger funktionsgerecht zusammenzuschalten. Steckverbindungen ermöglichen zwar ein leichtes Zusammenschalten, sind aber auch eine Fehlerquelle und senken die Betriebszuverlässigkeit. Ein Weg zur drastischen Reduzierung der Steckverbindungen wäre die Einführung eines Bus-Systems. Da die Zahl der an ein Fernsehgerät angeschlossenen Geräte zunehmen wird, ist es wichtig und notwendig, eine Standardisierung der Schnittstellen bei der Unterhaltungselektronik vorzunehmen. Eine weitere einschneidende Änderung in der Farbfernsehgerätechnik wird die Digitalisierung der gesamten Signalverarbeitung sein. Ein digitales Farbfernsehgerät wird in der Produktion wesentlich weniger Arbeitsaufwand erfordern, da Abgleich und Justierung durch Automatenprogramme erfolgen.

Die anschließende Podiumsdiskussion unter der Leitung von H. Springer war (im Vergleich zu Montreux) außerordentlich lebendig. Die Hinweise reichten von den Problemen der Software bis zur Wartung mikroprozessorgesteuerter Anlagen. Vor allem die Benutzer machten den Herstellern den Vorwurf, daß sie keine exakte Software-Dokumentation vornehmen bzw. diese (aus Furcht vor Mißbrauch) nicht an den Kunden weitergeben. Es wurde jedoch sehr schnell klar, daß der Nutzen selbst vollständiger Dokumentation vom Kunden überschätzt wird; sie reicht z. B. nicht aus, um eigene Fehlersuchstrategien zu entwickeln. Als vordringlich wurde eine Vereinbarung über Diagnose-Hilfsmittel und Diagnose-Verfahren angesehen. Jedes mikroprozessorgesteuerte Gerät muß seine vollständige Diagnose-Software selbst enthalten – oder zumindest Platz für den Einschub einer entsprechenden Platine haben. Der Einzug des Mikroprozessors bei den Rundfunkanstalten wird Tätigkeiten verändern und neue Qualifikationen von den

Mitarbeitern verlangen. Dies gilt nicht nur für das Wartungs- und Reparaturpersonal, sondern für jeden, der an der Produktion von Programmen beteiligt ist. Sollen die neuen Geräte optimal eingesetzt werden, so muß der Techniker nicht nur über deren Möglichkeiten vollkommen informiert sein – er muß seine Kenntnisse auch in den Produktionsprozeß einbringen können. Dies sollte in den obersten Etagen der Funkhäuser nicht vergessen werden.

Bei der Auslegung eines Farbbildübertragungssystems bemüht man sich um eine möglichst naturgetreue Wiedergabe auf dem Bildschirm, die ihrerseits eine möglichst lineare Übertragungscharakteristik des Systems erfordert. Die Eigenschaften des Bildschirms führen jedoch zu einer Reduzierung der Helligkeitswerte um den Faktor 10 000. Dieser unvermeidliche Informationsverlust macht es unmöglich, sehr starke Kontraste wiederzugeben. G. L a b b hat in seiner Arbeit (vorgetragen von E. Lutz) gezeigt, wie man durch Verwendung eines nicht-linearen Vierpols und eines Mikroprozessors zu einem System gelangt, das die Übertragungseigenschaften entsprechend dem statistischen Bildinhalt verändert, und zwar derart, daß die gegebene Dynamik optimal ausgenutzt wird. Dieses Ziel wird durch Beeinflussung des Histogramms erreicht. Eine mit diesem System ausgerüstete Farbkamera kann nach erstmaliger photometrischer Einstellung vollautomatisch arbeiten und hat eine sehr schnelle Reaktionszeit, die besonders bei Reportagen Vorteile bietet. Die Verbesserung der Bildwiedergabe bei hohem und geringem Kontrast soll deutlich und den Verfahren der manuellen Beeinflussung überlegen sein. Thomson-CSF wird dieses System bei der nächsten Generation der Kamera TTV 1525 anwenden.

Wie mit Mikroprozessoren bestimmte Funktionen bei einem CCD-Filmabtaster realisiert werden, schilderten H. D. Geise und D. Geiger in ihrem Vortrag. Ausgehend vom verwendeten Filmformat steuert ein zentraler Mikrocomputer den Impulshaushalt und die Einlese-Adressierung des Vollbildspeichers. Auch übernimmt er die digital arbeitende Regelung des Capstanantriebs, dem beim kontinuierlichen Filmtransport entscheidende Bedeutung zukommt. Bei Verwendung mehrerer Abtaster im Sendebetrieb erlaubt er für die Wiedergabe mehraktiger Filme den Start und die Umschaltung der Bild- und Tonsignale. Die einzelnen Bildelemente einer CCD-Zeile haben nicht exakt die selbe Empfindlichkeit. Dies führt zum sogenannten „Fixed Pattern Noise“. Durch Abtastung und Speicherung des Zeilensignals bei offenem Bildfenster ermittelt der Mikrocomputer einen Korrekturwert, der dann dem jeweiligen Abtastsignal wieder zugemischt wird. Zwei weitere, kleinere Mikrocomputer werden für die Bedieneinheit Laufwerk/Bildzähler und für die Wiedergabe von Cinemascope-Filmen nach dem Pan-Scan-Verfahren verwendet. Cinemascope-Filme haben (bei Lichtton) ein Bildformat von 2,35 : 1. Sie werden bei unseren Fernsehveranstaltungen im Format 1,85 : 1 wiedergegeben. Da der Bildschirm das Format 1,33 : 1 hat, haben wir oben und unten nicht nur die leidigen schwarzen Balken, sondern links und rechts auch noch einen Bildverlust von je rund 11 %. Beim Pan-Scan-Verfahren wird nun ein Bildausschnitt festgelegt, der im bildschirmfüllenden Format 1,33 : 1 wiedergegeben wird. Sicher ein Verfahren, um das man sich bei uns noch Gedanken machen wird.

Am Beispiel des Multikassettenautomaten BCN 100 erläuterten R. Hedtke und H. Claus die Vorteile eines dezentralen Mikroprozessorsystems. Der Einsatz von mehreren Mikrocomputern ermöglicht eine übersichtliche Architektur sowohl der Hardware als auch der Software. Die notwendigerweise vorhandene klare Aufgabentrennung und genau definierte Schnittstellen bieten entscheidende Vorteile. Das Testen der Anlage wird er-

leichtert. Durch die geringere Zahl der Bauelemente sinkt die Ausfallrate. Da die einzelnen Programme kleiner und weniger komplex sind, ist die Software zuverlässiger. Tritt doch einmal ein Fehler auf, ist er meist auf ein Modul begrenzt, so daß die anderen ungestört weiterarbeiten können. Auch die Verarbeitungsgeschwindigkeit ist wesentlich höher als beim Einrechnersystem, weil die Teilaufgaben in den einzelnen Mikrocomputern parallel ablaufen. Auf diese Weise können langsame, preiswerte und universelle Mikroprozessoren eingesetzt werden.

Die Anwendung elektronischer Aufnahmetechniken nimmt ständig zu. Waren die ENG- oder EB-Einrichtungen ursprünglich nur für die aktuelle Berichterstattung gedacht, werden sie heute schon für längere Magazinbeiträge und Features eingesetzt. Auf den ersten Blick sieht die Video-Aufnahmetechnik unkomplizierter aus als die Filmaufnahme. Doch bei der Bearbeitung ist der auf einem Träger mit dem Bild aufgenommene Ton nicht von Vorteil. Eine getrennte Tonaufnahme wie beim Film wäre für die Zukunft vielleicht in Erwägung zu ziehen, da die Besonderheiten und Schwierigkeiten bei der Tonnachbearbeitung liegen. H. Wellhausen stellte in seinem Vortrag ein integriertes Bild-/Tonnachbearbeitungssystem vor, welches das vom IRT entwickelte, mit verteilter Intelligenz arbeitende Mosaic-System verwendet. Neben den prozeßbezogenen Forderungen legte man Wert auf leichte Bedienbarkeit und mögliche Weiterentwicklung im Hinblick auf den Anschluß von neuen MAZ- und Tonmaschinen.

A. Ebner und K. Schuster unternahmen in ihrem Vortrag den Versuch, die Anwendung neuer Technik und Technologie für Datenübertragungsverfahren im Bereich der vertikalen Austastlücke des Fernsehsignals zu beschreiben. Im wesentlichen sind zur Zeit bei ARD und ZDF zwei Datenübertragungsverfahren eingesetzt:

1. Die sogenannte Datenzeile, ein rundfunkinternes System, das mit biphas-codierten Signalen arbeitet.
2. Videotext, bei dem digitale Signale im Basisband (im Gegensatz zur Biphas-Modulation) als Zusatzinformation für den Zuschauer übertragen werden.

Ein zur Zeit üblicher Datensender für biphas-codierte Daten besteht hauptsächlich aus einer Reihe von Schieberegistern, die zeilenfrequent parallel geladen und mit vorgeschriebener Taktrate ausgelesen werden. Bisher verwendete Biphas-Datenempfänger werden durch das Übertragen eines definierten Codewortes aktiviert. Die anschließend eingelesenen Daten werden decodiert, geprüft und so zwischengespeichert, daß sie parallel auslesbar sind. Eine ähnliche Konfiguration findet man bei den Videotextempfängern. Durch den Einsatz des Mikrocomputers kann man nun ein System konzipieren, das eine ganze Reihe von Anwendungen abdeckt. Beim neuen Datensender werden durch die Freiheit in der Wahl der Ein- und Ausgabeformate mit einem Gerät eine Reihe von „Modulations- und Codierverfahren“ möglich. Weitere Anwendungsfälle sind der Einsatz des Datensenders als Codewandler oder als Testtafelgenerator für Videotextsignale. Nutzt man zusätzlich einige freie Dateneingänge des Mikrocomputers, so läßt sich der Datensender als Interface zur grafischen Darstellung von Meßdaten einsetzen. Die Vorteile des neuen Datenempfängers liegen vor allem darin, daß er Prozeßaufgaben übernehmen kann. So könnte er u. a. einen Fernschreibkanal verwalten oder übertragene Fernwirkbits an örtliche Schnittstellen anpassen. Auch ein adressierbares Datenübertragungssystem wäre möglich.

Seit dem 1. Juni 1980 läuft in der Bundesrepublik Deutschland der Feldversuch mit Videotext. In der jetzigen Versuchsphase wird das in Berlin produzierte Video-

textprogramm bundesweit ausgestrahlt. Um in Zukunft auch regionale Videotextprogramme anbieten zu können, ist ein Ausblenden bestimmter überregionaler Seiten, ein Einblenden bestimmter regionaler Seiten oder auch ein Austausch von unterschiedlichen Videotext-Programmteilen notwendig. Außerdem sollte zukünftig die Einblendung von nach dem Videotextverfahren codierten Untertiteln möglich sein. Für diese Aufgaben hat das IRT einen sogenannten Videotext-Kombinierer entwickelt, der von G. Eitz und H. Hofmann in ihrem Vortrag vorgestellt wurde. Das mit Mikroprozessoren bestückte Gerät führt nach Übernahme der Videotextdaten in einer maximalen Verarbeitungszeit von 19,8 ms alle Aktivitäten durch (Austauschen, Einfügen und Weglassen von Videotextseiten).

II. Möglichkeiten zur Verbesserung der Filmwiedergabe im Fernsehen

Kritische Bemerkungen zur Situation des Films machte J. Webers in seinem Vortrag. Aufgrund der stürmischen Entwicklung der magnetischen Bildaufzeichnung fällt es heute bei der Betrachtung von Fernsehprogrammen nicht schwer, zu unterscheiden, ob es sich um eine elektronische Produktion oder einen Filmbeitrag handelt. Viele der dem Film anhaftenden Nachteile (schlechte Farbwiedergabe, mangelhafte Auflösung, schlechter Störabstand) haben ihre Ursache in der Nichteinhaltung der Belichtungsparameter. Dazu kommen noch mögliche Fehler beim Bearbeitungsprozeß (Entwicklung, Schrammen und Kratzer, Blitzer, sichtbare Klebestellen bei 16 mm). Diese Probleme treten bei der magnetischen Bildaufzeichnung im professionellen Bereich nicht oder nur bedingt auf. Die Produktionsmethoden für Fernsehprogramme werden sich daher verstärkt zur Elektronik verlagern. Trotzdem braucht man für die Zukunft des Films im Fernsehen nicht schwarz zu sehen. Der geräte-technische und personelle Aufwand für die Nachbearbeitung größerer Produktionen ist bei der Elektronik wesentlich höher als beim Film. Als Ausgangsmaterial wird hier der Film aktuell bleiben. Endprodukt wird allerdings ein Magnetband sein. Es bleibe dahingestellt, ob die Überspielung von Film auf MAZ ins Kopierwerk gehört. So wie die Kopierwerksleute für sich in Anspruch nehmen, mit dem Medium Film besser vertraut zu sein, können die Sendeanstalten wohl mit wesentlich mehr Erfahrung bei der Magnetbandaufzeichnung aufwarten.

Was kann man tun, um den Film bei der Wiedergabe im Fernsehen nicht als Film mit all seinen typischen Fehlern erscheinen zu lassen? Film und Fernsehen sind bezüglich ihres technischen Prozesses zwei vollkommen verschiedene Systeme, und ihre Kombination macht Schwierigkeiten, da der Ausgang des einen Systems nicht gerade geeignet ist als Eingang des anderen Systems. Es ist daher eine sorgfältigere Anpassung der Systemparameter erforderlich. So wurden in den vergangenen Jahren große Anstrengungen unternommen, sowohl das Filmmaterial auf die Bedürfnisse des Fernsehens abzustimmen als auch mit spezieller elektronischer Signalverarbeitung bei der Filmabtastung Fehler des fotografischen Prozesses und der Abtastung zu kompensieren oder soweit zu verringern, daß man von einem Film mit guter technischer Qualität entsprechend gute Fernsehbilder ableiten kann. Wichtige Qualitätsparameter bei der Beurteilung des Systems Film/Fernsehen sind Farbwiedergabe, Wiedergabe der Helligkeitsabstufungen, Schärfe, Bildstand sowie verschiedene Störsignale. G. Holoch zeigte in seinem Vortrag, inwieweit man mit elektronischen Mitteln eine Anpassung der beiden Systeme bezüglich dieser Parameter erreichen kann.

Die Entwicklung und Fabrikation von Filmen mit hohen Empfindlichkeitswerten wird heute als selbstverständlich angesehen. Gibt es doch eine Anzahl von Umkehr- und Negativfarbfilmen, die eine Nennempfindlichkeit von 27 DIN haben. Dem Fotowissenschaftler bereiten diese 27 DIN allerdings einiges Kopfzerbrechen. So muß er eine fotografische Emulsion entwerfen, die in der Lage ist, winzige Lichtquantitäten aufzunehmen, und das beim höchstmöglichen Verhältnis Empfindlichkeit/Korngröße. R. A. J. Roosen stellte in seinem Vortrag eine Methode zur Herstellung von Silberhalogenidemulsionen für Farbumkehrfilme vor, die eine sehr hohe Empfindlichkeit und eine geringe Körnigkeit des späteren Bildes haben.

Unter den für die Fernsehfilmaufnahme in Frage kommenden Farbfilmmaterialien mit mittlerer bis hoher Lichtempfindlichkeit ist in der Regel der Kennlinienverlauf von Negativfilmen besser für die Fernsehübertragung geeignet als der von Umkehrfilmen. Negative haben eine langgestreckte, recht geradlinige und zudem flache Kennlinie, während Umkehrfilme – besonders bei hoher Empfindlichkeit – im allgemeinen eine recht kurze, s-förmig gebogene und steile Kennlinie haben. Daraus resultiert für Aufnahmen auf Negativ grundsätzlich ein größerer ausnutzbarer Belichtungsumfang und auch Belichtungsspielraum. Durch die allmähliche Verlagerung der aktuellen Berichterstattung zur Elektronik wird der etwas längeren Bearbeitungszeit beim Negativ-Positiv-Verfahren bald nicht mehr die bisherige Bedeutung zukommen. M. Rothaler und G. Zeiss gaben in ihrem Vortrag einen Überblick über die derzeitige Leistungsfähigkeit des 16-mm-Negativ-Positiv-Verfahrens. Dabei gingen sie vor allem auf jeweilige Verbesserungsmöglichkeiten ein (Über-alles-Kennliniensteilheit, Farbwiedergabe, Schärfe, Körnigkeit). Zusätzlich können Direkt- und Naßabastung zur Qualitätssteigerung beitragen.

Das Interesse für Farbnegativfilm ist hauptsächlich auf den größeren Belichtungsumfang und breiteren Belichtungsspielraum zurückzuführen. K. Staes und L. Hayen untersuchten in ihrem Vortrag, wie der Belichtungsumfang von Farbnegativfilm durch die Belichtungsbedingungen beeinflusst wird. Da die verwendete Lichtart einen großen Einfluß darauf hat, muß man einen effektiven Belichtungsumfang bestimmen, der den Eigenschaften des Films und der Lichtart Rechnung trägt. Bei Verwendung der richtigen Lichtart übertrifft der effektive Belichtungsumfang von Farbnegativfilm bei weitem die Bedingungen der Wiedergabesysteme „Negativ-Positiv“ und „Negativabastung“. Bei ungenauer Korrektur einer falschen Aufnahmeart wird der effektive Belichtungsumfang jedoch drastisch reduziert, was sich durch einen kleineren Belichtungsspielraum und damit verbundene Verluste im Wiedergabesystem bemerkbar machen kann. Bei den zu erwartenden weiteren Verbesserungen im elektronischen Abtaster- und Wiedergabesystem und wegen der Einschränkungen im Negativ-Positiv-Bearbeitungsprozeß wäre in Zukunft die Negativabastung eigentlich vorzuziehen.

Für die Farbkorrektur in Filmabstastern wurden in der Vergangenheit Minicomputer oder Anlagen mit festen Programmen verwendet. Die Minicomputer waren zwar flexibel, die Software war jedoch teuer. Bei Anlagen mit festen Programmen wurde die Nutzmöglichkeit auf ein Format eingeschränkt. Zudem war der Informationsspeicher „Lochstreifen“ durch seine Transportzeit ein wichtiger Begrenzungsfaktor. Durch den Vormarsch des Mikroprozessors war nun die Entwicklung eines „Telecine Operation Programming System“ (TOPSY) zur Nachbearbeitung von Filmen möglich, das J. A. Rogers in seinem Vortrag vorstellte. Mit je ei-

nem Mikroprozessor in Hauptgerät und Fernbedieneinheit können folgende Funktionen gesteuert werden:

- Suchlauf
- Stop
- Schnell- und Langsamlauf
- Pan Scan (dynamisch, horizontal)
- Zoom
- Farbkorrektur
- Ton
- Aperturkorrektur.

III. Lichtwellenleiter in der Fernsehtechnik

Die von AEG-Telefunken stammende Idee, einen pulscodemodulierbaren Halbleiterlaser über eine Glasfaser mit einer Halbleiter-Fotodiode zu verbinden, führte zu einem hervorragenden neuen Nachrichtensystem, der optischen Nachrichtenübertragung über Lichtwellenleiter (LWL). Mit der Technologie dieser LWL beschäftigte sich G. Zeidler in seinem Vortrag. Neben den beiden Herstellungsvarianten (Innenabscheide- und Außenabscheideverfahren) und deren Vor- und Nachteilen ging er hauptsächlich auf die mechanischen und elektromagnetischen Besonderheiten der LWL ein. Die verschiedenen Belastungsarten (Querdruck, Kontraktion bei tiefen Temperaturen, Zug unter Biegung) haben zu Hohladerkonstruktionen geführt, bei denen die LWL lose in mit einer weichen Paste gefüllten Kunststoffröhrchen liegen und sich dadurch automatisch in eine Position mit größtmöglichem Krümmungsradius (und damit kleinstmöglicher Zusatzdämpfung) legen können. Auch die Verbindungstechnik ist bei der Montage von LWL-Kabeln von großer Bedeutung. Zur Anwendung kommen hier die Klebe- und die Schweißmethode, wobei die Verbindungsstellen gegen äußere Einwirkungen geschützt werden müssen.

Über die Anwendungsmöglichkeiten von Lichtwellenleitern in der Fernsehstudioteknik berichtete H. Hofmann. Zur Übertragung analoger Videosignale werden LWL bereits heute als Kamerakabel eingesetzt. Nachteilig dabei ist jedoch, daß man zusätzliche Kupferadern zur Stromversorgung des Kamerakopfes benötigt. Auch im Studio selbst ist der LWL-Einsatz nur in Einzelfällen sinnvoll und vorteilhaft. So ist die Verteilung von optischen Signalen zur Zeit noch nicht zufriedenstellend gelöst. Die Hintereinanderschaltung von LWL-Strecken mit analoger Signalübertragung macht eine mehrfache Demodulation und Remodulation des Fernsehsignals notwendig, was zu einer Verschlechterung der Signalqualität führt. Erst mit der Digitalisierung von einzelnen Studiobereichen oder ganzen Studios wird der LWL interessant. Die bei Komponentencodierung zu erwartenden hohen Bitraten digitaler Signale (216 Mbit/s) lassen sich damit vorteilhaft übertragen. Bis dahin sollte allerdings eine weitgehende Normierung der Fasern und vor allem der optischen Steckverbindungen erfolgen.

Das Heinrich-Hertz-Institut befaßt sich im Rahmen seiner Forschungsarbeiten mit dem Aufbau breitbandiger analoger und digitaler LWL-Übertragungssysteme, die sich speziell für die Vielkanal-Videoübertragung eignen. Die Probleme bei den realisierten Laborsystemen beschrieben C. Bäck und G. Elze in ihrem Vortrag. Die gesammelten Erfahrungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Analoge optische Übertragungssysteme sind wegen der hohen Anforderungen an Linearität und Störabstand besonders empfindlich gegen Störungen. Beim heutigen Stand der Technik ist die analoge Übertragung vieler TV-Signale hoher Qualität über weite Entfernungen nicht möglich.

- Die analoge Übertragung weniger TV-Signale über Gradientenfasern ist möglich, wenn an die Bildqualität keine hohen Anforderungen gestellt werden.
- Die digitale optische Übertragung reicht heute bis etwa 280 Mbit/s. Signale dieser Geschwindigkeit (z. B. 2 TV-Signale in Studioqualität) lassen sich mit hinreichend geringer und langzeitstabiler Bitfehlerrate übertragen. Im optischen Langwellenbereich kann man Entfernungen von bis zu 10 km überbrücken.
- Die digitale optische Übertragung von Signalen höherer Bitrate und damit von vielen TV-Kanälen ist heute im Labor bei hinreichend geringer und stabiler Bitfehlerrate möglich. Systeme außerhalb des Labors sind erst dann denkbar, wenn die Spleiß- und Koppeltechnik der Monomode-Faser beherrscht wird und wenn Isolatoren zur Laser-Faser-Entkopplung zu vertretbaren Preisen verfügbar sind.

In der anschließenden Podiumsdiskussion über Lichtwellenleiter in der Fernsehtechnik unter der Leitung von F. J. In der Smitten wurden vorwiegend gezielte Sachfragen an die Panelmitglieder gerichtet. Den Schwerpunkt bildeten hierbei Fragen zu den Übertragungseigenschaften der LWL (Leistungseinkopplung, Rauschen, Nichtlinearitäten, 2-Richtungsverkehr, optische Weiche, Bauelemente, optische Vermittlungssysteme, Vor- und Nachteile der bisherigen Sendeelemente, Sendediode als Empfangsdiode, Dämpfung und Bandbreite, Modulationsart). Bei der Technologie der LWL interessierten vor allem Einsatzgebiete von Bündel- und Einzel-LWL, mechanischer Schutz der einzelnen Fasern, Spleißverfahren und Technik der Steckverbindungen. Die Fragen zu den Anwendungen der LWL in Kabelnetzen der Zukunft wurden überwiegend an den Vertreter der Deutschen Bundespost gerichtet (Einsatzbereiche der LWL, Bereitstellung von Fernsehprogrammen, Fernseh-Bildtelefon, Endeinrichtung beim Teilnehmer).

Über die bisherigen praktischen Erfahrungen mit dem Lichtwellenleiter in der Fernsehtechnik berichtete M. Marey in seinem Vortrag. Dargestellt wurde die optoelektronische Übertragungstrecke LFL (Sender mit Lichtquelle, Lichtleiterstecker, Lichtleiterkabel, Empfänger) für die Farbfernsehkamera KCA 100. Als Lichtquelle wurde eine Laserdiode gewählt. Mit ihr können mehrere Kilometer Kabel ohne „Repeater“ überbrückt werden. Auch ist die Einkopplung der abgestrahlten Lichtleistung in die Faser wesentlich besser als bei einer LED. Kritischster Punkt der Übertragungstrecke ist der Lichtleiterstecker. Während die Verluste beim Spleiß etwa 0,5 dB betragen, steigen sie beim Stecker auf bis zu 2 dB an. Ursachen dafür sind unterschiedliche Lichtleiterdurchmesser, Versatz der Lichtleiterachse, Abstand zwischen den Lichtleitern, Winkelversatz der Lichtleiterachse, Asymmetrie der Faserkerne, Unterschiede in der Numerischen Apertur und Fresnelsche Reflexion. Wichtig ist daher eine gute Steckerabfangung. Das verwendete Kabel hat einen Durchmesser von 6,1 mm, ein Gewicht von 30 kg/km und einen minimalen Biegeradius von 4 cm. Als Lichtempfänger eignen sich je nach Kabellänge und Lichtleistung PIN-Fotodioden oder Lawinen-Fotodioden. Abschließend wurde auch ausführlich auf die Sicherheitsvorschriften bei Laserstrahlen eingegangen. Da beim Betrieb kein Laserlicht austreten kann, sind LFL und KCA 100 im Betriebsfall Laserprodukte der Klasse I, während für Service und Reparatur Klasse III B gilt.

Der mittlerweile erreichte technische Fortschritt bei optischen Übertragungssystemen ermöglicht jetzt die Übertragung von Fernsehbildern guter Qualität über Entfernungen von mehr als 30 km bei vertretbarem wirtschaftlichen Aufwand. Mit den dadurch in Betracht kommenden neuen Anwendungen (Straßenverkehrsüberwa-

chung, Zugverkehrsüberwachung, Kabelfernsehen in ländlichen Gebieten, Einsatz im Militärbereich) befaßte sich M. Eve in seiner Arbeit (vorgetragen von H. Fuchs). Es wurden technische Auswahlkriterien untersucht, die zu preiswerten und leistungsfähigen Lösungen führen. Bei dem anzuwendenden Modulationsverfahren entschied man sich für die Pulsfrequenzmodulation (PFM), weil Modulation und Demodulation einfach sind und integrierte Schaltungen dafür zur Verfügung stehen. Es wurden drei Versuchssysteme aufgebaut. Das leistungsfähigste arbeitete mit einem 1,3- μ m-Laser auf der Sendeseite und einer Germanium-Avalanche-Diode auf der Empfangsseite. Das mit diesem System über eine Entfernung von 32 km übertragene Farbfernsehsignal hatte ein Signal/Rauschverhältnis von 54 dB bei einer Dämpfung von 1 dB/km. Die zukünftige Entwicklung wird dahingehen, daß man mit dem Verfahren der optischen Multiplexierung mehrere Fernsehsignale über den gleichen LWL überträgt.

IV. Spezielle Anwendungen von Mikroprozessoren im Sender-/Empfängerbereich in der Fernsehtechnik

Fernsehzuschauer möchten zunehmend ihr Programm nach eigenem individuellem Geschmack zusammenstellen. Dies wird durch Videokassettenrecorder möglich. Sie haben jedoch den Nachteil, daß zeitliche Verschiebungen bei der vorprogrammierten Aufzeichnung von Sendungen nicht berücksichtigt werden. Aus diesem Grunde wurde das „Digitale Fernsehkennungssystem ZPS“ entwickelt, das von E. Krüger in seinem Vortrag vorgestellt wurde. Dabei werden auf der Senderseite dem analogen Videosignal in einer zur Bildübertragung nicht benötigten Zeile digitale Kenndaten zugemischt. Aus Gründen der Kompatibilität wird dazu eine der für die Videotext-Datenübertragung reservierten Zeilen benutzt. Vorteil dieses Verfahrens ist auf der Senderseite, daß alle für die Videotextübertragung geeigneten technischen Einrichtungen verwendet werden können. Auf der Empfangsseite werden die ZPS-Daten in einem Decoder vom Videosignal abgetrennt und einem Mikroprozessor zugeführt, der ständig die auf den verschiedenen Empfangskanälen eintreffenden Sender- und Sendungskennungen mit den vorher vom Benutzer eingegebenen Programmwünschen vergleicht. Bei Koinzidenz wird der gewünschte Schaltvorgang ausgelöst, z. B. der Videokassettenrecorder auf Aufnahme geschaltet. Für die Eingabe der Benutzerwünsche bietet sich als einfachste und eleganteste Lösung an, die Daten mittels Lichtgriffel aus der mit einem Strichcode versehenen Programmzeile zu entnehmen. Untersuchungen in Zusammenarbeit mit dem IRT haben ergeben, daß in Zukunft eine Übertragung der Daten über die sogenannte Datenzeile zweckmäßiger und schneller realisierbar sein wird. Derzeitige Planungen gehen davon aus, daß Versuchssendungen zur Internationalen Funkausstellung 1983 ausgestrahlt werden können.

Im Mittelpunkt der Diskussion über die Bildverbesserung im Farbfernsehempfänger stehen zur Zeit neben der eigentlichen (digitalen) PAL-Decodierung vor allem Methoden der digitalen Signalverarbeitung. Dazu müssen jedoch sämtliche Filterfunktionen und Verzögerungsglieder mit integriert werden. Die sich aus der vollständig digitalen Signalverarbeitung ergebenden Vorteile stellten M. Jacobsen und W. Weltersbach in ihrem Referat vor. Im Gegensatz zur Studioteknik ist diese im Heimempfänger nur mit einer geschlossenen Codierung des FBAS-Signals möglich. Bei einer Codierung mit 8 Bit erreicht der digitale PAL-Decoder den Stand der heutigen analogen Schaltungstechnik. Durch die leichte Realisierbarkeit einer horizontalen Aperturkorrektur erhält man aber eine bessere Bildschärfe. Auch

bei verrauschten Signalen läßt sich durch eine Reduktion der Chrominanz-Bandbreite eine höhere Bildqualität erzielen. Eine weitere Störabstandsverbesserung wird durch Umschalten des Luminanzfilters möglich; die reduzierte Aperturkorrektur trägt deutlich zur Rauschminderung bei. Durch zusätzliche Maßnahmen und unter Verwendung von Zeilenspeichern kann die Farbbildwiedergabe weiter verbessert werden (vertikale Aperturkorrektur). Darüber hinaus können mit Hilfe eines mikroprozessorgesteuerten Auswertesystems signalspezifische Größen wie Störabstand und Pegelabweichungen erfaßt und zur adaptiven Steuerung der Videosignalverarbeitung genutzt werden. Die damit erreichbare Anpassung an unterschiedliche Empfangsbedingungen führt zu einer erheblichen Störabstandsverbesserung und Bildschärfenanhebung.

Die mit der heutigen 625-Zeilen-Fernsehnorm beim Heimempfang erreichbare Bildqualität kann im allgemeinen als zufriedenstellend angesehen werden. Die wesentlichen, dieser Norm noch anhaftenden Störeffekte sind Cross-Colour, Cross-Luminance, Zwischenzeilenflimmern und Großflächenflimmern. Mit den Möglichkeiten zur Vermeidung des Großflächenflimmerns beschäftigte sich U. E. Kraus in seinem Vortrag. Da die Entwicklung neuer Bildschirme mit Speicherwirkung noch nicht so weit fortgeschritten ist, daß man in absehbarer Zeit mit einer Anwendung im Heimempfänger rechnen kann, kam nur ein Konzept mit Bildwiederholpeicher in Frage, das auf der heutigen Katodenstrahlröhre basiert. Ein Standardwandler im Empfänger setzt die für die 625-Zeilen-Norm festgelegte Rasterfrequenz von 50 Hz auf eine empfangereigene Rasterfrequenz von 100 Hz um. Dabei werden die mit 50 Hz empfangenen Teilbilder (1, 2) in zwei Rasterspeicher (I, II) eingeschrieben und anschließend mit doppelter Geschwindigkeit ausgelesen und wiedergegeben (1-2, 2-2). Zur Steuerung der Schreib- und Lesevorgänge wird ein Mikroprozessor eingesetzt. Wenn das vorgestellte Labormodell zu vernünftigem Preis in Großserie herstellbar sein soll, müssen folgende Teilprobleme noch gelöst werden:

- Es werden preiswerte integrierte A/D- und D/A-Wandler benötigt. Da der Speicheraufwand sehr hoch ist, muß die Massenproduktion von 256k-Speicher-ICs abgewartet werden.
- Durch die Ablenkung mit doppelter Zeilenfrequenz müssen die Ablenkeinheiten für eine höhere Spannungsbelastung ausgelegt werden.
- Für die Hochspannungserzeugung muß die wirtschaftlichste Lösung gefunden werden.
- Durch das gleichzeitige Vorhandensein zweier Zeilenfrequenzen, zweier Rasterwechselfrequenzen sowie der 50-Hz-Netzfrequenz kann es zu Übersprechstörungen kommen.

Im letzten Vortrag stellte W. Heucke-Gareis ein mikroprozessorgesteuertes Teleskopiesystem zur Ermittlung von Fernseheinschaltquoten vor. Das Gerät hat ein 2k-Schieberegister als Datenspeicher. Jedes Ereignis beansprucht 24 Bit, die aus einem Zeitteil (11 Bit), einer Empfängerangabe 1 oder 2 (1 Bit), einem Personenteil (8 Bit) und einem Kanalteil mit Platz für Sondernachrichten (4 Bit) bestehen. Die Zeitauflösung beträgt 4096 Teile/Tag, eine Zeiteinheit ist also 21,09 s. Mit dieser Sequenz wird die Stellung der Tasten abgefragt. Bleibt ein neuer Zustand mindestens 2 Zeiteinheiten bestehen, wird er in den Speicher übernommen. Die Übertragung der gespeicherten Daten erfolgt über Telefon durch ein weiteres Gerät, das bei Anruf in einem vorgegebenen Zeitfenster die Daten abspielt. Hauptproblem bei der Teleskopie ist die Ermittlung des eingestellten Fernsehsenders nach der Methode der Videokorrelation. Der Vergleich zweier Videosignale führt schon bei kleinen Unterschieden von Laufzeit oder Frequenzgang zu einer Nein-Aussage. Das Frequenzband muß deshalb drastisch reduziert werden. Das hat aber auch nach unten die Grenze, bei der verschiedene Bilder für gleich gehalten werden. Diese Unsicherheit der Aussage kann nun durch den Einsatz des Mikroprozessors weitgehend kompensiert werden.

Rolf Hengstler
Institut für Rundfunktechnik, München

DRITTES PRESSEKOLLOQUIUM RUNDFUNKTECHNIK

BERLIN, 7. SEPTEMBER 1981

Wie schon in den Jahren 1977 und 1979 gab auch dieses Jahr das – anlässlich der Funkausstellung 1981 abgehaltene – Pressekolloquium Rundfunktechnik wieder einen umfassenden Überblick über die wichtigsten rundfunktechnischen Entwicklungen und über die sich daraus ergebenden Zukunftsperspektiven.

Der Intendant des Senders Freies Berlin, Wolfgang Haus, betonte in seinen Begrüßungsworten, daß in der Unterhaltungselektronik wirtschaftliche Chancen und technische Herausforderungen stecken würden. Die Mitarbeiter der Rundfunkanstalten sollten sich rundfunkpolitisch klug verhalten und zweierlei vermeiden: einerseits Immobilität und andererseits Husarenritte. Hinsichtlich der Nüchternheit, die die Techniker aus den Jahrzehnten der Erfahrungen ihrer Arbeit hätten, seien sie den Politikern gute Ratgeber.

Den Themenkreis 1 „Rundfunktechnik“ eröffnete Dieter Stahl, Technischer Direktor des RIAS, mit einem Referat über den Einsatz digitaler Geräte im Hörfunk. Insbesondere mache die Weiterentwicklung von Systemen zur Durchführung elektronischer Schnitte Fortschritte. Immer mehr Hersteller würden Aufzeichnungsgeräte mit festen Köpfen und mit bis zu 32 Aufnahmekanälen bauen. Daneben käme eine Vielzahl von digitalen Spezialgeräten auf den Markt, z. B. für die Verzögerung oder Hallerzeugung. Vor der Markteinführung stünden auch die digitale Tonplatte sowie entsprechende Abspielgeräte. Trotz aller technischen Fortschritte gebe es noch immer keine Einigung über einen Standard für die technischen Parameter (Abtastfrequenz, Bits pro Sample usw.). Der einzige festgeschriebene Wert scheint die Abtastfrequenz von 32 kHz bei der Übertragung von digitalen Tonsignalen zu sein. Je mehr digitale Einzelgeräte in den Studios zur Anwendung kämen und zusammengeschaltet werden müßten, um so mehr werde ein standardisiertes Interface benötigt. Innerhalb der UER sei dazu ein Vorschlag gemacht worden, der allerdings noch ausführlich erörtert werden müsse.

Ulrich Messerschmid, Direktor am Institut für Rundfunktechnik, erläuterte die Technik der digitalen Bildverarbeitung im Fernsehen. Die vollständige Digitalisierung im Fernsehstudio – von der Kamera bis zum Studioausgang – könne die Bild- und Tonqualität erheblich verbessern. Allerdings finde die Bildqualität eine Grenze durch die Festlegungen der Fernsehnorm, insbesondere in bezug auf die Vertikalauflösung (Zeilenzahl). Durch die Anwendung der Digitaltechnik sei man heute schon im Fernsehstudio in der Lage, Zeitfehler in MAZ-Geräten auszugleichen, Fernsehsignale beispielsweise bei Satellitenübertragungen zu synchronisieren, vielfältige Trickmöglichkeiten herzustellen (Standbild, elektronisches Zoom, Spiegelung oder Rotation, elektronisches Zeichnen und Malen in vielfältigen Farbnuancen und Strichstärken) sowie wichtige Prüf- und Testsignale zu erzeugen.

Mehrfach kaskadierte A/D- und D/A-Wandlung führe jedoch zwangsläufig zu Qualitätsverlusten. Um diese zu vermeiden, werde man künftig Digitalgeräte direkt miteinander verbinden. Dazu benötige man eine einheitliche Studionorm, wie sie inzwischen weitgehend weltweit abgestimmt werden konnte. Es sei zu hoffen, daß diese Norm demnächst international verabschiedet werden könne.

Die bisherigen Unterschiede in der Farbcodierung (NTSC, PAL, SECAM) würden damit langfristig im Studiobereich hinfällig. Weitere Aspekte der Digitaltechnik

im Fernsehen umfaßten die Probleme der Kanalcodierung für Übertragung und Aufzeichnung, Standbildspeicher im Heimempfänger zur kompatiblen Qualitätsverbesserung und mögliche Querverbindungen zu elektronischen Produktionsverfahren der Zukunft einschließlich des HiFi-Fernsehens.

Der Technische Direktor des Bayerischen Rundfunks und derzeitige Vorsitzende der Technischen Kommission ARD/ZDF, Frank Müller-Römer, schilderte die Überlegungen, die zur Zeit zusammen mit dem Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie (ZVEI) für ein System zur Übertragung von Zusatzinformationen für Fernseh-Heimgeräte angestellt werden. Ausgehend von der Tatsache, daß die Zahl der bei den Rundfunkteilnehmern eingesetzten Videorecorder ständig zunehme, das Angebot an bespielten Videokassetten immer größer werde und daß Heim-Videorecorder immer mehr als „Zwischenspeicher“ für Aufnahme und Wiedergabe der ausgestrahlten Fernsehprogramme verwendet würden, könne sich der Benutzer von Videorecordern nunmehr eine viel größere Programmvielfalt selbst schaffen. Die Rundfunkanstalten würden diese Entwicklung intensiv beobachten und seien daran interessiert, daß ihre Programmbeiträge zu dieser erweiterten Programmvielfalt für den einzelnen entsprechend beitragen könnten. Wesentliche Voraussetzungen für ein System zur Übertragung von Zusatzinformationen seien jedoch Kompatibilität mit den heute vorhandenen Fernsehgeräten und Recordern sowie eine leichte Handhabung. Dieses System würde eine – unabhängig von etwaigen Programmverschiebungen – „sendungssynchrone“ Aufnahme auf Videorecorder bei Abwesenheit des Benutzers ermöglichen. In der Diskussion sei auch die automatische Programmierung des Bildaufzeichnungsgerätes durch das Abtasten eines Strichcodes in der Programmzeitschrift mittels Lichtgriffel. Man hoffe, daß das System anlässlich der Internationalen Funkausstellung 1983 vorgestellt werden könne.

Mit Beginn der diesjährigen Funkausstellung startete das ZDF die Ausstrahlung von Fernsehsendungen in Mehrkanaltontechnik. Der Technische Direktor des ZDF, Manfred Zarius, erläuterte die Technik des Zweitontträgerverfahrens und wies darauf hin, daß den Programmgestaltern des Fernsehens nunmehr eine neue Dimension in die Hand gegeben werde, die mit Leben erfüllt werden müsse. Die Deutsche Bundespost habe seit Anfang des Jahres 1981 mit der Umrüstung des Verteil- und Modulationsleitungsnetzes und der Sender für das ZDF-Programm auf die Mehrkanaltontechnik begonnen. Die Tonübertragung auf den Leitungen erfolge dabei digital. Ab Beginn der Funkausstellung 1981 würden 29 Sender, die mehr als 60 % der Fernsehzuschauer des ZDF erreichten, Mehrkanaltonsendungen ausstrahlen. Die Empfängerindustrie stelle mehrkanaltonfähige Fernsehgeräte in verschiedenen Ausführungen zum Start des Mehrkanaltons zur Verfügung.

Die zunächst zurückhaltende Einstellung der ARD zum Mehrkanalton im Fernsehen begründete der Technische Direktor des WDR, Ingo Dahrendorf, mit den erheblichen zusätzlichen Kosten dieser Technik im Bereich der Investitionen sowie der Betriebs- und Produktionsaufwendungen. Es sei außerordentlich schwierig, den zusätzlichen Aufwand quantitativ abzuschätzen. Die ARD werde eine Entscheidung über die Einführung des Mehrkanaltons im Fernsehen nicht vor der nächsten Gebührengestaltung treffen.

Im Themenkreis 2 des Pressekolloquiums wurden aktuelle Fragen im Zusammenhang mit der Rundfunkversorgung behandelt. Günter Roessler, Technischer Direktor der Deutschen Welle, gab einen Ausblick auf den Satellitenrundfunk, der 1984/85 mit einer zweijährigen Versuchsphase beginnen soll. Rundfunksatelliten seien gegenüber Kabelanlagen wirtschaftlicher und hätten den Vorteil der sofortigen und nahezu 100%igen Versorgung des gesamten Bundesgebietes. Auf die bestehenden terrestrischen Sendernetze könne jedoch nicht verzichtet werden. Roessler forderte, daß der Satellitenrundfunk, die jetzigen Sendernetze und die vorgesehene Breitbandkommunikation der Deutschen Bundespost zum Nutzen aller Rundfunkteilnehmer in optimaler Weise aufeinander abgestimmt werden sollten, da letztlich der Teilnehmer alle direkten und indirekten Kosten zu bezahlen habe. Das grenzüberschreitende „spill over“, das international als technisch unvermeidbar akzeptiert werde, würde heute vielfach zum zusätzlichen oder gar primären Versorgungsbereich umfunktioniert, was wiederum die Dimensionierung von Empfangsanlagen und Kabelverteilungen beeinflusse. Gleichfalls müßten Auswirkungen eines erweiterten Fernsehbeitrags und die Übertragung von Hörfunkprogrammen berücksichtigt werden. Ob der präoperationelle TV-SAT bereits ab 1984 auch ein Gewinn für den Fernseh- und Hörfunkteilnehmer sein werde oder nur technischen Experimenten diene, von denen die Öffentlichkeit nur einen mittelbaren Nutzen hätte, hänge u. a. von der Entscheidung ab, ob und wann ein operationelles System gestartet werde.

Im Anschluß daran gab Rolf Thiele, Technischer Direktor des Hessischen Rundfunks, einen Überblick über die Rundfunksatellitenplanung im Ausland. In Japan seien weitere Starts von Rundfunksatelliten für 1984 und 1985 geplant. Diese sollten dann den operationellen Betrieb im 12-GHz-Bereich zur Fernsehversorgung des Mutterlandes und der japanischen Pazifikinseln aufnehmen. Die Satellitenlebensdauer sei auf fünf Jahre geplant, die Masse im Orbit werde 350 kg betragen. Die Up-link-Erdefunkstelle werde die japanische Rundfunkanstalt NHK betreiben. Technologisch bemerkenswert sei, daß der Start vom japanischen Raumfahrtzentrum mit einer in Lizenz hergestellten Rakete vom Typ Thor-Delta erfolgen solle. Die Japaner planten außerdem für die Zeit von 1988 bis 1989 den Start eines weiteren Satelliten im 20-GHz-Bereich, der ein hochauflösendes Fernsehbild abstrahlen werde. In den USA habe die Comsat - Tochtergesellschaft Satellite-TV-Cooperation - bei der Fernmeldebehörde FCC die Aufnahme eines Satellitendienstes beantragt. Wenn die Zustimmung in diesem Herbst erfolgen sollte, könne der Satellitendienst etwa 1985 aufgenommen werden. Beabsichtigt sei ein Pay-TV-Dienst ohne Werbung. Es sei geplant, populäre Unterhaltung, Sport- und Bildungsprogramme auszustrahlen.

Von den amerikanischen Networks habe CBS beim FCC bereits für den 12-GHz-Satellitenrundfunk die Ein-

führung von High-Definition-Television beantragt. Diese Angelegenheit solle auf der regionalen Satellitenkonferenz für die Region 2 im Jahr 1983 entschieden werden. In Europa sei bemerkenswert, daß Frankreich den TV-SAT-Dienst von der präoperationellen Phase fast ohne Unterbrechung in den operationellen Betrieb übergehen lassen wolle. Das NORDSAT-Projekt der skandinavischen Staaten sei noch ungewiß. Auch eine endgültige Entscheidung über das L-SAT-Projekt, an dem insbesondere Italien und Großbritannien interessiert seien, stehe noch aus.

Der Technische Direktor des WDR, Ingo Dahrendorf, ging auf die Zukunft der Rundfunkversorgung ein. Aufgrund der technischen Voraussetzung seien Satelliten für die regionale und Kabelnetze für die lokale Versorgung geeignet. Es sei sinnvoll, diese Techniken für diese Versorgungsaufgaben auch einzusetzen. Die Restversorgung mit den bestehenden Fernsehprogrammen werde durch Umsetzer nur noch in Ausnahmefällen unter die 800-Einwohner-Grenze ausgedehnt werden können. Hier müsse man zunehmend auf Kabelanlagen zurückgreifen. Satelliten würden in etwa fünf Jahren dazu beitragen können, die Probleme der Restversorgung und der Wiederversorgung zu lösen. Sie würden jedoch in erster Linie zusätzliche Programme übertragen. Neue lokale Programme würden sich z. B. in den geplanten Pilotprojekten wegen der hohen Kosten wahrscheinlich nur so lange halten können, wie diese Experimente subventioniert würden. Aus Kostengründen würde es eine Vollverkabelung in überschaubarer Zukunft nicht geben. Auch würden rundfunkpolitische Gründe dagegensprechen. Auf jeden Fall müsse die drahtlose Versorgung durch die bestehenden terrestrischen Sendernetze mit Rücksicht auf die mobilen Empfänger und die grenzüberschreitende Versorgung beibehalten werden.

Über das Thema „Verteilen von Rundfunksendungen in Kabelanlagen“ referierte der Technische Direktor des Südwestfunks, Karl Schörken. Bei den neuen Kommunikationsformen dürfe es nicht zu solchen technischen Lösungen kommen, die dem Rundfunk die Erfüllung seiner für die Allgemeinheit bestimmten Aufgaben einschränken oder unmöglich machen. Die Rundfunkanstalten hätten ein Recht darauf, ihre Programmbeiträge auch über Kabelanlagen an die Allgemeinheit uneingeschränkt zu verbreiten. Es müsse ausgeschlossen bleiben, daß die Deutsche Bundespost als Netzträger selbst oder über Dritte - z. B. mit Hilfe technischer Mittel - Programme selektiere. Es sei nicht denkbar, daß in Kopfstationen neue, gekürzte oder zeitversetzte Darbietungen an die Allgemeinheit ohne Genehmigung der hierfür zuständigen Länder eingespeist würden. Für eine lange Zeit würden das Kupferkabel und der terrestrische Sender noch weiterbestehen, auch wenn Schlagworte wie „Kupfer raus - Glasfaser rein“ oder „Sender weg - Satelliten her“ nicht zu überhören seien.

Ulrich Paasche
Bayerischer Rundfunk, München

TAGUNGEN UND AUSSTELLUNGEN

Termine

8. 2. – 11. 2. 1982 Düsseldorf	ONLINE 82 5. Europäischer Messekongreß für Telekommunikation	13. 9. – 15. 9. 1982 Göttingen	DAGA 82 9. Jahrestagung der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Akustik
9. 3. – 11. 3. 1982 Bad Nauheim	NTG-Fachtagung Sensoren Technologie und Anwendungen in der Elektronik	18. 9. – 21. 9. 1982 Brighton	IBC 82 9th International Broadcasting Convention
16. 3. – 19. 3. 1982 Baden-Baden	NTG-Fachtagung Antennen	6. 10. – 12. 10. 1982 Köln	photokina
5. 4. – 7. 4. 1982 London	IERE Conference on Video & Data Recording	19. 10. – 21. 10. 1982 Saarbrücken	NTG-Fachtagung Rundfunk-Satellitensysteme
3. 5. – 6. 5. 1982 Berlin	VIDEO 82 – PROGRAMM INTERNATIONAL Kongreß und Ausstellung	9. 11. – 13. 11. 1982 München	electronica 10. Internationale Fachmesse für Bauelemente und Baugruppen der Elektronik
		23. 11. – 25. 11. 1982 Mannheim	NTG-Fachtagung Hörrundfunk

NACHRICHTEN

RUNDFUNKVERSORGUNG
IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND
UND IN BERLIN (WEST)

Fernsehsender

Inbetriebnahmen

Von den Rundfunkanstalten wurden für das I. Fernsehprogramm folgende Füllsender in Betrieb genommen:

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
Hessischer Rundfunk						
Bad Soden- Allendorf	44	2M	30	H	260	21. 08. 81
Süddeutscher Rundfunk						
Deggingen- Hausen	58	6P	60	H	140	12. 10. 81
Saarländischer Rundfunk						
Eppelborn	8	0	8	H	245	12. 10. 81
Wemmets- weiler	49	4P	15	H	355	12. 10. 81

Fernsehsender

Änderungen

Vom Norddeutschen Rundfunk wurden an folgendem Füllsender für das I. Programm Änderungen vorgenommen (geänderte Werte sind **halbfett** gedruckt):

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Änderung
Flensburg	11	3M	50	HH	45/225	9. 09. 81

NTG-Fachtagung Hörrundfunk

Einladung zur Anmeldung von Vorträgen

Die Fachausschüsse 14 „Wellenausbreitung“, 15 „Funktechnik“ und 17 „Elektroakustik“ der Nachrichtentechnischen Gesellschaft im VDE (NTG) veranstalten unter Mitwirkung des Instituts für Rundfunktechnik

vom 23. bis 25. November 1982 in Mannheim

die 6. Fachtagung über das Thema „Hörrundfunk“.

Wie bei den früheren Tagungen soll während der dreitägigen Dauer der Veranstaltung Gelegenheit gegeben werden, in Fachvorträgen von 20 bis 30 Minuten Dauer über Fortschritte auf dem Gebiet des Hörrundfunks, die seit der letzten Veranstaltung dieser Art erzielt werden konnten, sowie über aktuelle Probleme und sich abzeichnende Tendenzen zu berichten. Anschließend an jeden Vortrag wird – wie immer – Gelegenheit für einen Gedankenaustausch vorgesehen sein.

Vortragsanmeldungen sind erwünscht und sollten bis spätestens 15. April 1982 unter Beifügung einer kurzen Inhaltsangabe (nicht mehr als 1 Seite DIN A 4) an

Dipl.-Ing. H. Eden
Institut für Rundfunktechnik GmbH
Floriansmühlstraße 60
D-8000 München 45

eingesandt werden. Die Benachrichtigung der Anmelder über die Annahme ihres Beitrages wird dann bis Ende Mai 1982 erfolgen.

Das endgültige Programm der Tagung wird ebenfalls bis Ende Mai 1982 feststehen und kann am 21. Juni 1982 bei der VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 15, D-6000 Frankfurt/Main 70 angefordert werden. Es wird etwa zum gleichen Zeitpunkt auch von den einschlägigen Fachzeitschriften abgedruckt werden.

RUNDFUNKTEILNEHMER-STATISTIK

Stand 30. September 1981

	Gebühren- pflichtige Teilnehmer	Zunahme (Abnahme) seit 30. 6. 1981	Anteil in %
Hörfunk			
BR	3 732 687	+ 6 238	17,1
HR	2 047 474	+ 3 083	9,4
NDR	4 104 136	- 11 090	18,8
RB	285 467	- 800	1,3
SR	385 501	+ 515	1,8
SFB	901 376	- 6 425	4,1
SDR	2 171 351	+ 3 707	10,0
SWF	2 658 963	+ 9 212	12,2
WDR	5 526 030	- 19 030	25,3
Summe	21 812 985	- 14 590	100,0

Fernsehen

BR	3 416 513	+ 3 018	17,2
HR	1 844 762	+ 604	9,3
NDR	3 777 114	- 9 657	19,0
RB	260 802	- 1 476	1,3
SR	359 184	+ 365	1,8
SFB	827 536	- 5 942	4,1
SDR	1 848 173	+ 1 405	9,3
SWF	2 307 661	+ 2 318	11,6
WDR	5 245 935	- 18 870	26,4
Summe	19 887 680	- 28 235	100,0

Die Anzahl der darüber hinaus aus sozialen Gründen von der Gebührenpflicht für den Hör- und Fernseh- und Rundfunk befreiten Teilnehmer betrug 3 464 561 am 30. September 1981.

PERSÖNLICHES

Hans Rindfleisch 75 Jahre alt



Am 28. Dezember 1981 vollendet Dr. phil. nat. Hans Rindfleisch sein 75. Lebensjahr.

Für den Rundfunk war Hans Rindfleisch seit dem 1. Januar 1949 tätig, zunächst als Leiter der Abteilung Niederfrequenz und später als Vertreter des Technischen Direktors und Leiter der Zentraltechnik des Nordwestdeutschen Rundfunks. 16 Jahre, vom 1. Januar 1956 bis zum 31. Dezember 1971 war er dann Technischer Direktor des Nord-

deutschen Rundfunks. – In seiner 22jährigen Arbeit für den Rundfunk hat sich Hans Rindfleisch beim NDR – stets aufgeschlossen für neue Technologien – insbesondere eingesetzt für den Ausbau der Sendernetze und der Hörfunk- und Fernsehstudios mit der dazu gehörenden Infrastruktur sowie für die Automatisierung der Betriebsabläufe in Hörfunk und Fernsehen. Diese Automatisierung wurde erstmalig in der ARD beim Norddeutschen Rundfunk in größerem Umfang geplant und realisiert.

Aber nicht nur seine Leistungen auf nationalem Gebiet, sondern ebenso auf internationaler Ebene sind hervorzuheben. So wirkte er im Vorstand der UER (1956 bis 1972), als stellvertretender Vorsitzender der Technischen Kommission und der Studienkommission 10 (Hörfunk) des CCIR (1959 bis 1969). Zu den hervorragenden Aufgaben, die Hans Rindfleisch mit Weitblick, Geschick und großem Sachverstand im Interesse der ARD vertreten hat, gehörten hier die Einführung der Stereophonie und des Farbfernsehens, der Ausbau der Eurovision, die Schaffung der technischen Voraussetzungen für den weltweiten Hörfunk- und Fernsehprogrammtausch. Ferner gehörten dazu die Mitarbeit bei der Weltweiten Funkverwaltungs-konferenz zur Neuordnung der Vollzugsordnungen für den Funkdienst in Genf 1959 und die Erarbeitung des Europäischen Rundfunkabkommens in Stockholm 1961 mit dem Frequenzplan für die UKW- und Fernsehbereiche.

Es ist nur zu verständlich, daß einem auf so breiter Ebene tätigen Mann weitere Aufgaben übertragen wurden, wie die Mitwirkung im Direktionsrat des deutsch-französischen Satellitenprojektes „Symphonie“, im Aufsichtsrat des Deutschen Olympiazentrums Radio und Television sowie in mancher technischen und wissenschaftlichen Vereinigung.

Stets hat Hans Rindfleisch sich bemüht, den ihm gestellten Aufgaben mit großer Sorgfalt gerecht zu werden. Jede oberflächliche Betrachtungs- und Arbeitsweise war ihm fremd. Er war immer auf Ausgleich und gutes Zusammenwirken mit den zahlreichen Partnern in seiner Arbeit bedacht.

Nach seiner Pensionierung hat Hans Rindfleisch die ARD noch für zwei weitere Jahre in der Technischen Kommission der UER vertreten. Dann hat er begonnen, sich in seiner Liebe zur Publizistik der mühevollen Aufgabe zu unterziehen, über die technische Entwicklung des Rundfunks in Deutschland von Anfang an eine Dokumentation zu schreiben. Das Werk ist kurz vor seiner Vollendung und wird für alle an der Geschichte der Technik des Rundfunks Interessierten eine wertvolle Quelle für Detailinformationen sein. Anerkennung und

besonderen Dank verdient Hans Rindfleisch dafür, daß er diese umfangreiche Arbeit in seinem Ruhestand durchführt.

Für seine Leistungen auf nationaler Ebene wurde ihm das Große Verdienstkreuz der Bundesrepublik Deutschland verliehen, auf internationaler Ebene eine Ehrenurkunde des CCIR.

Hans Rindfleisch ist mit vielen Mitarbeitern aus der Technik des Norddeutschen Rundfunks sowie mit den Altkollegen der Technischen Kommission der ARD persönlich verbunden geblieben. Für die kommenden Jahre wünschen wir alle ihm und seiner Frau Wohlergehen, Freude und vor allem Gesundheit.

Gerhard Lahann

Hans Werner Arnold 60 Jahre alt

Am 29. Dezember 1981 wurde der in Freiburg/Sachsen geborene Hans Werner Arnold 60 Jahre alt.

Nach einer Lehre als Feinmechaniker von 1936 bis 1939 war er bis 1945 bei der U-Boot-Waffe im Kriegseinsatz. Nach dem Krieg studierte er an der Ingenieurschule Mittweida, Fachrichtung Hochfrequenztechnik, mit dem Abschluß als Ing. (grad.). Anschließend war er als Technologe im Kondensatorbau tätig. 1961 übersiedelte er in die Bundesrepublik und war bis 1962 als Prüffeldingenieur bei der Fernseh-GmbH beschäftigt.

Im Oktober 1962 kam Hans Werner Arnold zur Deutschen Welle, die ein Jahr zuvor eine selbständige Rundfunkanstalt geworden war und gerade ihr provisorisches Funkhaus in der Brüderstraße bezogen hatte. Er wurde zunächst mit dem Aufbau der Hörfunkmeßtechnik betraut und stieg schnell zum Vertreter des Leiters der Hauptabteilung Niederfrequenztechnik auf. Er war maßgeblich beteiligt an mehreren technischen Entwicklungen der Deutschen Welle. Beispielhaft seien nur die beiden erwähnt, die zu Patenten führten: die Automatische Senderegie und ein Dynamikkompressor. Die erste ermöglichte es, mit nur einem Techniker 3 Sendeschienen gleichzeitig zu fahren. Beide Entwicklungen sind nach technischen Modifizierungen heute noch im Einsatz.

Als 1965 die TransTel, Gesellschaft für Deutsche Fernsehtranskription, gegründet und die Deutsche Welle mit der technischen Bearbeitung der Programme beauftragt wurde, übernahm Hans Werner Arnold verantwortlich den Aufbau der technischen Anlagen.

1967 wurde ihm die Leitung der Hauptabteilung Betriebstechnik übertragen. Nach einer Umorganisation in der Technischen Direktion wurde in dieser Abteilung das gesamte Personal zusammengefaßt, dem der Betrieb der technischen Anlagen im Funkhaus obliegt: der Hörfunkbetrieb mit Sendung, Produktion und Betriebszentrale, der Fernsehbetrieb mit Video-, Filmtechnik und Synchronbetrieb, die Fernmeldezentralen und die Personal- und Studiodisposition. Er hat aus der Sicht der Betriebstechnik mit sehr großer Effektivität seinen Beitrag zur Konzeption des neuen Funkhauses und zu zahlreichen Rationalisierungs- und Automatisierungsprojekten geleistet.

Hans Werner Arnold ist auch über seinen Wirkungskreis bei der Deutschen Welle hinaus sehr bekannt geworden. Zahlreiche Veröffentlichungen in der Fachpresse kommen von ihm. In der ARD hat er eine Reihe von Aufgaben mit großem Erfolg übernommen. Er war Mitglied der Konferenz der Hörfunkbetriebsleiter von 1970 bis 1974 und 1978 bis 1981 ihr Vorsitzender. Als Vorsit-

zender nahm er regelmäßig an den Sitzungen der Technischen Kommission teil. Er war jahrelang Mitglied der Postkommission und des EDV-Arbeitskreises.

Es ist typisch für seine nach wie vor große Aktivität, daß er nach Bezug des neuen Funkhauses im Alter von fast 60 Jahren noch einmal eine neue Aufgabe angestrebt hat. Seit September 1981 ist er Leiter der Relaisstation Malta, der größten Relaisstation der Deutschen Welle, mit einem 600-kW-Mittelwellensender und drei 250-kW-Kurzwellensendern.

Die Mitarbeiter der Deutschen Welle wünschen ihm und sich, daß er dort noch lange mit gewohntem Engagement und Erfolg tätig sein kann.

Hans-Dieter Godtmann

Herbert Großkopf 65 Jahre alt

Einzweidrei im Sauseschritt
läuft die Zeit, wir laufen mit

Diese bekannten Worte fallen dem Betrachter ein, wenn er auf den Kalender blickt und feststellt, daß am 31. Dezember 1981 Dr.-Ing. Herbert Großkopf, der „kürzlich“ in den Ruhestand trat, 65 Jahre vollendet hat.

Der Werdegang des ehemaligen Fachbereichsleiters „Studiotechnik Fernsehen“ im Institut für Rundfunktechnik ist bereits zu seinem Eintritt in den Ruhestand ausführlich gewürdigt worden. Es soll deshalb an dieser Stelle nur generell bemerkt werden, daß er während seines beruflichen Werdegangs im Bereich der Akustik und im Bereich der Fernsehtechnik als Forscher und Ent-

wickler tätig war. Dazu ist allerdings hervorzuheben, daß es ihm in beiden Bereichen vergönnt war, Marksteine im Ablauf der Geschichte der Nachrichtentechnik zu setzen.

So erfand und entwickelte Herbert Großkopf 1949 das erste Kondensatormikrofon, dessen Richtcharakteristik mit Fernsteuerung verändert werden konnte. Das Mikrofon, das in die Patentliteratur einging, hieß M 49 und wurde nach seinem Erscheinen als ein ungewöhnlicher Fortschritt empfunden.

Im fernsehtechnischen Bereich erforschte Herbert Großkopf durch sehr ausführliche Arbeiten das weite Feld der Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften des menschlichen Auges und den Fernseh-Wiedergabeeinrichtungen. Seine hier gewonnenen Erkenntnisse sind ebenso selbstverständliche Arbeitsgrundlagen für die Nachkommenden geworden wie seine Forschungsergebnisse in der Prüfzeilentechnik.

Aus der Fülle seiner Arbeitsgebiete soll nicht unerwähnt bleiben, daß durch seinen unermüdlichen Einsatz der EBU-IRT-Filmzeitcode zur Reife gebracht wurde. Damit ist den Vertretern des Films ein Mittel in die Hand gegeben worden, um sich der Herausforderung durch die Elektronik besser stellen zu können.

Zu seinem 65. Geburtstag wünschen wir Herbert Großkopf und seiner Gattin alles Gute und weitere glückliche gemeinsame Jahre. Es sei die Gelegenheit genutzt, um ihm die herzlichen Grüße zu übermitteln, die mir von zahlreichen Freunden und Kollegen aus nationalen und internationalen Gremien für ihn mitgegeben wurden.

Norbert Mayer

Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH, München.

ISSN 0035-9890

Schriftleitung: Dipl.-Ing. H. Fix, Prof. Dr. U. Messerschmid, Floriansmühlstraße 60, 8000 München 45; Dr. R. Thiele, Bertramstraße 8, 6000 Frankfurt/Main 1; Dipl.-Ing. I. Dahrendorf, Appellhofplatz 1, 5000 Köln 1.

Redaktion: Ing. (grad.) R. Hengstler, H. Stiebner, Floriansmühlstraße 60, 8000 München 45, Ruf (089) 38 59 383, Fernschreiber 5/215 605 irtm d.

Redaktioneller Beirat: Dipl.-Ing. H. Eden, Dr. N. Mayer, Prof. Dr. G. Plenge, Floriansmühlstr. 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 98,— 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 23. 12. 1981. Einzelpreis dieses Heftes 26,— 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 Werbungsmittler. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 13.

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