

RUNDFUNK- TECHNISCHE MITTEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN IM AUFTRAGE DER
ARBEITSGEMEINSCHAFT DER ÖFFENTLICH-
RECHTLICHEN RUNDFUNKANSTALTEN DER
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND SOWIE
DES ZWEITEN DEUTSCHEN FERNSEHENS
VOM

INSTITUT FÜR
RUNDFUNKTECHNIK GMBH

AUS DEM INHALT:

- | | |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Hans Springer</i> | Benutzerorientierte Betriebs- und Wartungshandbücher – notwendiger denn je |
| <i>Jens Blauert
Jobst P. Fricke</i> | Optimale Aussteuerung in der Sendung |
| <i>Rolf Süverkrübbe</i> | Satellitentechnik – Verteiler- und Rundfunksatelliten |
| <i>Peter Geeringer u. a.</i> | Der neue Hörfunk-Studiokomplex des Hessischen Rundfunks in Frankfurt |
| <i>Horst Jakubowski</i> | Quantisierungsverzerrungen in digital arbeitenden Tonsignalübertragungs- und -verarbeitungssystemen |
| <i>Bernd Raufmann</i> | Die 3. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R 4 (Wellenausbreitung) |
| <i>Rolf Süverkrübbe</i> | Die 1. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe T 7 (Europäisches Nachrichtensatellitensystem) |
| | Tagungen und Ausstellungen – Buchbesprechungen – Nachrichten – Persönliches |

2
1980

SIEMENS

Röhrengitter – aus Gas gewonnen, mit dem Laser geschnitten

Technische Höchstleistungen fordern den Einsatz bisher ungewöhnlicher Technologien. Ein Beispiel: Die Herstellung der Gitter für Siemens-Senderöhren der jüngsten Generation. Sie bestehen aus Graphit, das pyrolytisch aus Methan abgespalten wird und sich auf einer zylindrischen Form niederschlägt. Die Gitterstruktur schneidet der Laserstrahl mit mikroskopischer Präzision.

Zusammen mit einer zweiten technischen Besonderheit, einer teleskopgefederten Kathode,

bringt das Graphitgitter den modernen, siedekondensationsgekühlten Rundfunk-Senderöhren mit Leistungen bis zu 600 kW beachtliche Vorteile im Betrieb:

- Ohne Vorheizen volle Leistung schon zehn Sekunden nach dem Einschalten
- Besondere Eignung für Pulsdauermodulation – PDM
- Extrem günstiger Wirkungsgrad bei kleinster Bauweise.

Diese wenigen Stichworte kennzeichnen den heutigen Stand der mehr als 50jährigen Entwicklung und Fertigung von Senderöhren bei Siemens.

Wir liefern Rundfunk- und TV-Senderöhren für alle Leistungs- und Frequenzbereiche. Siemens AG, Bereich Senderöhren, Postfach 8017 09, D-8000 München 80, Bundesrepublik Deutschland.



**Auch bei Senderöhren: Siemens –
ein Partner, dem die Welt vertraut**

INHALTSVERZEICHNIS :

Benutzerorientierte Betriebs- und Wartungshandbücher — notwendiger denn je 53 (Hans Springer)	Die 3. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R 4 (Wellenaus- breitung) 92 (Bernd Raufmann)
Optimale Aussteuerung in der Sendung 63 (Jens Blauert, Jobst P. Fricke)	Die 1. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe T 7 (Europäisches Nachrichtensatellitensystem) 93 (Rolf Süverkrübbe)
Satellitentechnik — Verteiler- und Rundfunksatelliten 72 (Rolf Süverkrübbe)	Tagungen und Ausstellungen 94
Der neue Hörfunk-Studiokomplex des Hessischen Rundfunks in Frankfurt 79 (Peter Geeringer u. a.)	Buchbesprechungen 94
Quantisierungsverzerrungen in digital arbeitenden Tonsi- gnalübertragungs- und -verarbeitungssystemen 91 (Horst Jakubowski)	Nachrichten 96 Persönliches 100

BENUTZERORIENTIERTE BETRIEBS- UND WARTUNGSHANDBÜCHER — NOTWENDIGER DENN JE¹

VON HANS SPRINGER²

Manuskript eingegangen am 19. Dezember 1980

Betriebs- und Wartungsunterlagen

Zusammenfassung

Für Planung, Benutzung, Wartung und Reparatur rundfunktechnischer Geräte und Anlagen braucht man bestimmte Informationen — um so mehr, je komplexer ein Gerät ist. Viele Gründe sprechen dagegen, jedem alle Informationen zu geben, also zum Beispiel dem Planer auch die Reparaturanweisungen. Es gilt deshalb, die Gesamtheit der Informationen zu einem technischen Gerät nach Zielgruppen so zu strukturieren, daß jede Zielgruppe die notwendigen Informationen rasch finden kann.

Herkömmliche „Funktionsbeschreibungen“ sind nicht geeignet, die vielen Fragen zu beantworten, die Benutzer oder Reparateure haben können — zum Beispiel beim täglichen Einschalten und Justieren, bei Fehlfunktionen oder bei Störungen. Der Handbuch-Autor muß den Standpunkt: „Was will ich beschreiben?“ verlassen und sich fragen: „Welche Informationen braucht die Zielgruppe?“ und „Wie helfe ich die gesuchte Information schnell zu finden?“.

Zunächst wird solchen Überlegungen das Kostenargument entgegengehalten; die meisten Käufer rundfunktechnischer Anlagen werden jedoch bereit sein, den Herstellungsaufwand für benutzerorientierte Handbücher zu tragen. Viel schwieriger wird es sein, den im deutschen Sprachraum noch weitgehend unbekanntem Beruf „Technischer Autor“ bekannt und attraktiv zu machen und Ausbildungsmöglichkeiten für technische Autoren zu schaffen. Dies aber ist das wirkliche Schlüsselproblem auf dem Wege zu benutzerorientierten Handbüchern.

Summary User-orientated maintenance documentation

For the planning, utilisation, maintenance and repair of broadcasting equipment and installations, certain information is required — the more complex the equipment, the more information is needed. There are many reasons for not giving all the information to everyone, for example, for not giving repair instructions to planners. It is, therefore, necessary to build up the total information relating to a piece of technical equipment on the basis of specific target groups, in such a manner as to make it possible for each target group rapidly to find the information that it needs.

Conventional „function descriptions“ are not suitable for answering the many questions that the users or repairers may ask — for example, for the daily switching on and alignment, or in the case of faulty functioning or breakdowns. The handbook author must abandon the standpoint of „What do I want to describe?“ and ask himself: „What is the information needed by that target group?“ and „What can I arrange for the desired information to be found quickly?“.

To begin with, such considerations are confronted by the argument of cost; however, most buyers of broadcasting equipment would be prepared to bear the cost of user-orientated handbooks. It will be much more difficult to make known and attractive the profession of „technical author“, which is still largely unknown in the German-speaking countries, and to provide training facilities for technical authors. Nevertheless, that is the real key-problem on the road to user-orientated manuals.

Sommaire Nécessité d'adapter les manuels d'exploitation et d'entretien aux besoins des utilisateurs

La conception, l'exploitation, la maintenance et la réparation d'appareils et d'installations de radiodiffusion requièrent certaines informations, d'autant plus nombreuses qu'un appareil est plus complexe. Il existe de multiples raisons de ne pas fournir à chaque intéressé l'ensemble des informations; c'est ainsi par exemple que les techniciens chargés de la conception n'ont pas besoin des instructions en cas de panne. Il faut donc articuler toutes les informations qui se rapportent à un appareil en fonction des groupes spécifiques d'utilisateurs, de sorte que chacun d'entre eux puisse trouver rapidement les informations dont il a besoin.

Les „descriptions de fonction“ traditionnelles ne conviennent pas pour répondre aux nombreuses questions que peuvent se poser les techniciens d'exploitation ou de dépannage, dans le cadre par exemple de la mise en marche et des réglages quotidiens, ou en cas de fonctionnement défectueux ou de panne. L'auteur d'un manuel doit se défaire du concept „Que vais-je décrire?“ pour se demander „De quelles informations le groupe d'utilisateurs a-t-il besoin?“ et „Comment vais-je présenter les informations pour qu'on puisse les trouver rapidement?“.

On aborde ensuite la question des frais qu'entraînera une telle conception; la plupart des acheteurs d'installations techniques de radiodiffusion seront prêts à financer la rédaction de manuels d'emploi. Il sera par contre beaucoup plus difficile de promouvoir la profession de „rédacteur technique“, qui est encore fort méconnue dans les pays de langue allemande, et de fournir à ces rédacteurs des moyens de formation. C'est là qu'est la véritable clé du problème qui ouvrira la voie aux manuels d'emploi rédigés en fonction des utilisateurs.

1. Volle Nutzung, angemessene Wartung und kostensparende Reparatur von technischen Geräten setzen umfangreiche Informationen voraus

Technische Geräte – also auch Geräte der Rundfunktechnik im weitesten Sinne – werden immer vielseitiger und zuverlässiger. Manche Geräte werden dabei kleiner als ihre Vorläufer, andere enthalten mehr Funktionen bei gleichem Volumen. Diese Entwicklung hat auch einige beinahe selbstverständliche Aspekte, die noch nicht überall mit gleicher Sorgfalt bedacht und beachtet werden:

- Der **Planer** braucht Angaben über die Eigenschaften (z. B. Übertragungseigenschaften, Anwendungsmöglichkeiten, Abmessungen, Gewicht, Anschlußwerte).
- Der **Benutzer** braucht, will er alle Möglichkeiten nutzen und Fehlbedienungen vermeiden, gründliche Informationen über den richtigen Umgang mit dem Gerät. Je vielseitiger das Gerät, um so mehr Informationen sind nötig.
- Der **Techniker oder Ingenieur im Wartungs- oder Reparaturbereich** braucht ebenfalls umfassende Informationen: z. B. alle Verfahren zur schnellen Prüfung auf einwandfreie Funktion, Hilfen zur Eingrenzung von Fehlern und Justier- und Abgleichanweisungen.

Die Pflichtenhefte der deutschen Rundfunk- und Fernsehanstalten verlangen zwar zu jedem Gerät eine entsprechende Anzahl von „Beschreibungen“; wie diese Beschreibungen auszusehen haben und für wen sie gedacht sind, ist bisher nicht präzisiert. Dabei sind vollständige Betriebs- und Wartungsunterlagen die wirksamste Hilfe zur Lösung zahlreicher Probleme, die sich etwa mit folgenden Statements schlaglichtartig andeuten lassen:

- Die rasche Weiterentwicklung technischer Geräte verlangt immer höher qualifiziertes Betriebs- und Wartungspersonal.
- Die hohe Auslastung teurer Anlagen erfordert möglichst wenig Zeit für Wartungsmaßnahmen und möglichst kurze Ausfallzeiten.
- Die Personalkosten in technischen Betrieben steigen überproportional, weil zu deren allgemeinen

Erhöhungen immer größerer Aufwand für Fortbildungsmaßnahmen notwendig wird.

- Mitarbeiter der Meßtechnik müssen sich in neue Anlagen erst einarbeiten, bevor diese in Betrieb genommen werden können.
- Die Abgrenzung zwischen tatsächlichen Defekten und Fehlbedienungen oder gestörten Eingangssignalen wird immer schwieriger.
- Wartungs- und Reparaturpersonal brauchen den größten Teil der Arbeitszeit für Fehlersuche und -eingrenzung; die eigentliche Beseitigung erfordert oft wenig Zeit; der Techniker oder Ingenieur entscheidet oft aus eigener Sachkenntnis, welche Justagen und Überprüfungen nach der Reparatur vorzunehmen sind.

Wartungsfreundlicher Aufbau der Geräte – Design for Maintenance – kann zwar Wartungsarbeiten erleichtern (z. B. durch modularen Aufbau mit leicht auswechselbaren Leiterplatten); aber auch dann braucht der Techniker noch wichtige Informationen, z. B. über das Auffinden der auszuwechselnden Einheit; H. Henderson hat bereits 1972 in einem Vortrag während der International Broadcasting Convention auf einige solche Probleme aufmerksam gemacht [1]. Die Leiter der Rundfunk-Ausbildungsstätten innerhalb der Union Europäischer Rundfunkanstalten EBU/UER haben im Jahre 1977 eine Arbeitsgruppe gegründet, die sich mit allen Aspekten benutzerorientierter Betriebs- und Wartungsunterlagen befaßt. Über die bisherigen Arbeitsergebnisse soll im folgenden zunächst berichtet werden.

2. Was gibt es außerhalb des Rundfunks?

Die skizzierten Probleme sind nicht rundfunkspezifisch. Im deutschen Sprachraum gibt es vor allem im militärischen Bereich Vorschriften und Richtlinien für die Gestaltung von Betriebs- und Wartungsunterlagen, z. B. für elektronische Systeme in Flugzeugen. Darüber hinaus gibt es – von Interessierten und Betroffenen weitgehend unbemerkt – einen Normentwurf „Herstellung von Schaltplänen mit funktionsorientierter Darstellung“. Dieser Entwurf könnte schon 1980 zu einer Vornorm führen. Er basiert auf einem Normentwurf der Internationalen Elektrotechnischen Kommission I.E.C. „Preparation of Diagrams for System Manuals“ (Dokument 3 B [Central Office] 23). Eine ausreichende öffentliche Diskussion dieser Normungsbestrebungen hat es bisher in der Bundesrepublik Deutschland nicht gegeben.

Anders in England. Dort hat allein die Society of Electronic and Radio Technicians 1974, 1975 und 1978 mehrtägige Symposien dem Thema „Technical Documentation“ gewidmet [2]. In diesen Symposien

¹ Dieser Aufsatz erscheint zugleich in Engl./Franz. in der E.B.U. Rev. Tech/Rev. de l'U.E.R. Tech. Nr. 180 (April 1980).

This article is published simultaneously in English in the E.B.U. Rev. Tech. No. 180 (April 1980).

Cet article est publié simultanément en français dans la Rev. de l'U.E.R. Tech. N° 180 (Avril 1980).

² Dr. Hans Springer ist Direktor der Schule für Rundfunktechnik, Nürnberg.

wurden benutzerorientierte Wartungsunterlagen unter verschiedensten Aspekten ausgiebig diskutiert. Erfahrungen aus dem militärischen, dem staatlichen und dem industriellen Bereich wurden zusammengetragen. Die Vermittlung technischer Informationen wurde als wichtiges Teilgebiet der „Terotechnology“³ frühzeitig herausgestellt. Die Institution of Plant Engineers hat bereits 1974 ein Handbuch herausgegeben [3], das den Nutzen geeigneter Betriebs- und Wartungsunterlagen herausstellt und Richtlinien für die Gestaltung solcher Unterlagen enthält.

Schließlich untersucht das Engineering Training Centre der British Broadcasting Corporation (BBC) seit vielen Jahren geeignete Präsentationstechniken für Betriebs- und Wartungshandbücher zu rundfunktechnischen Geräten; eine Reihe von Handbüchern wurden inzwischen fertiggestellt und erprobt. Die Ergebnisse dieser Arbeiten des BBC Engineering Training Centre sind auch Grundlagen für die Entwürfe des I.E.C.-Dokuments gewesen.

Im Ausland gibt es also einiges, im deutschen Sprachraum steht jedoch eine breite öffentliche Diskussion aller Beteiligten (Hersteller und Benutzer) noch aus.

3. Zielgruppen für benutzerorientierte Informationen sind Mitarbeiter der Bereiche Planung, Betrieb, Wartung und Reparatur

Jede der vier Zielgruppen Planung, Betrieb, Wartung und Reparatur braucht für ihre Aufgaben bestimmte Informationen. Die am einfachsten erscheinende Lösung, jedem alle Informationen zu geben, hat mehr Nachteile als Vorteile:

- Es muß viel unnötiges Papier produziert und aufbewahrt werden.
- Das Herausfinden der gewünschten Informationen wird umständlich und zeitraubend.
- Zuviel Information in falscher Hand kann zu Mißbrauch verleiten: Wartungs- oder Reparaturanweisungen in der Hand von Betriebspersonal könnten z. B. dazu führen, daß für Wartungsaufgaben nicht vorgebildetes und nicht genügend ausgerüstetes Betriebspersonal Justagen oder Reparaturen versucht und dabei mehr Schaden anrichtet als nutzt.

Die Frage, welche Informationen von welcher Zielgruppe tatsächlich benötigt werden, verlangt einige Annahmen, die hier nicht im Detail erläutert werden sollen. Relativ einfach ist z. B. die Abgrenzung zwischen Planung und Betrieb. Etwas schwieriger sind die übrigen Abgrenzungen; man könnte etwa so unterscheiden:

- In den Zuständigkeitsbereich des Betriebspersonals gehören alle Einstellungen, deren Auswirkungen ohne Zuhilfenahme zusätzlicher Meß- oder Anzeigeräte kontrolliert werden können.
- Alle Aufgaben, für die zusätzliche Meßgeräte (z. B. Prüfsignalgeneratoren und Anzeigeräte) not-

wendig sind, gehören in den Bereich der Wartungs- oder Reparaturtechnik.

- Wartungspersonal ist zuständig für Einstellungs- und Überprüfungsarbeiten und für das Austauschen von Funktionsgruppen (z. B. Leiterplatten) einschließlich aller damit verbundenen Diagnose- und Justierarbeiten.
- Die Fehlersuche und Fehlereingrenzung bis hin zum Bauelement auf einer Leiterplatte, der Austausch von Bauelementen auf Leiterplatten und die Überprüfung und Justage der reparierten Leiterplatten gehören zum Reparaturbereich.

Je nach Organisation und Größe von Rundfunkanstalten werden möglicherweise mehrere dieser Aufgaben von einer Personengruppe ausgeführt. So könnten z. B. entsprechend vorgebildete Mitarbeiter, die überwiegend Betriebsaufgaben haben, auch Wartungsaufgaben bis hin zum Austauschen von Leiterplatten (Funktionseinheiten) übertragen bekommen. Im deutschen Sprachraum wird möglicherweise weniger zwischen Wartung und Reparatur unterschieden als in anderen Ländern. Es erscheint auch denkbar, daß insbesondere in kleineren Organisationen z. B. der Reparaturbereich völlig fehlt: Dann muß vielleicht sogar das Betriebspersonal defekte Einheiten gegen Reserveeinheiten austauschen und an ein Reparaturzentrum oder an den Hersteller senden.

Auch an den Ausbildungsstand der Mitarbeiter in verschiedenen Bereichen muß man denken, bevor man die Frage beantworten kann, wer welche Informationen braucht. Handbücher können und sollen keine Lehrbücher sein. Also muß von den Mitarbeitern jeder Zielgruppe erwartet werden, daß sie für ihre Aufgabe den notwendigen allgemeinen Bildungsstand besitzen. So muß der Benutzer eines Gerätes über die innerbetrieblichen Arbeits- und Funktionsabläufe und über die Signalwege so weit unterrichtet sein, daß er das Zusammenwirken eines Einzelgerätes mit der Gesamteinrichtung entweder weiß oder zumindest verstehen kann, wenn er es in einem Studiohandbuch für eine bestimmte Anlage findet. Ebenso muß vorausgesetzt werden, daß der Wartungstechniker die Funktion des Einzelgerätes kennt und versteht, daß er das Zusammenwirken mit den anderen Geräten der Anlage versteht und daß er mit den einschlägigen Meßverfahren und Meßgeräten vertraut ist.

Unter diesen Voraussetzungen müssen in den Handbüchern im wesentlichen die geräte- bzw. anlagenspezifischen Informationen zu finden sein; die Handbücher können nicht mangelnde Fachkenntnisse ersetzen.

Das Herausfinden der für bestimmte Zielgruppen wirklich notwendigen Informationen hat nicht nur den kaufmännischen Aspekt, unnötigen Aufwand zu vermeiden. Der psychologische Aspekt könnte viel bedeutsamer sein: Damit benutzerorientierte Handbücher angenommen werden, müssen sie als nützlicher „externer Speicher“ für den Benutzer konzipiert sein. Der Benutzer darf nicht etwa den Eindruck bekommen, das Handbuch wäre für „technische Laien“ geschrieben, etwa weil zu viele Einzelheiten ausführlich behandelt sind, die dem entsprechend ausgebildeten Angehörigen der Zielgruppe längst

³ Terotechnology wird definiert als eine Kombination von Management-, Finanz-, Ingenieurs- und anderen Verfahren, angewandt auf Anlagegüter mit dem Ziel, die Gesamtkosten während der Nutzungsdauer zu verfolgen.

selbstverständlich sind. Auf der anderen Seite sollte das Handbuch für den Benutzer technischen Ballast vermeiden und sich bis hin zur Wortwahl bewußt an den Benutzer wenden. Wenn man dies bedenkt, ergeben sich mindestens zwei weitere Fragen, die erst später behandelt werden können:

- Wie lassen sich diese Forderungen realisieren für Handbücher, die in Ländern mit sehr unterschiedlichen Bildungssystemen benutzt werden sollen, z. B. in Industrieländern und in Entwicklungsländern?
- Was sollen das für Leute sein, die so perfekte Handbücher ausarbeiten?

4. Welche Gruppen brauchen welche Informationen?

Die Aufgliederung der Informationen geht von folgenden Voraussetzungen aus:

- Der vollständige Satz Handbücher ist in drei Bände unterteilt:
 1. für Planung, Installation und Inbetriebnahme,
 2. a) für den Benutzer/Operator,
b) für den Wartungstechniker,
 3. für den Reparaturtechniker bzw. -ingenieur.
- Wiederholungen von Informationen sollen soweit wie möglich vermieden werden; das bedeutet: Der Reparateur muß auch den Handbucheil für den Benutzer erhalten, wenn er Informationen über den Umgang mit dem Gerät braucht.
- Die Teilbände enthalten Querverweise in die anderen Bände, um das Auffinden der Information zu erleichtern und zu beschleunigen.

Im einzelnen brauchen die Zielgruppen folgende Informationen:

Teil 1: Planungshandbuch (Installer's Manual)

Technische Beschreibung beschreibt das Produkt und seine Funktion;

Technische Daten beschreiben den Zweck und sämtliche Qualitätsparameter (z. B. Eingangs- und Ausgangssignalwerte, Frequenzgänge, K-Faktoren), enthalten Abmessungen, Gewicht, notwendige Bodenbelastbarkeit, Anschlußwerte und besondere Hinweise (z. B. über Gefährdung durch Hitzeentwicklung, gefährliche Strahlung oder Abgase).

Angaben für den Umgang beschreiben das Transportieren, Auspacken, Zusammensetzen, Anschließen usw.

Teil 2: a) Betriebshandbuch (Operator's Manual)

Informationen für den Betrieb beschreiben den Gebrauch des Gerätes in Normalfällen und in Störungsfällen/Notfällen; enthalten auch alle wichtigen Informationen über besonders empfindliche Anlagenteile und Vorsichtsmaßnahmen zum Schutz von Personen und Anlagen.

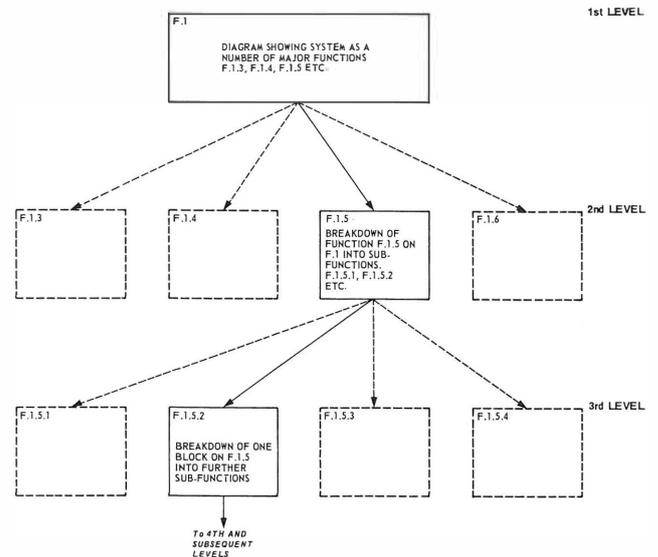


Bild 1

In einer Hierarchie funktionaler Diagramme wird ein Gesamtgerät (First Level) schrittweise in immer feinere Funktionseinheiten bis hin zum Detailschaltbild aufgelöst (aus [3])

Notverfahren beschreiben den Betrieb in Störungs- und/oder Notfällen und Maßnahmen zur Sicherung des Betriebs und der Anlage.

Einstellanweisungen beschreiben die Einstellung der dem Benutzer zugänglichen Einstellelemente, sofern er die Wirkung der Einstellung ohne zusätzliche Meßgeräte kontrollieren kann („Betriebs-einstellungen“).

Hilfen/Verfahren zur Fehlerdiagnose beschreiben Verfahren für das Eingrenzen von Fehlern, soweit dies durch den Operator vorgenommen werden soll (z. B. Diagnose auf fehlende oder gestörte Eingangssignale oder Versorgungsspannungen oder auf Fehlbedienung). Damit sollen unnötige Anforderungen an die Meß- und Wartungstechnik vermieden werden.

Wartungsanweisungen für Routinewartungen, die innerhalb des Aufgabenbereiches des Benutzers liegen.

Änderungangaben, falls durch nachträgliche Änderungen Bedienungsweise oder Funktionen verändert wurden.

Teil 2: b) Wartungshandbuch (Technician's Manual)

Technische Daten beschreiben den Zweck des Gerätes und sämtliche Übertragungsparameter.

Einstell- und Justieranweisungen beschreiben das vom Hersteller vorgeschriebene Verfahren, um einen optimalen Betriebszustand herzustellen

- bei der Inbetriebnahme,
- in gewissen Zeitabständen (Routinewartung),
- nach Austausch/Reparatur von Funktionseinheiten.

Bild 2

Ein funktionales Diagramm (Master Level) gibt einen Überblick über ein Gesamtgerät; es zeigt die großen Funktionseinheiten und die Verbindungen zwischen ihnen

(mit freundlicher Erlaubnis entnommen aus Bosch-Fernseh Handbuch Video-Tape-Recorder BCN 20 A)

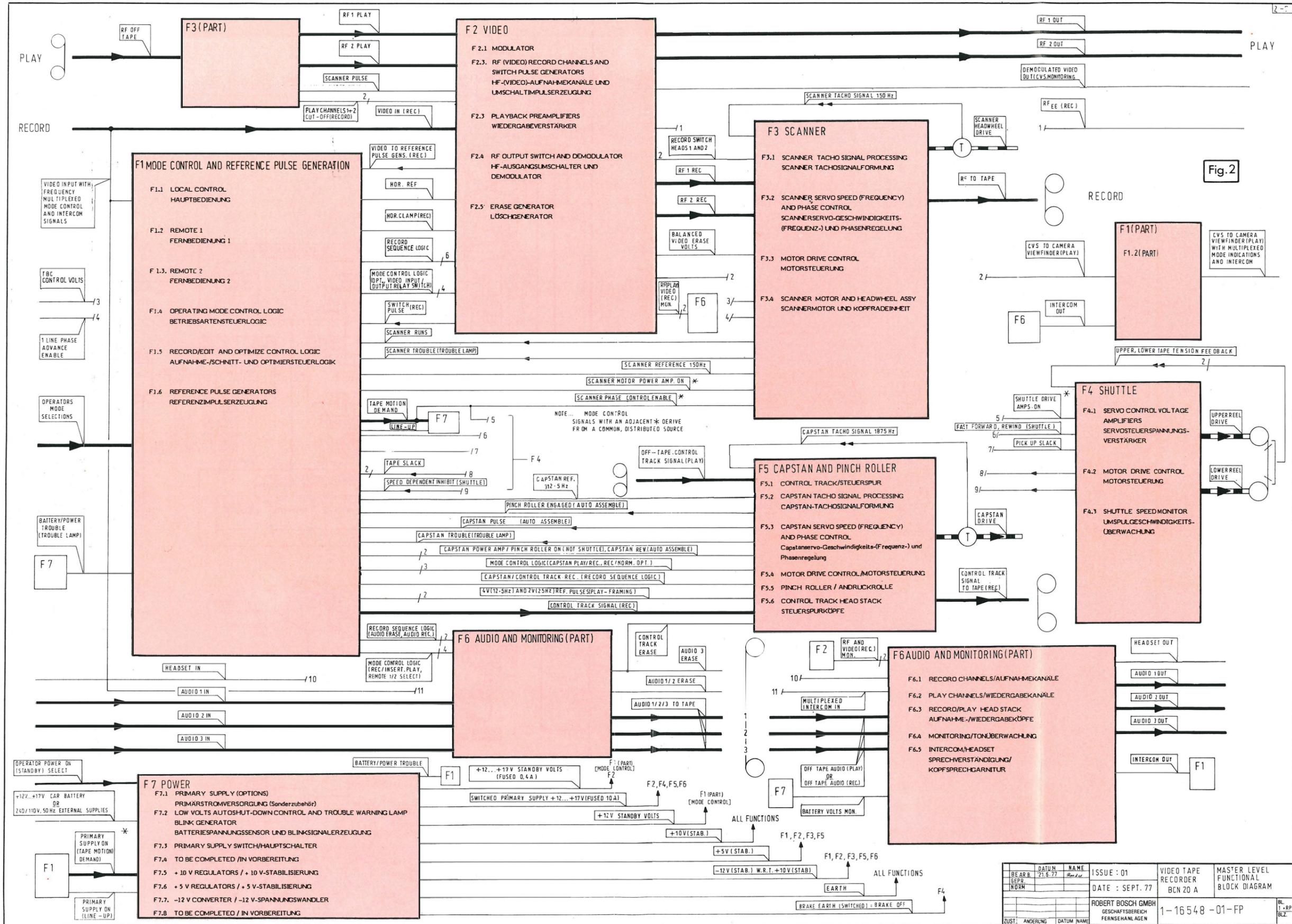
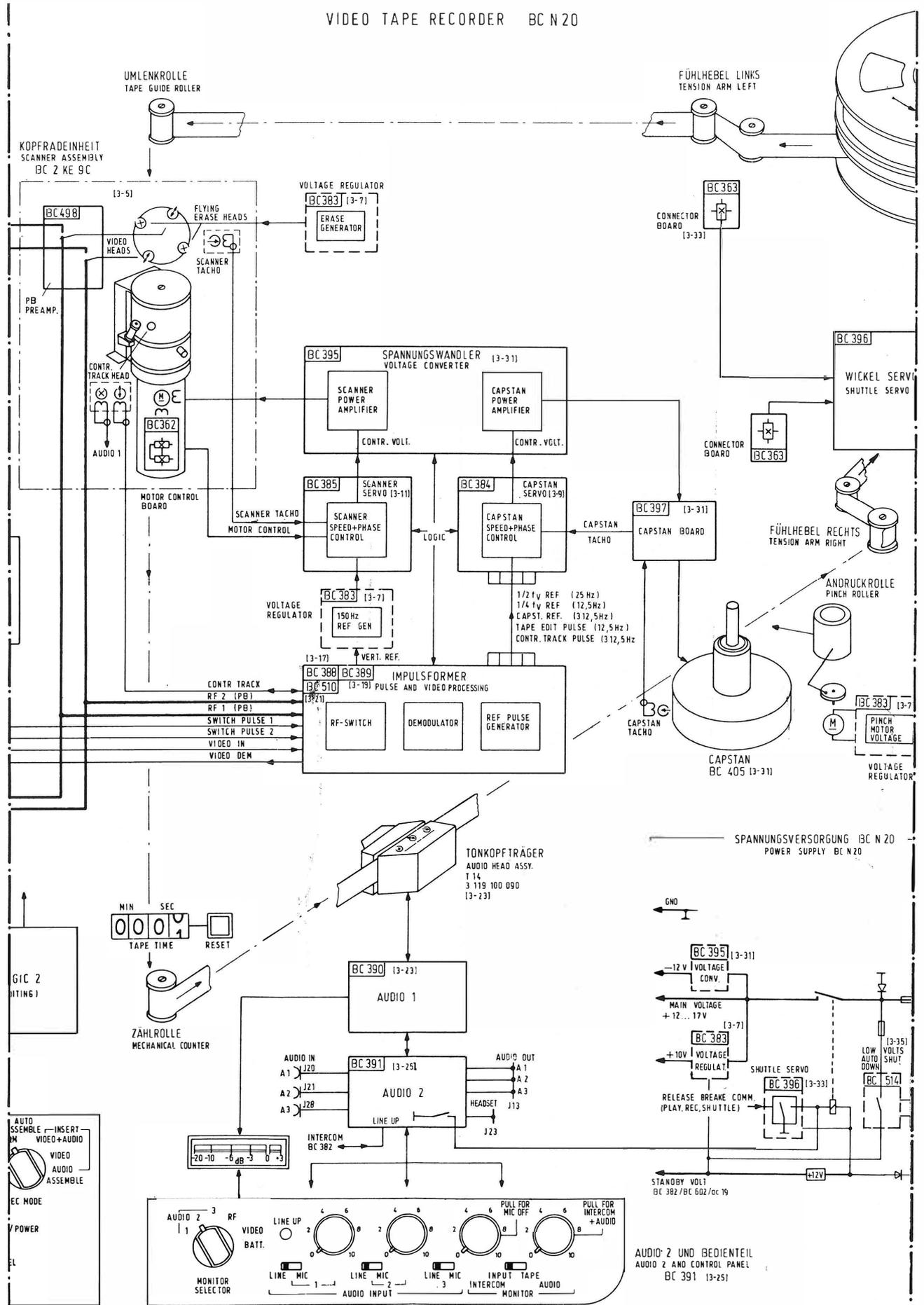


Fig. 2

DATUM	NAMEN	ISSUE	VIDEO TAPE RECORDER	MASTER LEVEL FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM
23.6.77	Bearb. / Rev. 1	01	BCN 20 A	
		DATE		
		SEPT. 77		
ROBERT BOSCH GMBH GESCHAFTSBEREICH FERNSEHANLAGEN				
1-16548-01-FP				
ZUST.	ÄNDERUNG	DATUM	NAMEN	BL. 1-PP BLZ

VIDEO TAPE RECORDER BC N20



KOPFRADEINHEIT
SCANNER ASSEMBLY
BC 2 KE 9C

UMLENKROLLE
TAPE GUIDE ROLLER

FÜHLHEBEL LINKS
TENSION ARM LEFT

BC 498 (3-5)

VOLTAGE REGULATOR
ERASE GENERATOR
BC 383 (3-7)

BC 363 (3-31)

VIDEO HEADS

FLYING ERASE HEADS

SCANNER TACHO

CONNECTOR BOARD (3-31)

PB PREAMP.

CONTR. TRACK HEAD

BC 362

AUDIO 1

CONNECTOR BOARD (3-31)

MOTOR CONTROL BOARD

BC 395 SPANNUNGSWANDLER
VOLTAGE CONVERTER (3-31)

BC 396 WICKEL SERVO
SHUTTLE SERVO

SCANNER TACHO

SCANNER POWER AMPLIFIER

CAPSTAN POWER AMPLIFIER

CONNECTOR BOARD (3-31)

CONTR. VOLT.

BC 385 SCANNER SERVO (3-11)

BC 384 CAPSTAN SERVO (3-9)

CONNECTOR BOARD (3-31)

MOTOR CONTROL

SCANNER SPEED+PHASE CONTROL

CAPSTAN SPEED+PHASE CONTROL

CONNECTOR BOARD (3-31)

LOGIC

BC 383 (3-7)

150Hz REF GEN

CONNECTOR BOARD (3-31)

VERT. REF.

BC 388 (3-17)

BC 389 (3-19)

CONNECTOR BOARD (3-31)

CONTR TRACK

RF 2 (PB)

IMPULSFORMER
PULSE AND VIDEO PROCESSING

BC 397 (3-31) CAPSTAN BOARD

RF 1 (PB)

SWITCH PULSE 1

RF-SWITCH

CONNECTOR BOARD (3-31)

SWITCH PULSE 2

VIDEO IN

DEMODULATOR

CONNECTOR BOARD (3-31)

VIDEO DEM

REF PULSE GENERATOR

1/2 1v REF (25 Hz)
1/4 1v REF (12,5 Hz)
CAPST. REF. (312,5 Hz)
TAPE EDIT PULSE (12,5 Hz)
CONTR. TRACK PULSE (312,5 Hz)

CONNECTOR BOARD (3-31)

CONTR TRACK

RF 2 (PB)

BC 383 (3-7)

CONNECTOR BOARD (3-31)

RF 1 (PB)

SWITCH PULSE 1

DEMODULATOR

CONNECTOR BOARD (3-31)

SWITCH PULSE 2

VIDEO IN

REF PULSE GENERATOR

CONNECTOR BOARD (3-31)

VIDEO DEM

REF PULSE GENERATOR

1/2 1v REF (25 Hz)
1/4 1v REF (12,5 Hz)
CAPST. REF. (312,5 Hz)
TAPE EDIT PULSE (12,5 Hz)
CONTR. TRACK PULSE (312,5 Hz)

CONNECTOR BOARD (3-31)

CONTR TRACK

RF 2 (PB)

IMPULSFORMER
PULSE AND VIDEO PROCESSING

CONNECTOR BOARD (3-31)

RF 1 (PB)

SWITCH PULSE 1

RF-SWITCH

CONNECTOR BOARD (3-31)

SWITCH PULSE 2

VIDEO IN

DEMODULATOR

CONNECTOR BOARD (3-31)

VIDEO DEM

REF PULSE GENERATOR

1/2 1v REF (25 Hz)
1/4 1v REF (12,5 Hz)
CAPST. REF. (312,5 Hz)
TAPE EDIT PULSE (12,5 Hz)
CONTR. TRACK PULSE (312,5 Hz)

CONNECTOR BOARD (3-31)

CONTR TRACK

RF 2 (PB)

IMPULSFORMER
PULSE AND VIDEO PROCESSING

CONNECTOR BOARD (3-31)

RF 1 (PB)

SWITCH PULSE 1

RF-SWITCH

CONNECTOR BOARD (3-31)

SWITCH PULSE 2

VIDEO IN

DEMODULATOR

CONNECTOR BOARD (3-31)

VIDEO DEM

REF PULSE GENERATOR

1/2 1v REF (25 Hz)
1/4 1v REF (12,5 Hz)
CAPST. REF. (312,5 Hz)
TAPE EDIT PULSE (12,5 Hz)
CONTR. TRACK PULSE (312,5 Hz)

CONNECTOR BOARD (3-31)

CONTR TRACK

RF 2 (PB)

IMPULSFORMER
PULSE AND VIDEO PROCESSING

CONNECTOR BOARD (3-31)

RF 1 (PB)

SWITCH PULSE 1

RF-SWITCH

CONNECTOR BOARD (3-31)

SWITCH PULSE 2

VIDEO IN

DEMODULATOR

CONNECTOR BOARD (3-31)

VIDEO DEM

REF PULSE GENERATOR

1/2 1v REF (25 Hz)
1/4 1v REF (12,5 Hz)
CAPST. REF. (312,5 Hz)
TAPE EDIT PULSE (12,5 Hz)
CONTR. TRACK PULSE (312,5 Hz)

CONNECTOR BOARD (3-31)

CONTR TRACK

RF 2 (PB)

IMPULSFORMER
PULSE AND VIDEO PROCESSING

CONNECTOR BOARD (3-31)

RF 1 (PB)

SWITCH PULSE 1

RF-SWITCH

CONNECTOR BOARD (3-31)

SWITCH PULSE 2

VIDEO IN

DEMODULATOR

CONNECTOR BOARD (3-31)

VIDEO DEM

REF PULSE GENERATOR

1/2 1v REF (25 Hz)
1/4 1v REF (12,5 Hz)
CAPST. REF. (312,5 Hz)
TAPE EDIT PULSE (12,5 Hz)
CONTR. TRACK PULSE (312,5 Hz)

CONNECTOR BOARD (3-31)

CONTR TRACK

RF 2 (PB)

IMPULSFORMER
PULSE AND VIDEO PROCESSING

CONNECTOR BOARD (3-31)

RF 1 (PB)

SWITCH PULSE 1

RF-SWITCH

CONNECTOR BOARD (3-31)

SWITCH PULSE 2

VIDEO IN

DEMODULATOR

CONNECTOR BOARD (3-31)

VIDEO DEM

REF PULSE GENERATOR

1/2 1v REF (25 Hz)
1/4 1v REF (12,5 Hz)
CAPST. REF. (312,5 Hz)
TAPE EDIT PULSE (12,5 Hz)
CONTR. TRACK PULSE (312,5 Hz)

CONNECTOR BOARD (3-31)

CONTR TRACK

RF 2 (PB)

IMPULSFORMER
PULSE AND VIDEO PROCESSING

CONNECTOR BOARD (3-31)

RF 1 (PB)

SWITCH PULSE 1

RF-SWITCH

CONNECTOR BOARD (3-31)

SWITCH PULSE 2

VIDEO IN

DEMODULATOR

CONNECTOR BOARD (3-31)

SPANUNGSVERSORGUNG BC N 20
POWER SUPPLY BC N 20

GND

BC 395 (3-31)

-12V VOLTAGE CONV.

MAIN VOLTAGE +12...17V

BC 383 (3-7)

+10V VOLTAGE REGULAT.

SHUTTLE SERVO

BC 396 (3-31)

RELEASE BRAKE COMM. (PLAY, REC, SHUTTLE)

LOW VOLTS AUTO SHUT DOWN

BC 514 (3-35)

STANDBY VOLT BC 382 / BC 602 / cc 19

GIC 2 (TUNING)

MIN SEC TAPE TIME RESET

ZÄHLROLLE MECHANICAL COUNTER

TONKOPFTRÄGER AUDIO HEAD ASSY. T 14 3 119 100 090 (3-23)

BC 390 (3-23) AUDIO 1

BC 391 (3-25) AUDIO 2

AUDIO IN A1 J20 A2 J21 A3 J28

INTERCOM BC 382

LINE UP

AUDIO 2 3 RF VIDEO BATT.

MONITOR SELECTOR

LINE MIC 1 LINE MIC 2 LINE MIC 3

INTERCOM INPUT TAPE AUDIO

PULL FOR MIC OFF PULL FOR INTERCOM +AUDIO

AUDIO 2 UND BEDIENETAIL
AUDIO 2 AND CONTROL PANEL
BC 391 (3-25)

Tests zur Überprüfung der Qualitätsparameter mit allen notwendigen Tests, mit denen sichergestellt werden kann, daß das Gerät bzw. die Anlage innerhalb der garantierten Übertragungstoleranzen funktioniert. Diese Tests müssen auch Auskunft über notwendige Maßnahmen geben, falls die Qualitätstoleranzen nicht mehr eingehalten werden.

Wartungsplan mit allen notwendigen Angaben für Routinewartungsarbeiten (z. B. Reinigen von Luftfiltern, Entleeren von Wasserabscheidern, Schmieren von Lagern, Austauschen von Verschleißteilen u. ä.).

Hilfen/Verfahren zur Fehlerdiagnose wie Funktionsdiagramme, Ablaufdiagramme zur Fehlereingrenzung, „Abhängigkeitsdiagramme“ (Fault Dependency Charts) zeigen, welche Funktionseinheiten von bestimmten Eingangssignalen, Einstell-elementen oder Versorgungsspannungen abhängig sind.

Teileliste und Teilebeschreibung mit vollständigen Angaben zur Identifizierung (und Nachbestellung) von Funktionseinheiten einschließlich Ergänzungs- und Zubehörteilen.

Änderungsangaben, sofern nachträgliche Änderungen die Bedienungsweise, die Funktionen oder die im einzelnen beschriebenen Verfahren im Wartungshandbuch beeinflussen.

Dieses Wartungshandbuch wird in der Regel Beschreibungen bis zu den kleinsten Funktionseinheiten (Einschubkassetten, Leiterplatten) enthalten. Das sind die kleinsten Einheiten, mit denen im Wartungsbereich gearbeitet wird; diese Einheiten werden von Wartungstechnikern ausgetauscht und in der Regel von anderen Mitarbeitern (Reparaturbereich) repariert. Daher enthalten diese Unterlagen in der Regel nicht die Detailschaltbilder der einzelnen Leiterplatten und auch nicht die Einzelteillisten für die Bauelemente der Leiterplatten; diese Angaben finden sich im Reparaturhandbuch (Teil 3).

Teil 3: Reparaturhandbuch (Repairer's Manual)

Angaben über den Umgang müssen alle Details für das Zerlegen und Wiederaussetzen des Gerätes, für die Verpackung im Falle einer Rücksendung, für die Lagerung u. ä. enthalten.

Diagnoseverfahren müssen zu einem raschen Identifizieren defekter Bauelemente führen.

Abbildungen der Leiterplatten mit allen bestückten Seiten müssen ein rasches Auffinden der Bauelemente auf der Leiterplatte ermöglichen.

Die Stückliste muß alle Bauelemente mit Angaben über kritische Werte (z. B. Verlustwinkel, Temperaturkoeffizient, Prüfspannung) enthalten, daneben möglichst auch Hinweise auf äquivalente Bau-

elemente und ein Verzeichnis der Lieferanten für die entsprechenden Ersatzteile.

Einstell- und Justieranweisungen müssen im Reparaturhandbuch nur soweit vorhanden sein, wie sie Einzeleinheiten betreffen. Alle übrigen Einstell- und Meßanweisungen sind im Wartungshandbuch (Teil 2 b) enthalten. Dieses Wartungshandbuch muß den Mitarbeitern im Reparaturbereich ebenfalls zugänglich sein.

Die Vorteile einer solchen Unterteilung der Informationen nach den Bedürfnissen der Zielgruppen liegen auf der Hand:

- Jeder braucht nur die für ihn relevante Information aufzubewahren; dies entlastet die Bücherschränke und reduziert die Herstellungskosten, weil nicht Unnötiges vervielfältigt wird (Was tut z. B. der Benutzer mit Stücklisten für Leiterplatten?).
- Konzentration auf die für die einzelnen Bereiche notwendige Information erleichtert die Übersicht und beschleunigt den Zugriff.
- Die Aufteilung der Information auf einzelne Bände ermöglicht eine gezielte Weitergabe der Information: Erfordert z. B. die Reparatur eines bestimmten Gerätes besondere Diagnoseverfahren oder -geräte oder besondere Kenntnisse, wird man die Reparaturinformation nur an die entsprechend ausgerüsteten Stellen weitergeben. Das Wartungshandbuch sollte in diesen Fällen einen entsprechenden Hinweis enthalten.

5. Klare Gliederung der Informationen ist Voraussetzung für schnelles Finden

Viele kennen das unangenehme Gefühl: Man sucht eine bestimmte Information, muß viele Seiten einer langatmigen Funktionsbeschreibung lesen, um schließlich festzustellen, daß die gesuchte Information an dieser Stelle nicht zu finden ist.

Es ist notwendig, Handbücher so zu strukturieren, daß sie den Benutzer schnell an die gewünschte Information heranzuführen. Dies gelingt am besten durch eine hierarchische Struktur, die eine Anlage auf dem höchsten Level (Master Level) zunächst sehr allgemein beschreibt und danach schrittweise immer mehr ins Detail geht, bis auf dem untersten Level schließlich die einzelnen Funktionseinheiten bis zu ihren Bauelementen aufgegliedert sind (**Bild 1**).⁴ Wichtig ist hierbei, daß die Informationen nach Funktionen gegliedert werden, nicht nach der (tatsächlichen) Verschachtelung von Funktionen auf den Leiterplatten — dies wäre erst auf dem untersten Level notwendig; dann nämlich, wenn es darum geht, einzelne Bauelemente zu lokalisieren.

Die Forderung, die Informationen so zu gliedern, führt sehr schnell auf eine weitere Frage: Sollen in den Diagrammen Texte oder Schaltsymbole verwendet werden?

⁴ Die Bilder sollen das Prinzipielle zweckmäßiger Präsentation von Informationen darstellen; daher schien es entbehrlich, die Beschriftungen innerhalb der Bilder zu übersetzen.

Bild 3

Diese interessante Kombination von Übersichtsschaltbild mit perspektivischer Darstellung des Bandlaufes, Abbildungen des Bedienteils und Alternativen für die Spannungsversorgung zeigt, welche Möglichkeiten in einer wohlgedachten Präsentation der Information stecken

(mit freundlicher Erlaubnis entnommen aus Bosch-Fernseh Handbuch Video-Tape-Recorder BCN 20 A)

Die Verwirrung bei den Schaltzeichen für logische Bauelemente ist hinreichend bekannt. Nicht immer haben Normungsinstanzen eine glückliche Hand gehabt, wie z. B. die Diskussion um I.E.C.- und ANSI-Symbole für Logikelemente zeigt. Abgesehen davon lassen sich solche Schaltsymbole nur auf den untersten Levels verwenden. Das Optimum der Wiedergabe von Informationen auf höheren Levels ist die Form der „geblockten Texte“: In den Blöcken eines Blockdiagrammes wird mit sehr kurzen präzisen Texten die Funktion dieses Blockes beschrieben. Dies verbindet den Vorteil des zweidimensionalen Diagrammes mit der verbalen Funktionsbeschreibung (**Bild 2**). Damit wird der Nachteil der eindimensionalen verbalen Beschreibung vermieden, ebenso der Nachteil von Symbolen für mehr oder minder komplexe Funktionen. Überdies bietet diese Darstellungsform zahlreiche Möglichkeiten, Informationen augenfällig zu präsentieren, z. B. wenn perspektivische Darstellungen einbezogen werden, um mechanische Teile einer elektromechanischen Einrichtung zu kennzeichnen (**Bild 3**). Die Verwendung von Texten in Diagrammen wirft allerdings das Problem der Übersetzung in mehrere Sprachen auf. Auf diese Frage soll hier noch nicht eingegangen werden.

Eine weitere Forderung verdient in diesem Zusammenhang Beachtung: Ein Gerät soll so in Funktionen gegliedert werden, daß jede Funktion für sich selbst verstanden und auch geprüft werden kann. Das bedeutet: Das Ausgangsverhalten eines Funktionsblockes hängt ausschließlich von den in diesen Block hineinführenden Eingangsleitungen ab, nicht aber von anderen Funktionen. Zum Verstehen und zum Überprüfen der Anlagen ist es daher notwendig, zu jeder Funktion alle Eingangssignale und Versorgungsleitungen vollständig aufzuführen. Nur wenn alle diese Angaben auf einem Blatt anschaulich zusammengefaßt werden, erspart man dem Benutzer das lästige Hin- und Herblättern zwischen verschiedenen Schaltbildern, Verkabelungsplänen, Seiten mit Oszillogrammfotos usw. Die Verwendung von Blättern bis zur Größe DIN A 3 (vgl. 6.) und die Nutzung gegenüberliegender Seiten bieten ausreichend Platz.

6. Layout und Typographie müssen ein schnelles Erfassen der Information unterstützen

Die Information muß – hat man sie erst einmal gefunden – auch leicht erkennbar sein, vielleicht sogar bei schlechtem Licht hinter einer Gestellfront. Dies verlangt:

- handliche Schaltbilder (nicht größer als DIN A 3),
- klaren Druck mit ausreichend großer Schrifttype auf weißem Papier (gegebenenfalls mit Farbmarkierungen am Rande zur Unterscheidung einzelner Kapitel),
- übersichtliches Layout der Darstellung und möglichst Verwendung von Farben zum Hervorheben zusammengehörender Funktionsblöcke (**Bild 4**).

Hier wird es nötig sein, mit den Herstellern von Geräten und Handbüchern gewisse Mindestbedingungen für die Lesbarkeit zu vereinbaren. Es wäre verfrüht, an dieser Stelle schon weitere Einzelheiten zu diskutieren.

7. Technische Autoren und technische Illustratoren haben die Entwicklungsberichte in benutzergerechte Handbücher zu übersetzen

Die Berufe des technischen Autors und des technischen Illustrators sind im deutschen Sprachraum noch weitgehend unbekannt; im englischen Sprachraum gibt es bereits Ausbildungsgänge dafür. An nähernd weltweit wirkt sich die Tatsache aus, daß bis vor kurzem die Bedeutung benutzerorientierter Handbücher unterschätzt wurde; die Dokumentationsabteilungen sind oft mehr oder weniger Zeichenbüros, in denen Fertigungszeichnungen hergestellt werden; viele Beschreibungen werden im wesentlichen von den Entwicklern verfaßt.

Der Entwickler eines Gerätes ist aber am wenigsten dazu geeignet, benutzerorientierte Handbücher zu verfassen. Er kennt zu viele Einzelheiten, als daß er mit den Augen des Benutzers die Funktionen analysieren und darstellen könnte und dabei auch noch Fehlersuchstrategien und Abgleichanweisungen fixieren könnte. Bei komplexeren Anlagen (z. B. einer Kamera oder einer MAZ) wird es ohnehin kaum einen Entwickler geben; jeder Entwickler eines Teils der Anlage wird längst mit einer anderen Aufgabe betraut sein, wenn das Gerät aus der Konstruktion kommt und in die Fertigung geht.

Auch der Konstrukteur wäre überfordert, wenn er neben seiner eigentlichen Aufgabe auch noch benutzergerechte Handbücher ausarbeiten soll. Vielmehr sollte parallel zur Konstruktion ein technischer Autor das Gerät mit den Augen des Benutzers sehen, alle für den Benutzer notwendigen Informationen sammeln und nötigenfalls auch noch Hinweise auf fehlende Meßpunkte und Abgleichanweisungen geben.

Solche Anforderungen kann nur erfüllen, wer selbst als Ingenieur auf neuestem Wissensstand ist, die Konstruktion durchschaut, in der Lage ist, den Entwicklern alle notwendigen Informationen zu entlocken und in eine für den Benutzer leicht faßliche Form zu bringen. Diese Qualifikationen eines technischen Autors beschreiben einen hochqualifizierten Kommunikator, einen Spezialisten also und nicht jemanden, der für die letzten 5 Jahre vor seiner Pensionierung noch „zum Handbuchschieben“ abgeordnet wurde.

Es wird also dringend nötig sein, auch im deutschen Sprachraum technische Autoren heranzubilden; Voraussetzungen hierfür sind:

- Überprüfung und Anpassung der im englischen Sprachraum vorhandenen Berufsbilder und Ausbildungsgänge zum technischen Autor (und zum technischen Illustrator) auf deutsche Verhältnisse.
- Entsprechende Anerkennung von Tätigkeit und Position des technischen Autors und technischen Illustrators, um qualifizierte Bewerber für diese neuen Tätigkeiten zu interessieren und zu gewinnen.
- Vorbereitung von Einführungskursen in technische Kommunikation. In diesen Kursen sollen geeignet vorgebildete Ingenieure auf ihre Funktion als Kommunikator vorbereitet werden. Hierfür bietet sich vielleicht an, zunächst die Ausbildungsgänge im Ausland zu nutzen.⁵

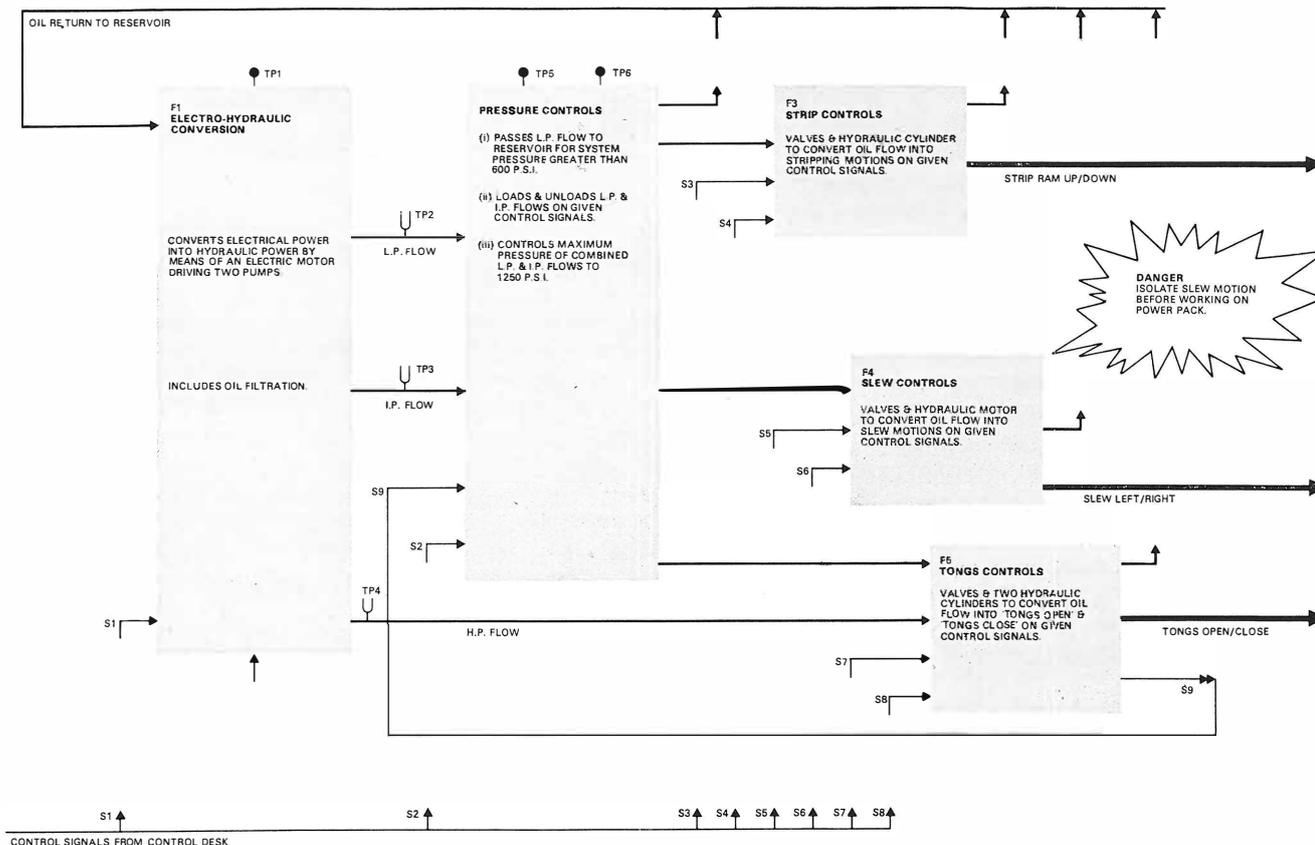


Bild 4

Hervorhebung der Funktionsblöcke durch leichte Grauerster und helle Farben, übersichtliches Layout und knappe Beschreibung der Einzelfunktionen machen ein Diagramm leicht verständlich

(aus [3])

8. Benutzergerechte Wartungsunterlagen für Geräte können wirtschaftlich nur vom Gerätehersteller produziert werden

Je komplizierter ein Gerät, um so umfangreicher müssen die Unterlagen für Betrieb, Wartung und Reparatur sein. Daher wäre es höchst unwirtschaftlich, eigene Betriebs- und Wartungsunterlagen für komplexe Geräte zu entwickeln, die bei einzelnen Anwendern nur in wenigen Exemplaren vorhanden sind. Im Grunde müssen die Kosten für solche Handbücher als Teil der Entwicklungskosten des Einzelproduktes gesehen werden: als Vorsorge dafür, das Gerät während seiner Nutzungsdauer betriebsbereit zu erhalten. J. W. Robinson (Solartron Electron Group Ltd.) teilt in [4] die Entwicklungskosten für ein Gerät in drei wesentliche Teile:

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Entwicklung einschließlich Marktforschung und Anpassung an die Marktbedürfnisse | 50 % |
| 2. Fertigungsvorbereitung | 35 % |
| 3. Entwicklung von Hilfen, die das Gerät arbeitsfähig erhalten | 15 % |

Daß beim Hersteller zusätzliche Kosten für benutzerorientierte Handbücher aufgebracht werden

müssen, steht außer Frage. Es wird jedoch leicht einzusehen sein, daß diese Kosten – selbst wenn sie voll an die Kunden weitergegeben werden – immer noch geringer sind, als wenn jeder Kunde selbst eigene Handbücher entwickeln müßte.

9. Einen Teil der Kosten für benutzerorientierte Handbücher wird der Kunde zu tragen haben

Zwischen allen Diskussionspartnern um benutzergerechte Handbücher bestand Übereinstimmung in einer Reihe von Grundannahmen. Auch darin, daß benutzerorientierte Handbücher ein wichtiges Verkaufsargument sein werden. Da sie zum Teil Informationen enthalten, die bisher in manchmal aufwendig hergestellten Prospekten und Werbeschriften verbreitet wurden, müßte ein Teil der Kosten für Handbücher auch aus dem Werbeetat getragen werden können. Den verbleibenden Teil der Kosten wird der Benutzer zu tragen haben. Zumindest bei Rundfunkorganisationen setzt sich mehr und mehr die Bereitschaft durch, für geeignete Handbücher einen angemessenen Preis zu zahlen, wenn man sie nur bekäme.

Verständlicherweise haben die Gerätehersteller in diesem Punkt Bedenken. Diese Bedenken können jedoch zum großen Teil dadurch ausgeräumt werden, daß die einzelnen Teile der Handbücher, insbesondere das wahrscheinlich am aufwendigsten herzustellende

⁵ Die eingangs erwähnte Arbeitsgruppe der EBU/UER plant ein Seminar zur Einführung in technische Kommunikation im ersten Halbjahr 1980. In diesem Seminar sollen die hier angeschnittenen Fragen studiert und Erfahrungen zwischen „Handbuchmachern“ verschiedener Hersteller ausgetauscht werden.

Reparaturhandbuch, als gesondertes Zubehör in den Preisangeboten und Rechnungen aufgeführt sein sollten. Man beginnt sich schon jetzt darauf einzustellen, daß solche Handbücher je nach Komplexität der Geräte mehrere hundert Mark kosten werden – dies ist immer noch billig im Vergleich zum Zeitaufwand für die Erarbeitung einer „Privatstrategie“ zur Fehlersuche und Reparatur. Außerdem kauft man mit diesem Betrag zusätzlich die Sicherheit, daß die vom Hersteller gelieferten Handbücher alle wichtigen Informationen und Verfahren enthalten; man erwirbt also auch eine Sicherheit für Fehlersuche und -beseitigung, die vom einzelnen Benutzer – wenn überhaupt – nur mit sehr viel größerem Aufwand und wahrscheinlich erst nach einigen Jahren Betriebserfahrung zu erreichen wäre.

Vielleicht läßt sich der Übergang von klassischen Unterlagen zu benutzerorientierten Handbüchern auf folgende Weise charakterisieren:

- Früher kaufte man ein Gerät unter anderem nach seinen Möglichkeiten und seinem Preis;
- in Zukunft wird man das Gerät mit guten Handbüchern einem billigeren Gerät ohne angemessene Handbücher vorziehen.

Es wäre wichtig, diese Bereitschaft der Benutzer den Herstellern gegenüber deutlich zu machen.

10. Welche Schritte sind zu tun?

Das Ziel ist klar: Die Forderung nach Beschreibungen in den Pflichtenheften muß auf lange Sicht präzisiert werden, beispielsweise durch Richtlinien für benutzerorientierte Handbücher. Dies verlangt eine gemeinsame Entwicklungsarbeit: Hersteller und Käufer der Anlagen sollten sich auf einige Grundrichtungen einigen, die genügend Spielraum für Weiterentwicklungen und firmenspezifische Eigenheiten lassen. Andererseits sollten die Handbücher so einheitlich sein, daß es dem Benutzer so leicht wie möglich gemacht wird, in raschem Wechsel mit Handbüchern verschiedener Hersteller zu arbeiten. In einer ersten Besprechung zwischen der eingangs erwähnten Arbeitsgruppe und Vertretern der Industrie (April 1979) bestand auf beiden Seiten die Bereitschaft, in diesem Sinne zusammenzuarbeiten. Anfang Dezember 1979 wurde erstmals der Entwurf von Richtlinien für benutzerorientierte Handbücher zwischen Rundfunk und Industrie diskutiert. Über das Ergebnis wird später berichtet werden.

Wie bereits erwähnt, ist beabsichtigt, noch in der ersten Hälfte 1980 für Vertreter des Rundfunks und der Industrie ein Seminar zu veranstalten, um über die Gestaltung von Handbüchern Informationen und Erfahrungen auszutauschen. Dieses Seminar soll vor allem Autoren und Illustratoren Gelegenheit bieten, Aspekte der Vorbereitung technischer Kommunikationen zu studieren.

Aus verschiedenen Gründen können an internationalen Veranstaltungen immer nur wenige Leute aus einem Land teilnehmen. Für den deutschen Sprachraum werden daher internationale Veranstaltungen nicht ausreichen. Da im deutschen Sprachraum das Problembewußtsein für benutzerorientierte Handbücher ohnehin noch weit weniger entwickelt

ist als im benachbarten Ausland, erscheint es notwendig, diese Thematik auf einer möglichst breiten Basis ausgiebig zu diskutieren. Die bisherigen Kontakte zu den Lieferanten der deutschen Rundfunk- und Fernsehanstalten sind erfolversprechend; das Interesse an benutzerorientierten Handbüchern traf auf großes Verständnis. Das Erscheinen einer Vornorm für benutzergerechte Handbücher könnte helfen, die Diskussionen und Überlegungen zu beleben. Vielleicht erkennt sogar eines Tages eine deutsche Fachvereinigung die wachsende Bedeutung der Handbücher für Benutzer und Hersteller technischer Anlagen und Geräte und fördert sie in einem Fachausschuß.

Alle Übereinkünfte, Spezifikationen oder Normen werden jedoch wirkungslos bleiben, wenn nicht gleichzeitig technische Autoren herangebildet werden, die zusammen mit technischen Illustratoren diese Übereinkünfte in Handbücher umsetzen können. Daher wird sich die mehrfach erwähnte Arbeitsgruppe innerhalb der UER im Jahre 1980 auch mit dem Problem der Weiterbildung von geeigneten Fachleuten zu technischen Kommunikatoren beschäftigen. Zunächst bleibt zu hoffen, daß aus diesen Studien Anregungen abgeleitet werden können, die helfen, auch im deutschsprachigen Raum die neuen Berufe Technischer Autor und Technischer Illustrator bekannt zu machen und erste Bildungsangebote hierfür anzubieten.

Ein weiteres Problem sei hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt, es steht noch zur Lösung an: Geräte der Rundfunktechnik werden heute weltweit vertrieben und eingekauft. In wievielen Sprachen sollen die Hersteller benutzerorientierte Handbücher ausliefern? Es liegt auf der Hand, daß die Übersetzung von Handbüchern nicht nur teuer ist, sondern auch viel Zeit beansprucht. Viele Gründe lassen es bisher unvermeidlich erscheinen, die Handbuch-Teile 1 und 2 (Planungs-, Benutzer- und Wartungshandbuch) mehrsprachig herzustellen. Mit Blick auf das wahrscheinlich aufwendigste Reparaturhandbuch studiert die Arbeitsgruppe mit besonderem Interesse Lösungsansätze, die Mehrsprachigkeit dadurch vermeiden, daß sie mit einem fachspezifischen, aber reduzierten Wortschatz in einfachen grammatischen Strukturen geschrieben werden. Ein solches „fachspezifisches Englisch“ könnte von den technisch gut ausgebildeten Reparaturtechnikern und -ingenieuren weltweit verstanden werden. Entsprechende Ansätze gibt es bei Caterpillar (für Erdbewegungsmaschinen) und bei Ericsson in Schweden. Über die Ergebnisse dieser Studien soll zu einem späteren Zeitpunkt ausführlicher berichtet werden.

SCHRIFTTUM

- [1] Henderson, H.: The Problems of Maintaining the complex yet reliable Equipment found in Broadcasting Engineering. Tagungsbericht der International Broadcasting Convention, London 1972, Seite 262 ff.
- [2] N. N.: Technical Documentation 1974, 1975 and 1978. Proceedings of the Symposia organized by the Society of Electronic and Radio Technicians. Faraday-House 8–10, Charing Cross Road, London WC2H OHP.
- [3] N. N.: Technical Manuals, a Guide to Users Requirements. 1974. Hrsg. v. The Institution of Plant Engineers. 138 Buckingham-Palace-Road, London SW1 W9SG.
- [4] Robinson, J. W.: The Economics of Handbook Production. In „Technical Documentation 1974“. Siehe [2].

OPTIMALE AUSSTEUERUNG IN DER SENDUNG

VON JENS BLAUERT UND JOBST P. FRICKE¹

Manuskript eingegangen am 14. Dezember 1979

Aussteuerung

Zusammenfassung

Die Probleme der Aussteuerung werden zunächst allgemein bezüglich technischer und gestalterischer Aspekte behandelt. Der Stand der wissenschaftlichen Forschung, insbesondere im Hinblick auf die gestalterischen Gesichtspunkte, wird umrissen. Dann wird gezeigt, daß ein Teilschritt des Aussteuerungsvorganges, nämlich die Aussteuerung in der Sendung, teilweise objektivierbar ist. Hiermit ergeben sich Möglichkeiten der Automatisierung. Die Zukunftsaussichten werden erörtert.

Summary Optimum modulation in transmission

The article first deals with the problems of modulation in general, from the technical and artistic aspects. The state of scientific research, in particular with regard to the artistic points of view, is outlined. The authors go on to show that one step of the modulation process, that is to say, the modulation at the transmitting end, can in part be treated objectively and is thus susceptible to automation. The article concludes with a discussion of the prospects for the future.

Sommaire Modulation optimale à l'émission

L'article traite tout d'abord, d'une façon générale, des problèmes de modulation sous le double aspect technique et artistique. Il décrit l'évolution de la recherche scientifique, particulièrement en fonction des critères artistiques. Les auteurs montrent que la modulation à l'émission peut en partie être réglée de façon objective, ce qui rend possible l'automatisation. L'article envisage aussi les perspectives d'avenir.

1. Vorbemerkungen

Im Hörrundfunk wie auch bei anderen Anwendungsgebieten der Elektroakustik werden Schallereignisse in elektrische Signale umgewandelt, gespeichert, bearbeitet, übertragen und schließlich durch Rückwandlung in Schallsignale „wiedergegeben“.

Die verwendeten Signalverarbeitungssysteme bzw. deren Komponenten sind aus technischen Gründen so beschaffen, daß sie nur solche Signale „richtig“ verarbeiten, deren Amplituden sich innerhalb bestimmter Schranken bewegen, d. h. eine obere Schranke praktisch nie über- und eine untere Schranke nur selten unterschreiten.

Man nennt den jeweiligen Bereich zulässiger Amplituden den „Aussteuerungsbereich“ des Systems bzw. der betrachteten Systemkomponente. Signale, deren Amplituden häufiger an die obere Schranke heranreichen, „steuern“ das System bzw. die Komponente „voll aus“. Bei Überschreiten der oberen Schranke liegt „Übersteuerung“ vor. Sie führt zu meist zu hörbaren nichtlinearen Verzerrungen. Signale, deren Amplituden selten im oberen Teil des zulässigen Bereiches liegen, „untersteuern“ das System bzw. die Komponente. Dies kann dazu führen, daß dann unnötig viele Signalanteile unterhalb der unteren Schranke liegen. Signalanteile unterhalb der unteren Schranke haben keinen ausreichenden Störpegelabstand, d. h. es ergibt sich eine Beeinträchtigung durch die unvermeidbaren systemeigenen Störpegel (z. B. Rauschen, Brummen usw.).

Auf unterschiedlichen Stufen des beschriebenen Signalverarbeitungsprozesses ergibt sich also die Notwendigkeit, die Signalpegel so einzustellen, daß

die Signalamplituden sich günstig auf den Aussteuerungsbereich der Systemkomponenten verteilen. Man erreicht dies durch in der Regel frequenzunabhängige, stellbare Dämpfungsglieder (Pegelsteller). Deren Dämpfung wird in Abhängigkeit von den Eigenschaften des zu verarbeitenden Signals gesteuert oder geregelt. Dieser Vorgang wird **Aussteuerung** genannt.

Definiert man einen geeigneten „gleitenden Signalpegel“, z. B. den über ein gleitendes Zeitfenster von etwa 100 ms integrierten Leistungspegel, so stellt man folgendes fest: Der gleitende Pegel üblicher Rundfunksignale (wie Sprache und Musik) schwankt zeitlich mehr oder weniger stark. Die Zeitfunktion des gleitenden Pegels wird vom Zuhörer unter anderem als spezifischer Verlauf der Lautheit wahrgenommen. Sie ist also Träger von Information.

Durch den oben beschriebenen, signalabhängigen Aussteuerungsvorgang wird der „natürliche“ zeitliche Verlauf des Signalpegels verändert. Hierdurch wird ein Teil der im Signal befindlichen Information verfälscht oder ganz unterdrückt, bzw. gegebenenfalls neue, im ursprünglichen Signal enthaltene Information hinzugefügt. Die aus technischen Gründen notwendige Bearbeitung der natürlichen Pegelverläufe hat also wesentliche Auswirkung auf die auditiven Wahrnehmungen der Zuhörer bei der Wiedergabe. Deshalb spielen bei der Aussteuerung gestalterische Gesichtspunkte neben den technischen eine wesentliche Rolle.

2. Anforderungen an ein ideales Aussteuerungsverfahren

Die Anforderungen an ein ideales Aussteuerungsverfahren gliedern sich in zwei Klassen: Die erste Klasse enthält Anforderungen, die sich aus den Eigenschaften der verwendeten technischen Systeme ergeben. Die zweite Klasse enthält Anforderungen

¹ Prof. Dr.-Ing. Jens Blauert ist Inhaber des Lehrstuhles für Allgemeine Elektrotechnik und Akustik an der Ruhr-Universität Bochum, Prof. Dr. Jobst P. Fricke ist Abteilungsleiter am Musikwissenschaftlichen Institut der Universität Köln.

gestalterischer Art. Die Praxis zeigt, daß sich durch die verwendeten technischen Systeme technische Zwänge ergeben, die den Gestaltungsmöglichkeiten Grenzen setzen. Ideale Aussteuerung läßt sich in praxi unter anderem aus diesem Grunde nicht verwirklichen. Vielmehr muß ein optimaler Kompromiß zwischen einander teilweise entgegenstehenden Anforderungen gesucht werden. Ein solcher Kompromiß soll **optimale Aussteuerung** genannt werden.

Um die jeweils optimale Aussteuerung zu erzielen, ist es nötig, die einzelnen Idealforderungen gegeneinander abzuwägen:

2.1. Anforderungen aus technischer Sicht

Die verwendeten technischen Systeme bzw. Systemkomponenten sind nur dann in der Lage, die ihnen zugeführten Signale „richtig“ zu verarbeiten, wenn die Amplituden dieser Signale in den jeweiligen Aussteuerungsbereich fallen. Bei zu hohen oder zu niedrigen Eingangssignalamplituden wird das jeweilige Ausgangssignal in unerwünschter Weise verändert. Die jeweiligen unerwünschten Signalveränderungen sind systemspezifisch, sie sind z. B. bei einem Studioverstärker völlig anders als bei einer FM-Übertragungsstrecke.

An ein ideales Aussteuerungsverfahren ist deshalb zunächst generell die Anforderung zu stellen, daß es die Amplitudenverteilung der Signale zuverlässig ermittelt. Wie diese Ermittlung zu erfolgen hat, welche Zeitspannen z. B. jeweils für die Probenentnahme gewählt werden müssen, kann bereits nicht mehr generell beantwortet werden, sondern nur jeweils für ein bestimmtes System bzw. eine bestimmte Systemkomponente.

Nachdem die Amplitudenverteilung in geeigneter Weise ermittelt wurde, muß daraus eine geeignete Stellgröße gewonnen werden, mit deren Hilfe der Signalpegel eingeregelt wird. Für die Gewinnung der Stellgröße werden systemspezifische Kriterien benötigt, z. B. eine Grenzhäufigkeit für die Überschreitungen der oberen Schranke des Aussteuerungsbereiches. Die systemspezifischen Kriterien sind aufgrund von Hörversuchen festzulegen (z. B. Grenze der Hörbarkeit nichtlinearer Verzerrungen, minimaler erforderlicher Störpegelabstand), wobei zusätzlich ökonomische Forderungen eingehen (z. B. Forderung nach Vollaussteuerung zur Erreichung maximaler Senderreichweiten).

Zu erwähnen bleibt noch, daß die technische Aussteuerung so erfolgen muß, daß dieser Aussteuerungsvorgang nicht selbst zu störenden Signalveränderungen führt (z. B. „Atmen“ von Kompendersystemen oder Ausregeln von erwünschten Pegeländerungen). Die für den Entwurf der Aussteuerungsgeräte benötigten Kriterien müssen wiederum durch Hörversuche gewonnen werden.

Es sei nochmals betont, daß ideale technische Aussteuerung systemspezifisch ist, wobei das technische System bis zum Zuhörer hin gemeint ist. So läßt sich z. B. Aussteuerung sendeseitig nicht derart durchführen, daß sie gleichzeitig für das Abhören mit Kopfhörern, für das Abhören mit Lautsprechern in normalen Wohnräumen und im fahrenden Auto ideal ist, es sei denn, daß empfangsseitig besondere tech-

nische Vorkehrungen getroffen werden (z. B. Kompressoren bzw. Expander).

2.2. Anforderungen aus gestalterischer Sicht

Aus der wissenschaftlichen Psychoakustik einerseits und aus der Praxis der Tonmeister, Toningenieur und Tontechniker andererseits ist wohlbekannt, daß die physikalische Größe „gleitender Pegel“, die Gegenstand der Aussteuerungshandlung ist, nicht nur mit einer einzigen Größe des auditiven Wahrnehmungsraumes verknüpft ist. Bei Pegeländerungen variieren z. B. nicht nur die Lautheit, sondern auch die Entfernung, die Klangfarbe und gegebenenfalls die Ausdehnung sowie weitere Merkmale des Hörereignisses. Hinzu kommt noch, daß der psychoakustische Effekt von Pegeländerungen pegelabhängig ist. Es handelt sich also insgesamt um einen mehrdimensionalen, nichtlinearen und außerdem auch noch zeitvarianten Zusammenhang.

Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, daß der auditive Effekt von Pegeländerungen von den speziellen Abhörbedingungen abhängt und außerdem im hohem Maße individualspezifisch ist. Unter anderem spielen Alter und Zustand des Gehörs, Hörerfahrung und Erwartungshaltung eine große Rolle.

Wir werden in den folgenden Abschnitten einige Teilzusammenhänge aus diesem Komplex diskutieren. Hierbei wird sich zeigen, daß selbst die bisher bekannten Zusammenhänge zumeist noch nicht quantitativ ausgemessen worden sind. Aussteuerung wird deshalb insbesondere dort, wo sie bewußt zur künstlerischen Gestaltung eingesetzt wird, auch in Zukunft mit Hilfe des geschulten Gehörs von Fachleuten durchgeführt werden müssen, die die Aussteuerung **intuitiv** aufgrund des **Gesamtbildes** ihrer auditiven Wahrnehmungen vornehmen, ohne daß eine Analyse der einzelnen Hörereignismerkmale erfolgt.

Eine wesentliche Vereinfachung der gestalterischen Probleme ergibt sich bei denjenigen Aussteuerungshandlungen, die einen möglichst hohen **Akzeptanzgrad** zum Ziele haben. Im Sinne dieses Kriteriums ist eine Aussteuerung dann ideal, wenn sie von den Zuhörern akzeptiert wird. Akzeptiert wird sie dann, wenn die Zuhörer nicht den Wunsch verspüren, den Lautstärksteller ihrer Empfangsgeräte nach Vorwahl einer geeigneten Grundeinstellung während der Sendung wieder zu verändern.

An dieser Stelle muß auf folgendes hingewiesen werden: Der Zuhörer beurteilt die Aussteuerung eines Programmes nicht anhand dessen Pegelverlaufs, denn dieser ist eine rein physikalische Größe. Beurteilt wird vielmehr vorwiegend anhand eines mehrdimensionalen Merkmals der auditiven Wahrnehmung, das man als **Hörereignisintensität** (engl. z. B. „volume“) bezeichnen kann (vergleiche 3.1.).

Die Hörereignisintensität hängt nicht nur vom Pegel des Signals, sondern unter anderem auch vom Frequenzspektrum, aber z. B. auch vom semantischen Gehalt des Programmes ab. Allerdings ist die Hörereignisintensität zumeist mit dem Pegel so hoch korreliert, daß sie über diesen gut beeinflußbar, also durch Aussteuerung veränderbar ist.

Trotz der Unmöglichkeit, allgemeine Anforderungen an ein ideales gestalterisches Aussteuerungsver-

fahren zu formulieren, erscheint es doch denkbar, für einen speziellen Teilschritt des Aussteuerungsverfahrens beim Hörrundfunk eine partielle Analyse des gestalterischen Vorganges und damit eine gewisse Objektivierung durchzuführen. Es handelt sich um den Vorgang des Aussteuerens bei der Sendung.

Bei der Sendung reduziert sich der Vorgang des Aussteuerens in folgender Weise: Es liegen fertig produzierte und jeweils in sich nach technischen und gestalterischen Gesichtspunkten fertig ausgesteuerte Programmteile (Musik und/oder Wortbeiträge) vor. Diese vorgefertigten Programmteile werden dann nach einer festgelegten Reihenfolge verkettet und gesendet. Zwischen den vorgefertigten Programmteilen werden gegebenenfalls Liveansagen oder kurze Nachrichten eingefügt.

Es besteht bei diesem Aussteuerungsteilschritt also nicht die Aufgabe, die einzelnen Programmteile im einzelnen auszusteuern, sondern lediglich die, für jedes dieser Teile eine Grundeinstellung der Pegelsteller zu finden, die nur beim Übergang zum nächsten Programmteil verändert wird oder die allenfalls fast unhörbar langsam im Verlauf des Programmbeitrages zu dem für den nächstfolgenden Übergang notwendigen Anschlußpegel hingeführt wird.

3. Stand der wissenschaftlichen Forschung

Zunächst soll folgendes festgestellt werden: Optimale Aussteuerung scheitert ganz allgemein keinesfalls daran, daß sich beim derzeitigen Stand unseres Wissens die hierfür notwendigen technischen Einrichtungen nicht realisieren ließen. Es ist heute unter Ausschöpfung der technischen Möglichkeiten prinzipiell möglich, alle Systemelemente, die der Aufnahme, Bearbeitung, Speicherung, Übertragung und Wiedergabe niederfrequenter Signale dienen, so zu bauen, daß sowohl das Gesamtsystem als auch seine Komponenten voll ausreichende Aussteuerungsbeispiele aufweisen.

Weiterhin ist es heute prinzipiell mit Hilfe der Prozeßrechnertechnik möglich, aus den niederfrequenten Signalen weitgehend beliebige Kennwerte zu extrahieren, diese nach irgendwelchen Algorithmen zu verarbeiten, um schließlich den Signalpegel zu steuern oder zu regeln. Für die Realisierung solcher Systeme bestehen praktisch keinerlei technische, sondern allenfalls ökonomische Grenzen.

Die wissenschaftlichen Probleme bei der Realisierung optimaler Aussteuerung liegen also nicht im Bereich der Technik. Sie bestehen vielmehr darin, daß insbesondere die für optimale Aussteuerung in gestalterischer Hinsicht maßgebenden Kennwerte und Algorithmen nur lückenhaft bekannt sind. Einige in diesem Zusammenhang wichtige Teilfragen werden im folgenden behandelt.

3.1. Messung bzw. Beurteilung der Hörereignisintensität

Wir hatten weiter oben festgestellt, daß der Zuhörer die Aussteuerung des von ihm abgehörten Programmmaterials anhand eines mehrdimensionalen Merkmals der auditiven Wahrnehmung beurteilt, die wir als „Hörereignisintensität“ bezeichnet haben.

Es ist bisher nicht möglich, Hörereignisintensitäten mit technischen Meßverfahren, d. h. ohne die Be-

teiligung von Versuchspersonen zu messen. Für die Beurteilung der Hörereignisintensität sind also Hörversuche notwendig. Beim Rundfunk wird die Beurteilung der Hörereignisintensitäten auf der Produzentenseite durch ausgebildete Fachleute, auf der Konsumentenseite überwiegend durch Laien vorgenommen. Dies liefert nur deshalb für die Konsumentenseite lediglich befriedigende Ergebnisse, weil die Fachleute anhand ihrer eigenen Beurteilung und aufgrund ihrer professionellen Erfahrung in der Lage sind, über die Beurteilung durch die Laien Voraussetzungen zu machen.

Da der Zustand des Gehörs des jeweiligen Hörers, seine Hörerfahrung und -erwartungen, seine Geräteausrüstung ebenso wie die Abhörbedingungen und der jeweilige Betriebszustand dieser Geräte dem Fachmann (Tonmeister, Toningenieur, Tontechniker) nicht bekannt sind, läßt sich allerdings die absolute Hörereignisintensität beim Hörer prinzipiell nicht voraussagen, sondern allenfalls ihre **relative Änderung** im Programmverlauf grob abschätzen. Auch dabei treten jedoch bereits einige wesentliche Schwierigkeiten auf. Diese Schwierigkeiten beruhen darauf, daß auch die Änderungen der Hörereignisintensität bei gegebenem Programm von den individualspezifischen Daten des Hörers und seiner Geräte- und Abhörkonfiguration abhängen.

Daß überhaupt Voraussagen möglich sind, beruht vor allem auf der folgenden Hypothese: Es wird angenommen, daß die Hörereignisintensität vorwiegend vom Signalpegel abhängt und daß durch eine Änderung des Signalpegels beim abhörenden Fachmann auf der Sendeseite sowie beim Hörer auf der Empfangsseite weitgehend ähnliche Hörereignisintensitätsänderungen hervorgerufen werden. Diese Hypothese trifft jedoch nur dann zu, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- a) Fachmann und Hörer müssen einen ähnlichen Zustand des Gehörs besitzen, vorzugsweise normalhörend sein.
- b) Die Abhörpegel müssen so sein, daß man sich im mittleren Teil der Hörfläche befindet, wo die Linien gleichen Lautstärkepegels in etwa waagrecht verlaufen.
- c) Der Störabstand muß beim Fachmann und beim Hörer gleich groß sein, laute Störgeräusche sollten allerdings nicht vorhanden sein.
- d) Die Frequenzgänge der Abhörkonfiguration müssen weitgehend ähnlich sein.
- e) Der Fachmann und der Zuhörer müssen das Programm inhaltlich ähnlich beurteilen, wobei es für den Fachmann eventuell genügt, daß er sich „in die Lage“ des Hörers versetzen kann.

Man braucht sich nur einige spezielle Abhörsituationen zu überlegen, um klar zu erkennen, daß die oben gemachten Bedingungen häufig verletzt werden: So ist z. B. beim Abhören im Kraftfahrzeug ein starkes Störgeräusch vorhanden, was unter anderem zu Verdeckungs- und Drosselungseffekten und damit auch zu einer Expansion der Hörereignisintensitätsänderungen führt. Der Frequenzgang der Abhöranlagen weicht häufig sehr stark von dem der Studioeinrichtungen ab. Oftmals wird mit sehr geringem

Pegel abgehört (Hintergrundmusik). Sehr viele Zuhörer haben Gehörschäden oder Altersschwerhörigkeit.

In Anbetracht dieser Tatsachen stellt sich die Frage, ob man den Aussteuerungsvorgang nicht dadurch erleichtern kann, daß man objektiv ermittelte Meßwerte liefert, die ein Maß für wesentliche Komponenten der Hörereignisintensität darstellen. Die gewichtigsten Komponenten der Hörereignisintensität sind bei üblichem Programmmaterial einerseits die **Lautheit** des Hörereignisses und andererseits eine Komponente, die hier **Eindringlichkeit der Klangfarbe** genannt werden soll. Die Lautheit stellt normalerweise die bei weitem gewichtigste Komponente dar.

Es ist bereits häufiger versucht worden, dem aussteuernden Fachmann eine objektiv ermittelte, quantitative Information zur Verfügung zu stellen, die ein Maß für die Lautheit darstellt. Neben Geräten, die im wesentlichen einen gleitenden arithmetischen oder quadratischen Mittelwert über das Signal messen (z. B. VU-Meter, Siemens-Mittelwertmesser), wurde unter anderem der Hewlett-Packard-Lautheitsanalysator verwendet, der nach dem Lautheitsberechnungsverfahren für stationäre Schalle nach Zwicker arbeitet. Es hat sich jedoch gezeigt, daß keiner der von diesen Geräten gelieferten Meßwerte mit der Lautheit des Hörereignisses ausreichend korreliert.

Neuerdings hat Zwicker sein Verfahren zur Messung zeitlich schwankender Schallsignale weiterentwickelt. Das neue Verfahren gestattet die meßtechnische Bestimmung einer Augenblickslautheit (bestimmt über ein gleitendes Intervall von etwa 100 ms). Die Spitzenwerte dieser Augenblickslautheit entsprechen bei Sprache der durch Hörvergleiche ermittelten Lautheit sehr genau. Bei Musik ergeben sich voraussichtlich ähnlich gute Korrelationen.

Es scheint gesichert, daß ein Lautheitsmesser nach dem Zwicker-Verfahren für zeitlich schwankende Schalle für die Aussteuerung in gestalterischer Hinsicht wesentliche Information liefert. Insbesondere besteht die Möglichkeit, ihn so zu betreiben, daß er die Lautheit für die beim Hörer herrschenden Abhörbedingungen abschätzt. Eine Erprobung im Rundfunkbetrieb unter diesem Gesichtspunkt ist deshalb zu empfehlen.

Für die Komponente „Eindringlichkeit der Klangfarbe“ gibt es noch kein objektiviertes Meßverfahren, obwohl dieses grundsätzlich möglich wäre. Die Komponente „Eindringlichkeit der Klangfarbe“ wird am besten am Beispiel der musikalischen Dynamik erläutert: Es ist bekannt, daß sich die Hörereignisintensität deutlich erhöht, wenn ein Musiker ein Instrument zunächst piano und dann forte spielt. Dies gilt selbst dann, wenn man durch eine geeignete Ausregelung des Pegels die Lautheit des Hörereignisses konstant hält. Die sich ändernde Komponente der Hörereignisintensität ist dann die angesprochene Eindringlichkeit der Klangfarbe.

Physikalisch werden bei Übergang von piano zu forte neben einer Steigerung des Gesamtpegels folgende Änderungen beobachtet:

- a) Teiltöne höherer Frequenz werden relativ stärker.
- b) Die Maxima von Gebieten spezifisch hoher Leistungsdichte (Formantgebiete) verschieben sich etwas zu höheren Frequenzen hin.

Unser Gehör reagiert auf diese spezifischen spektralen Änderungen außerordentlich empfindlich.

Obwohl ausführliche Messungen noch nicht vorliegen, läßt sich aus Hinweisen in der Literatur schließen, daß die maximale Steigerung der Hörereignisintensität infolge der Erhöhung der Eindringlichkeit der Klangfarbe bei Übergang von pianissimo zu fortissimo etwa derjenigen entspricht, die bei einer Pegelerhöhung um maximal etwa 6 dB eintritt.

Es sei noch erwähnt, daß auch bei anderen Signalen als Musik die Komponente „Eindringlichkeit der Klangfarbe“ eine Rolle spielt, man denke z. B. an die „erhobene Stimme“ beim lauten Sprechen. Alle weiteren Komponenten der Hörereignisintensität sind noch so wenig erforscht, daß sich keine quantitativen Aussagen machen lassen.

3.2. Vom Hörer gewünschte Dynamik

Die vom Hörer gewünschte Dynamik ist Gegenstand einer Reihe ausführlicher Untersuchungen gewesen, so daß hierüber recht gute Voraussagen möglich sind.

Der Hörer beurteilt die Dynamik anhand von zweierlei Gesichtspunkten. Der erste ist die maximale Schwankung der Hörereignisintensität, die er zulassen will. Hieraus lassen sich Schlüsse auf die maximale Pegelschwankung der Signale ziehen. Wir wollen diese maximale Pegelschwankung **Signalpegeldynamik** nennen. Eine größere Dynamik als 40 dB wird nur selten gewünscht, oftmals (z. B. im fahrenden Auto) eine wesentlich geringere. Wenn man bedenkt, daß die Dynamik eines Sinfonieorchesters bis zu 70 dB betragen kann, erkennt man, daß auf dem Wege von der Quelle bis zum Hörer zumeist eine Dynamikkompression notwendig (und zulässig!) ist.

Es soll hier nicht näher auf die Gründe eingegangen werden, die den Hörer zu einer Bevorzugung einer eingegengten Dynamik führen, diese werden in der Literatur eingehend behandelt. Erwähnt sei nur, daß mit einer Dynamikeinengung keineswegs eine gleich drastische Einengung des Schwankungsspielraumes der Hörereignisintensität einherzugehen braucht. Sind z. B. hohe Störpegel vorhanden, so entwickelt unser Gehör eine Expanderfunktion, die über Lautheitsdrosselungseffekte erklärt werden kann. Eine Pegelschwankung von 10 dB im Auto kann den gleichen Effekt auf die Hörereignisintensität haben wie eine 30-dB-Pegelschwankung im Heim.

Es liegt auf der Hand, daß die unterschiedlichen Dynamikforderungen nicht durch einen einzigen Aussteuerungsprozeß erfüllt werden können. Wenn das gleiche, ausgesendete Programm die Dynamikforderungen bei unterschiedlichen Abhörbedingungen erfüllen soll, müssen entsprechende technische Einrichtungen auf der Empfängerseite (Kompressoren bzw. Expander) vorgesehen werden. Dies ist technisch möglich.

Es gibt noch einen zweiten Gesichtspunkt, den der Hörer bei der Beurteilung der Dynamik verwendet. Es handelt sich darum, daß insbesondere während kurzer oder längerer Programmpausen, aber auch bei Pianissimostellen keine Störgeräusche hörbar werden sollen. Diese Forderung betrifft nicht die Signalpegeldynamik, sondern den im System erreichbaren Störpegelabstand, die sogenannte **Systemdynamik**. Eine Systemdynamik von mehr als 40 dB ist für den Hörer nur beim Abhören anspruchsvoller Musikprogramme unter besonders guten Abhörbedingungen wichtig. Unter diesen Bedingungen werden die durch die zur Zeit verwendete Technik gesetzten Grenzen von einigen Hörern allerdings durchaus schon als Beschränkung empfunden.

Da die von den meisten Hörern gewünschte Signalpegeldynamik nur etwa 40 dB beträgt, ist eine weitere Erhöhung der Systemdynamik kein notwendiger und vor allem wahrscheinlich kein ökonomischer Weg, um den Störpegel bei Pianissimostellen und in Programmpausen zu senken. Hier bieten sich vielmehr die bekannten adaptiven Rauschunterdrückungssysteme als Lösung an. Bei besonderen Anforderungen sind dann empfängerseitig Zusatzeinrichtungen nötig. Die technischen Verfahren hierfür (Kompandersysteme) sind bekannt.

3.3. Weitere Gesichtspunkte

Es gibt viele Hinweise dafür, daß das Gedächtnis für Hörereignisintensitäten zeitlich begrenzt ist. Als Richtwert kann angenommen werden, daß in das Urteil über die mittlere Hörereignisintensität eines fortlaufenden Programmes diejenigen Signalanteile eingehen, die etwa während der letzten 10 s abgehört wurden. Wirklich zuverlässige Untersuchungen zu diesem Komplex stehen allerdings noch aus. Die Augenblickshörereignisintensität beruht vorwiegend auf der Auswertung eines Zeitfensters von etwa 100 ms Länge, sie spielt jedoch für die Beurteilung der zeitlichen Schwankungen der Hörereignisintensität im Sinne der gestaltenden Aussteuerung eine untergeordnete Rolle.

Die bevorzugten Pegel beim Abhören sind altersabhängig. Sie sinken für alle Programmarten mit wachsendem Alter mehr oder weniger ab, und zwar um bis zu 10 dB zwischen dem 15. und 65. Lebensjahr. Dies hat zwangsläufig Einfluß auf die Wünsche an die Dynamik.

Die Hörereignisintensität ist kontextabhängig. Zum Beispiel wird eine Ansage nach einer Pause lauter empfunden als in direktem Anschluß an ein Musikstück. Dies ist nur teilweise durch Adaption erklärbar. Grundsätzlich gilt, daß überraschende und lästige Hörereignisse eine vergleichsweise hohe Intensität haben. Für die Überraschungswirkung spielt gegebenenfalls eine Rolle, wie aufmerksam der Hörer die vorausgegangenen Programmteile verfolgt hat. Für die Lästigkeit kann die „Einstellung“ zum Programm eine Rolle spielen.

Die Unterschiedsschwelle für Änderungen des gleitenden Signalpegels im Kontext eines fortlaufenden Musikstückes ist relativ hoch. Langsame Pegeländerungen um bis zu 5 dB werden praktisch nicht beachtet, auch wenn sie innerhalb von 10 s erfolgen.

4. Zur heutigen Aussteuerungspraxis

Als technisches Hilfsmittel für die Aussteuerung wird bei deutschen Rundfunkanstalten fast ausnahmslos der bekannte Quasi-Spitzenwertanzeiger nach DIN 45 406 verwendet. Er dient in erster Linie zur Amplitudenmessung, wobei eine Einschwingzeit von rund 10 ms und eine Ausschwingzeit von etwa 1,5 s verwendet wird. Dieser Aussteuerungsmesser ist in erster Linie dafür geeignet, hörbare Überschreitungen der oberen Schranke des Aussteuerungsreiches anzuzeigen. Die Anzeige ist zur Lautheitsbeurteilung oder gar zur Beurteilung der Hörereignisintensität kaum brauchbar. Man erkennt dies schon daran, daß kurze Signalpausen (kürzer als 1 s) fast völlig ignoriert werden.

In der Praxis wird der Signalpegel in der Mehrzahl der Fälle so hoch wie möglich eingestellt. Der Fachmann, der den Aussteuerungsmesser überwacht, fertigt im Kopf eine „Statistik“ der beobachteten kurzzeitigen Überschreitungen der oberen Aussteuerungsgrenze an. Er stellt dann den mittleren Signalpegel möglichst so ein, daß die Überschreitungswahrscheinlichkeit an den Stellen des höchsten gleitenden Pegels etwa 1 % erreicht. Ziel dieser Art der Aussteuerung ist es, „über alles“ gesehen einen möglichst hohen Aussteuerungsgrad zu erreichen, also möglichst häufig Vollaussteuerung zu erreichen. Hierbei spielt vor allem der Wunsch eine Rolle, einen möglichst hohen Störabstand zu erzielen.

Da der Aussteuerungsmesser keine sicheren Informationen über die Hörereignisintensität liefert, führt die genannte Art der Aussteuerung zu Schwierigkeiten. Einerseits werden gestalterische Gesichtspunkte nicht in wünschenswertem Maße berücksichtigt, zum anderen ergeben sich störende Lautheitssprünge an Stellen, an denen sich der Signalcharakter wesentlich ändert (z. B. an Übergängen Musik-Sprache).

Diese Erscheinungen haben bekanntlich zu Beschwerden der Hörer geführt. Als Abhilfemaßnahme, die sich im großen und ganzen auch bewährt hat, wurden die **Aussteuerungsrichtlinien** geschaffen. Es handelt sich um pauschale Angaben zur Pegelkorrektur an Übergängen Musik-Sprache und Sprache-Musik. Die Angaben berücksichtigen in gewissem Maße den Charakter der jeweiligen Sendung. Durch Anwendung der Aussteuerungsrichtlinien werden die Nachteile des Aussteuerungsmessers bei der Beurteilung der Hörereignisintensität teilweise kompensiert. Zum Teil werden gestalterische Gesichtspunkte berücksichtigt; bei Magazinsendungen wird z. B. die Sprache gegenüber der Musik hervorgehoben.

Die Aussteuerungsrichtlinien gehen allerdings auf individuelle Merkmale der Programmteile naturgemäß nicht ein. Dies zu berücksichtigen bleibt Sache des beurteilenden und aussteuernden Fachmannes. Da dieser seine Aufgabe aus den weiter oben genannten Gründen mit dem ihm zur Verfügung stehenden Meßgerät nur unvollkommen erfüllen kann, muß jedoch festgestellt werden, daß sich beim heutigen Stand der Aussteuerungstechnik differenzierte gestalterische Wünsche kaum realisieren lassen. Außerdem fehlt eine zuverlässige Information über die Änderung der Hörereignisintensität beim Hörer.

5. Bewertung des Programmaterials für die Aussteuerung an Übergängen

Wir haben bereits festgestellt, daß bei der heute üblichen Praxis Aussteuerungsprobleme vor allem an den Übergängen zwischen Programmteilen unterschiedlichen Charakters auftreten. Auf diese Übergänge soll deshalb etwas genauer eingegangen werden: Eine wesentliche Grundlage für die folgenden Bemerkungen stellt die Hypothese dar, daß unser Gedächtnis für Änderungen der Hörereignisintensität zeitlich begrenzt ist. Es umfaßt wahrscheinlich etwa die jeweils letzten 10 s.

Als Ziel der Aussteuerung an Übergängen wird im allgemeinen **Ausgewogenheit** verlangt. Damit ist eine Aussteuerung gemeint, die von möglichst vielen Hörern akzeptiert wird (Akzeptanz als Gütekriterium).

5.1. Übergang Musik-Musik

Bei der Beurteilung dieser Übergänge spielt der Charakter der jeweiligen Musikstücke (U-Musik, E-Musik, weiterhin Epoche, Gattung, Form, Besetzung) eine wesentliche Rolle. Stark vereinfachend ist zu sagen, daß E-Musik im allgemeinen eine hohe, U-Musik eine sehr geringe Signalpegeldynamik aufweist.

Bei U-Musik genügt es im allgemeinen, etwa die letzten 10 s eines Musikstückes bezüglich der Hörereignisintensität zu bewerten und im Sinne einer vorausschauenden Regelung den Anfangspegel des nächsten Stückes einzustellen. Eine wirklich zuverlässige Beurteilung der Hörereignisintensität beim Hörer ist, wie wir schon bemerkt haben, nicht möglich. Da U-Musik jedoch nur eine geringe Dynamik hat, genügt es, sendeseitig auf etwa gleiche Hörereignisintensität hin auszusteuern, um auch beim Hörer ähnliche Verhältnisse zu erzeugen. Dabei ergeben sich vergleichsweise die geringsten Probleme.

Bei E-Musik sind die Verhältnisse wesentlich differenzierter zu sehen. Ein Tonmeister, der z. B. eine Folge von musikalischen Teilen auf Band zu einer Einheit zusammenstellt (etwa mehrere Sätze einer Sinfonie), tut dies nach ästhetischen Gesichtspunkten im Rahmen der technischen Möglichkeiten. Er versucht dabei in der Regel auch, sich auf die Hörerwartungen der Hörer und die dort vorliegenden technischen Gegebenheiten einzustellen. Die von ihm als „gelungen“ freigegebene Fassung stellt eine Einheit dar, in die nicht eingegriffen werden sollte. In einer so zusammengestellten Einheit gibt es Teile, die bewußt nicht voll angesteuert sind. Es wäre völlig unangemessen, wenn man diese Teile bei der Sendung etwa auf Vollaussteuerung brächte.

Will man zwei solcher E-Musik-Einheiten unmittelbar aufeinander folgen lassen, so wäre es nicht sinnvoll, einfach eine Aussteuerung auf gleiche Hörereignisintensität (gemessen an den jeweils letzten bzw. ersten 10 s) durchzuführen. Hier ist die Bestimmung einer mittleren Hörereignisintensität über das ganze Stück hinweg notwendig. Dies bedingt, daß alle Programmeinheiten vor der Sendung abgehört und mit einem **Aussteuerungskennwert** versehen werden müssen.

An den Übergängen ergeben sich bei einem solchen Aussteuerungsverfahren unvermeidbare (z. T. sogar musikalisch sinnvolle) Sprünge der gleitenden Hörereignisintensität. Sie können durch genügend lange Ruhepausen (einige Sekunden lang) in ihrer Lästigkeit gemildert werden. Wenn solche Pausen nicht möglich sind, kann es unumgänglich sein, in begrenztem Maße durch Angleichung der jeweils ersten bzw. letzten 10 s die Sprünge in Grenzen zu halten. Die Aussteuerungskennwerte müssen in diesen Fällen Information über den über das ganze Stück gemittelten Pegel einerseits und die gleitenden 10-s-Pegel am Anfang und Ende der Einheit andererseits enthalten. Die Anschlüsse zwischen den Teilen einer Einheit dürfen nicht angetastet werden.

Besondere Probleme können sich in Mischsendungen von U-Musik und E-Musik ergeben. Solche Sendungen sind jedoch selten. Sie haben im allgemeinen den Charakter gehobener U-Musik-Sendungen. Bezüglich der Aussteuerung ist eher wie bei U-Musik zu verfahren.

5.2. Übergang Musik-Sprache

Der Übergang Musik-Sprache ist der schwierigste Übergang überhaupt. Er führt zu den meisten Hörerbeschwerden. Für diese Schwierigkeiten bestehen zweierlei Ursachen:

Die erste Ursache ist physikalischer und technischer Art. Die Signaleigenschaften von Musik sind äußerst unterschiedlich. Je nach Musikart können die Amplitudenstatistiken völlig voneinander abweichen. Sprache ist eine Signalart, die sich wiederum physikalisch grundlegend von Musik jeglicher Art unterscheidet. Ein spezifisches Kennzeichen sind die häufigen kurzen Pausen, die selbst bei fortlaufender Sprache auftreten. Die Anzeige des Aussteuerungsmessers bietet praktisch keine Hilfe zur Beurteilung der Hörereignisintensitäten am Übergang Musik-Sprache.

Die zweite Ursache besteht darin, daß am Übergang Musik-Sprache eine ausgewogene Aussteuerung keineswegs immer darin besteht, daß beide auf die gleiche Hörereignisintensität gebracht werden. Musik und Sprache können je nach Charakter der Sendung und je nach Hörerwartung und Aufmerksamkeit der Hörer unterschiedliche Funktionen im Rahmen der Informationsübermittlung haben. Der Hörer neigt dazu, immer jenen Anteil der Sendung mit höherer Hörereignisintensität hören zu wollen, der ihm im Moment am wichtigsten ist. Dies kann je nach Sendung oder momentanem Aufmerksamkeitszustand die Musik oder die Sprache sein.

Die Aussteuerungsrichtlinien befassen sich insbesondere mit dem Übergang Musik-Sprache. Je nach Charakter der Sendung wird eine positive oder negative Pegeldifferenz angegeben, um die der Pegelsteller im Mittel am Übergang verstellt werden muß, damit erfahrungsgemäß möglichst viele Hörer zufrieden sind. Offen bleibt allerdings, wie der Pegel des Musiksignals etwa bei einem Signal hoher Dynamik am besten zu definieren ist (mittlerer Pegel über das ganze Stück oder gleitender 10-s-Pegel?). Möglicherweise ist es sinnvoll, eine geeignete Kombination des mittleren Langzeitpegels und des gleitenden 10-s-Pegels zu verwenden.

Die Aussteuerungsrichtlinien berücksichtigen keine individuellen Programmeigenheiten. Sofern ein objektiv gemessener Anzeigewert der gleitenden Lautheit vorhanden wäre, gemessen über die jeweils letzten 10 s, könnte dieser zu einer differenzierten Aussteuerungspraxis verwendet werden. Je nach Musikstück und Sprachmerkmalen (individuelle Sprechereigenheiten) könnte von den in den Aussteuerungsrichtlinien genannten Pegeldifferenzen abgewichen werden.

Da jedoch bei der Aussteuerung des Überganges Musik-Sprache nicht in jedem Falle auf gleiche Hörereignisintensität hin ausgesteuert wird, sondern bestimmte Sprünge erzielt werden sollen, spielt die Gleichheit der sendeseitigen und empfangseitigen Abhörbedingungen eine entscheidende Rolle. Eine für jeden Hörer optimale Aussteuerung wäre ohnehin nur erreichbar, wenn man es diesem technisch ermöglichen würde, den jeweiligen Wiedergabepegel für Sprache und Musik getrennt einzustellen.

5.3. Übergang Sprache-Musik

Der Übergang Sprache-Musik führt prinzipiell zu den gleichen Schwierigkeiten wie der Übergang Musik-Sprache. Der Hörer ist jedoch offenbar bereit, wesentlich stärkere Abweichungen der Hörereignisintensität vom jeweiligen Optimalwert in Kauf zu nehmen als beim Übergang Musik-Sprache. Dies kommt daher, daß der Zuhörer jeden Musikeinsatz sozusagen als Neuanfang zu bewerten bereit ist. Der Kontext zur vorangehenden Sprache verliert dadurch an Bedeutung.

6. Automatisierte Aussteuerung

Aussteuerung ist eine Tätigkeit, die eine sorgfältige Schulung und viel Erfahrung erfordert. Darüber hinaus ist es eine Tätigkeit, die zu einem erheblichen Anteil aus Routine besteht, die aber wegen des besonders hohen notwendigen Aufmerksamkeitsgrades sehr anstrengend ist.

In Anbetracht dieser Sachlage wurden Überlegungen angestellt, ob es nicht möglich ist, durch „intelligente“ Aussteuerungseinrichtungen den aussteuernden Fachmann vom Routineanteil seiner Tätigkeit ganz oder teilweise zu entlasten. Als Ergebnis dieser Überlegungen sind Aussteuerungsautomaten entwickelt worden, die insbesondere die Aussteuerung in technischer Hinsicht weitgehend automatisch durchführen und darüber hinaus auf besondere Anweisung hin bestimmte gestalterische Grundregeln (z. B. die Aussteuerungsrichtlinien) zusätzlich berücksichtigen können.

6.1. Stand der Automatisierung

Nach dem Stand der Technik ergibt sich für Aussteuerungsautomaten prinzipiell folgender Aufbau: Sie besitzen zunächst einen Signalanalyseteil, in dem bestimmte geeignete Kennwerte des Programmsignals ermittelt werden (z. B. Kurzzeit- und Langzeit-Amplitudenstatistiken, Augenblickswerte der Amplitude, bewertete Amplituden, Frequenzspektren usw.).

Diese Kennwerte werden mit Hilfe eines kleinen Digitalrechners nach vorgegebenen Rechenprogrammen verarbeitet. Dabei können zusätzlich vom be-

dienenden Fachmann vorzugebende Daten berücksichtigt werden. Weiterhin ist es möglich, bestimmte Kennwerte der Programmteile, die vorher ermittelt wurden (Aussteuerungsparameter vorproduzierter Programmteile, Sprecherkennwerte), in die Berechnungen eingehen zu lassen.

Aufgrund der ihm zur Verfügung stehenden Informationen und Vorgaben berechnet der Aussteuerungsautomat nach vorgegebenen Rechenprogrammen die jeweils optimalen Signalpegel und stellt den Pegelsteller entsprechend ein. Die Rechenprogramme sind so beschaffen, daß nicht nur aufgrund der augenblicklichen Signalkennwerte entschieden wird, sondern die jeweilige Vorgeschichte in notwendigem Maße berücksichtigt wird. Die jeweils verwendeten Berechnungsprogramme ändern sich mit den Signaleigenschaften, sie sind also programmabhängig (adaptive Aussteuerung).

Der aktuelle Entwicklungsstand der automatisierten Aussteuerung wird gut durch den von Dittel entwickelten Automaten dargestellt, dessen Kernstück eine adaptive Pegelstelleinrichtung ist. Sie wird zu Beginn eines jeden Programmteils in eine bestimmte Grundstellung versetzt. Das auszusteuern Signal wird gleichgerichtet und dann mit drei stochastisch-ergodischen Umsetzern daraufhin überprüft, ob es vorgegebene Referenzschwellen mit vorgegebenen Grenzhäufigkeiten überschreitet. Liegt eine solche Überschreitung vor, so erfolgt eine Aussteuerungsmaßnahme, und zwar analog zur manuellen Aussteuerung: auf kurze, einmalige Amplitudenspitzen wird z. B. verhältnismäßig langsam reagiert. Die jeweilige Rückstellgeschwindigkeit hängt von der Amplitudenverteilung des vorausgegangenen Signals ab.

Durch den adaptiven Pegelsteller wird die manuelle Aussteuerung in technischer Hinsicht hervorragend nachgebildet. In Anbetracht der Tatsache, daß manuelle Aussteuerung hohe Aufmerksamkeit erfordert, arbeitet der Automat wahrscheinlich zuverlässiger als ein Mensch. Tests bestätigen dies. Aussteuerungsparameter vorfabrizierter Programmteile, Sprechereigenheiten und die Richtwerte der Aussteuerungsrichtlinien werden durch besondere Eingabe berücksichtigt und wirken sich auf die Grundeinstellung zu Beginn eines jeden Programmteils aus.

In Anbetracht der prinzipiellen Möglichkeiten, die die prozeßrechnergesteuerte automatisierte Aussteuerung nach dem Stand der Technik bietet, ergeben sich allerdings noch beachtliche Weiterentwicklungsmöglichkeiten für den Dittelschen Automaten. Als Einsatzgebiet ist vorerst die Verwendung als Aussteuerungsautomat bei der Sendung geplant. Darüber hinaus dürfte der Automat aber schon jetzt als Aussteuerungshilfe bei der Programmproduktion nutzbringend einsetzbar sein. Er entlastet den Tonmeister, Toningenieur bzw. Tontechniker von der Routinearbeit der Amplitudenüberwachung und Aussteuerung in technischer Hinsicht und verschafft ihm die Möglichkeit, sich stärker auf gestalterische Aufgaben zu konzentrieren.

Für die skizzierten Einsatzzwecke muß der Dittelsche Automat noch so modifiziert werden, daß gewollte Pegelschwankungen nicht durch die Automa-

tik ausgeregelt werden und daß ein vorgegebener Langzeitmittelwert des Signalpegels gehalten wird.

6.2. Zukunftsaussichten

Der Entwicklungsstand der Aussteuerungsautomaten reicht aus, um diese schon jetzt nach technisch geringfügiger Modifikation probeweise als Aussteuerungsautomaten bei der Sendung und als Aussteuerungshilfe bei der Produktion einzusetzen.

In einem begrenzten Anwendungsbereich (z. B. bei Laufbandsendungen) wird der Aussteuerungsautomat bereits jetzt zufriedenstellend arbeiten. Es ist zu vermuten, daß der Automat zwar „Fehler“ machen wird. Diese dürften jedoch nicht gravierender sein als jene, die auch einem Tontechniker infolge nachlassender Aufmerksamkeit während einer 8-Stunden-Schicht unterlaufen können. Im Rahmen der ohnehin unvermeidbaren „Ungenauigkeiten“ bei der manuellen Aussteuerung werden diese „Fehler“ auch nicht als gravierend anzusehen sein.

Die nächstwichtige wesentliche Verbesserungsmaßnahme, die am Automaten durchzuführen sein wird, entspricht derjenigen, die für den Aussteuerungsprozeß generell vorzuschlagen ist: Es wird ein Meßwert benötigt, der in guter Korrelation zu der Hörereignisintensität unter den Abhörbedingungen des „normalen“ Hörers steht. Hierfür bietet sich nach dem Stand der Technik ein gleitendes 10-s-Integral über die Spitzenwerte einer nach dem erweiterten Zwicker-Verfahren ermittelten, objektivierten Augenblickslautheit an. Mit Hilfe eines solchen Meßwertes kann der Automat so programmiert werden, daß er die durch die Aussteuerungsrichtlinien vorgeschlagenen Pegeldifferenzen unter Berücksichtigung des jeweils aktuellen Lautheitsmeßwertes individuell abändert. Weiterhin ist denkbar, daß weitere einfache gestalterische Regeln in das Steuer- und Regelprogramm übernommen werden. Nach Berücksichtigung der Lautheit wird sich zeigen, welche Verbesserung die Berücksichtigung eines weiteren Parameters (z. B. eines objektivierten, aus dem Spektrum abgeleiteten Maßes für die Eindringlichkeit der Klangfarbe) zusätzlich bringen wird und ob eine solche Verbesserung ökonomisch vertretbar ist.

Andere Entwicklungsmöglichkeiten des Automaten bestehen z. B. darin, daß man ihn Sprecherkennwerte durch Vorsprechen eines Testsatzes selbst berechnen läßt. Eine Erkennung des semantischen Charakters der Programmteile ist grundsätzlich denkbar (z. B. Sprache-Musik-Diskrimination). In weiterer Zukunft werden auch gewisse Funktionen aus dem Bereich der Spracherkennung (z. B. Unterscheidung zwischen Nachrichtensprecher und Magazin-Wortbeitrag) möglich sein. Für solche komplizierten Erkennungsaufgaben, aber auch schon für eine vorausschauende Aussteuerung im klassischen Sinne, wird man bei Livesendungen eine Verzögerung von einigen Sekunden zwischen Programmanlieferung und Sendung in Kauf nehmen müssen.

Der Einsatz von Aussteuerungsautomaten bei der Sendung und von intelligenten Aussteuerungshilfen bei der Produktion wird wertvolle Daten für die dem Aussteuerungsprozeß zugrundeliegenden psychoakustischen und psychologischen Zusammenhänge liefern. Eines wird ein Automat in absehbarer Zeit

allerdings nicht können: Er wird über einige maschinenhafte, stereotype Grundverhaltensmuster hinaus keine wirklich gestaltende Aussteuerung vornehmen können. Er wird allerdings Anweisungen des Tonmeisters oder Toningenieurs bezüglich der Gestaltung entgegennehmen und nach programmierten Regeln ausführen können. Möglicherweise wird der Tonmeister eines Tages seine Aussteuerungsanweisungen in eine besondere maschinenlesbare Aussteuerungspartitur eintragen und automatisch ausführen lassen.

7. Schlußfolgerungen

Aussteuerung in ihrer heute praktizierten Form ist noch weit von einer optimalen Aussteuerung entfernt. Gestalterische Gesichtspunkte können aufgrund technischer Zwänge und mangels genauerer Information über die Hörereignisintensitäten beim Hörer nur in sehr grober Weise berücksichtigt werden. Ein weniger starker Zwang zur Vollaussteuerung und damit ein größerer Gestaltungsspielraum könnte durch den Einsatz von Kompandersystemen erreicht werden. Diese würden auch einer empfängerseitigen Anpassung der Signaldynamik an die individuellen Abhörbedingungen beim Hörer dienlich sein.

Um Information über die Hörereignisintensität beim Hörer zu gewinnen, empfiehlt es sich, dem aussteuernden Fachmann als zusätzlichen Meßwert die objektivierte Augenblickslautheit nach dem erweiterten Zwicker-Verfahren bzw. ein gleitendes 10-s-Integral über diese Größe anzubieten. Diese Größe ist zwar noch kein genaues Maß für die Hörereignisintensität, kommt ihr aber schon sehr nahe, solange mit großer Signalpegeldynamik gearbeitet wird. Die nächstgewichtige Komponente „Eindringlichkeit der Klangfarbe“ wird um so bedeutender, je weiter die Pegeldynamik eingeengt wird. Dies ergibt sich, da sie sich empfangsseitig als Steigerung der Hörereignisintensitätsschwankung auswirkt, ohne daß dafür die Signalpegeldynamik erhöht werden muß.

Trotz der vorgeschlagenen Verbesserungen der Aussteuerungstechnik wird sich auch in Zukunft zeigen, daß jede Aussteuerungspraxis immer nur einen Kompromiß schaffen kann, der einen möglichst großen Teil der Hörer befriedigt (optimale Aussteuerung). Die optimale Aussteuerung läßt sich dort am leichtesten erzielen, wo ein klar definiertes Gütekriterium vorhanden ist. Dies gilt insbesondere für die Aussteuerung bei der Sendung, welche durch den Akzeptanzgrad der Hörer beurteilbar ist. Durch individuellere Anwendungen der Aussteuerungsrichtlinien im Zuge der vorgeschlagenen technischen Verbesserungen wird sich der Akzeptanzgrad erhöhen lassen.

Der Einsatz von Sendeautomaten für die automatische Aussteuerung bei der Sendung scheint bereits heute ohne weiteres möglich. Er sollte allerdings zunächst unter der Aufsicht von Tontechnikern erfolgen, die bei Auftreten von Diskrepanzen in den Aussteuerungsprozeß eingreifen.

Die Verfasser danken Dipl.-Ing. D. Schlichthärle für wertvolle Hilfe bei der Durcharbeitung der Literatur und für das Beisteuern einiger wichtiger Gedanken. Diesem Aufsatz liegt ein Gutachten zugrunde, das im Auftrag des WDR Köln erstellt wurde.

SCHRIFTTUM

- [1] Sommerville, T.; Brownless, S. F.: Listeners' sound level preferences. The BBC Quarterly 3 (1948), S. 245 bis 250 und 5 (1950), S. 57 bis 64.
- [2] Clark, M.; Milner, P.: Dependence of timbre on the tonal loudness produced by musical instruments. J. of the Audio Eng. Soc. 12 (1964), S. 28 bis 31.
- [3] Ilmonen, K.: How people listen to speech and music. E.B.U. Rev. Tech. No. 87 (1964), S. 198 bis 201.
- [4] Mitlacher, S.: Über die Aussteuerung von Sprach- und Musikübertragungen. Rundfunktech. Mitt. 8 (1964), S. 17 bis 20.
- [5] Billardon, M.: The artistic balance between sound and music volumes in sound broadcasting. E.B.U. Rev. Tech. No. 94 (1965), S. 238 bis 244.
- [6] DIN 45 406: Aussteuerungsmesser für elektroakustische Breitbandübertragung. Beuth Verlag Berlin und Köln, 1966.
- [7] DIN 45 631: Berechnung des Lautstärkepegels aus dem Geräuschspektrum, Verfahren nach E. Zwicker. Beuth Verlag Berlin und Köln, 1967.
- [8] Jakubowski, H.: Das Problem der Programmlautstärke. Rundfunktech. Mitt. 12 (1968), S. 53 bis 58.
- [9] Müller, K.: Welche Konzertdynamik wünscht der Rundfunkhörer? Rundfunktech. Mitt. 14 (1970), S. 268 bis 274.
- [10] Rothe, E.: Aussteuerung — ein ungelöstes Problem. Fernseh- u. Kinotech. 24 (1970), S. 79 bis 84.
- [11] Jakubowski, H.: Analyse des Programmaterials des Hörrundfunks. Rundfunktech. Mitt. 15 (1971). S. 275 bis 284.
- [12] Schiesser, H.: Optimale Lautstärke von Rundfunkprogrammen beim Hörer und im Studio. Fernseh- und Kinotech. 25 (1971), S. 391 bis 397.
- [13] A K 3: Richtlinien für die Aussteuerung im Tonrundfunk. IRT, Hamburg 1972.
- [14] Fricke, J.: Aussteuerung und Lautheitsempfindung dynamischer Grade. Fernseh- u. Kinotech. 26 (1972). S. 121 bis 124.
- [15] Krause, M.: Digitale Aussteuerungsmessung für die Automatisierung des Tonstudios. Fernseh- u. Kinotech. 26 (1972), S. 189 bis 192.
- [16] Condamines, R.: A psychophysical investigation of the control of sound volume in programme production. E.B.U. Rev. Tech. No. 140 (1973), S. 162 bis 168.
- [17] Dittel, V.: Programmierte Aussteuerung im automatisierten Sendebetrieb. Rundfunktech. Mitt. 19 (1975), S. 1 bis 8.
- [18] Dickreiter, M.: Pegelanzeige und Lautstärkeempfindung bei der Aussteuerung des Tons. Fernseh- u. Kinotech. 31 (1977), S. 317 bis 322.
- [19] Zwicker, E.: Procedure for calculating loudness of temporally variable sounds. J. of the Acoust. Soc. Am. 62 (1977), S. 675 bis 682.
- [20] Patterson, B.: Musical dynamics. Scientific Am. 231 (1978), S. 78 bis 95.
- [21] Steffen, E.: Untersuchungen zur lautstärkegerechten Aussteuerung von Rundfunk-Tonsignalen. Tech. Mitt. RFZ 22 (1978), S. 66 bis 72 und S. 78 bis 82.
- [22] Fricke, J.: Kompression zur Herstellung natürlicher dynamischer Verhältnisse beim Abhören unter verschiedenen umweltbedingten Störschalleinflüssen. Berichte über die 11. Tonmeistertagung, Berlin 1978.

SATELLITENTECHNIK — VERTEILER- UND RUNDFUNKSATELLITEN¹VON ROLF SÜVERKRÜBBE²

Manuskript eingegangen am 1. Februar 1980

Satellitenversorgung

Zusammenfassung

In Europa sind in nächster Zukunft zwei unterschiedliche Anwendungsgebiete für die Fernsehübertragung über Satelliten abzusehen. Das eine umfaßt die Verteilung von Programmen, z. B. im Eurovisionsnetz, von einem Punkt an eine Anzahl verschiedener Einspeisepunkte in die jeweiligen nationalen Netze. Hierzu werden Satelliten vom Typ des ECS (European Communication Satellite) eingesetzt werden. Solche Satelliten könnten unter Umständen auch für Zwecke der Außenübertragung (Outside Broadcasting) ausgenutzt werden. Das zweite Anwendungsgebiet ist eine Direktausendung zum Teilnehmer mit Rundfunksatelliten höherer Sendeleistung und stärkerer Antennenbündelung. Hierzu zählen derzeit in der Entwicklung befindliche französische und deutsche Projekte. Beispiele beider Satellitentypen werden beschrieben und Einsatzmöglichkeiten werden gezeigt.

Summary Satellite technique — Distribution and broadcasting satellites

In Europe, two different fields of application may be expected in the near future for television transmission by satellite. One of these consists in the distribution of the programmes, for example, in the Eurovision Network, from a point to a number of different injection points in the various national networks. For that purpose, use will be made of satellites of the ECS (European Communication Satellite) type. Such satellites could, if necessary, also be utilised for the purposes of outside broadcasting. The second field of application is direct broadcasting to the viewers, using broadcasting satellites having transmitters of higher powers and antennae of narrower apertures. These include the French and German projects at present being developed. The article describes examples of both types of satellites and indicates the possibilities of application.

Sommaire Radiodiffusion par satellite

On prévoit dans un proche avenir, en Europe, deux types d'applications différents pour la télévision par satellite. Le premier consiste à distribuer des programmes, dans le cadre de l'Eurovision par exemple, d'une origine vers différents points d'injection sur les réseaux nationaux. Cette application sera réalisée grâce aux satellites du type ECS (Satellite de télécommunications européen). Ces satellites pourraient également dans certains cas assurer la transmission de reportages. La seconde application consiste en une diffusion directe vers les téléspectateurs au moyen de satellites de radiodiffusion plus puissants et d'antennes à faisceau plus concentré. Les projets français et allemand en cours d'étude entrent dans cette catégorie. L'article décrit des exemples de ces deux types de satellites et présente des possibilités d'applications.

Einleitung

Bei der Übertragung von Fernseh- oder Tonrundfunkprogrammen über Satelliten besteht ein wichtiger Unterschied zwischen Verbindungen, die dem sogenannten Festen Funkdienst über Satelliten zugerechnet werden und dem Satellitenrundfunk. Im ersten Fall handelt es sich im Prinzip um Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, im zweiten Fall um Aussendungen, die für die Öffentlichkeit bestimmt sind. Daraus ergeben sich unterschiedliche technische Konzepte. Da es sich um verschiedene Funkdienste handelt, sind im allgemeinen auch die Frequenzzuweisungen unterschiedlich. In **Tabelle 1** sind einige der Unterschiede zusammengestellt.

1. Programmverteilung über Satelliten

Im Festen Funkdienst über Satelliten ist nicht nur eine Verbindung zwischen 2 festen Punkten leichter möglich als beim terrestrischen Festen Funkdienst (Richtfunk), sondern z. B. auch eine Verteilung, d. h. die Verbindung von einem zentralen Punkt über den Satelliten an eine größere Anzahl von Empfangsstationen. Dabei ist grundsätzlich eine Übertragung in beiden Richtungen und auch eine Verbindung zwischen beliebigen Stationen im Netz möglich. Solche

	Fester Funkdienst über Satelliten	Satellitenrundfunk
Frequenzbereiche zwischen 10 und 15 GHz	10,95–11,20 GHz ↓ ↑ 11,45–11,70 GHz ↓ 12,50–12,75 GHz ↓ ↑ 14,00–14,50 GHz ↑	11,7–12,5 GHz ↓
Antennendurchmesser d. Bodenanlagen	3–19 m	90–180 cm
Empfangseinrichtungen	aufwendig	einfach
Sendeleistung des Satelliten	niedrig (<20 W)	hoch (250 W)
Bedeckungszone	groß (Europa)	klein (national)

Tabelle 1
Gegenüberstellung
Fester Funkdienst über Satelliten/Satellitenrundfunk

Anmerkung:

Nach Inkrafttreten der Schlußakten der Funkverwaltungskonferenz 1979 gelten ab 1. 1. 1982 für den Festen Funkdienst über Satelliten in der Region 1 (Europa, Afrika, UdSSR) folgende Frequenzzuweisungen zwischen 10 und 15 GHz:

10,70–11,70 GHz ↓ ↑
12,50–12,75 GHz ↓ ↑
12,75–13,25 GHz ↑
14,00–14,80 GHz ↑

Beim Satellitenrundfunk tritt in der Region 1 keine Änderung ein.

¹ Nach dem Manuskript eines Vortrags, gehalten auf der 7. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG), Dortmund, 17. bis 21. September 1979.

² Ing. (grad.) Rolf Süverkrübbe ist Leiter des Arbeitsbereiches Rundfunksysteme im Institut für Rundfunktechnik, München.

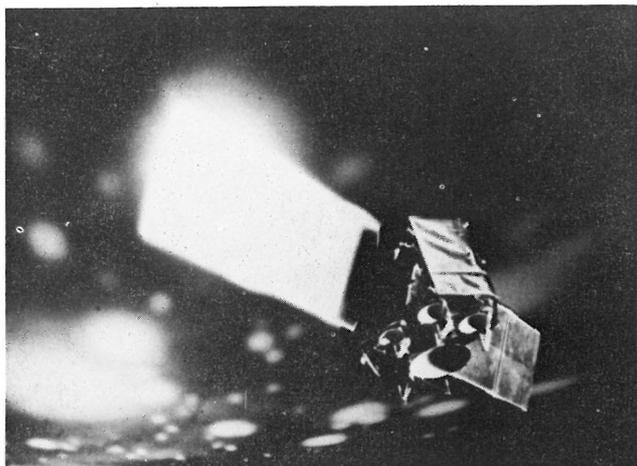


Bild 1
Künstlerische Darstellung des OTS im Orbit

Satellitensysteme können bei Einsatz von mehreren Satelliten globale Bedeckung erreichen, wie z. B. bei Intelsat, oder sie können regional begrenzt sein. Regionale Systeme arbeiten zur Zeit in den USA, den UdSSR, in Kanada, Indonesien und anderen Ländern. Fast alle arbeiten im Frequenzbereich um 4 GHz auf der Abwärtsstrecke und bei 6 GHz auf der Aufwärtsstrecke. Versuchssysteme bei 11 bzw. 14 GHz gibt es bereits in Kanada, Japan und in Westeuropa (OTS). Die Verwendung höherer Frequenzbereiche macht diesen Dienst für Rundfunkanwendungen noch interessanter, da kleinere Antennen an den Erdefunkstellen verwendet werden können und die Koordinierung mit Richtfunknetzen einfacher ist. Aus diesen Gründen können die Erdefunkstellen näher bei den Programzentren liegen und niedrigere Leitungskosten sind zu erhoffen. Die Erdefunkstellen der Deutschen Bundespost befinden sich zum Beispiel für den Bereich von 4 bzw. 6 GHz in Raisting südlich des Ammersees in Oberbayern, während die Anlagen für 11 bzw. 14 GHz bei Usingen im Taunus in der Nähe Frankfurts stehen oder errichtet werden.

Hier ist natürlich die Situation im europäischen Eurovisionsnetz besonders interessant. Im Mai 1978

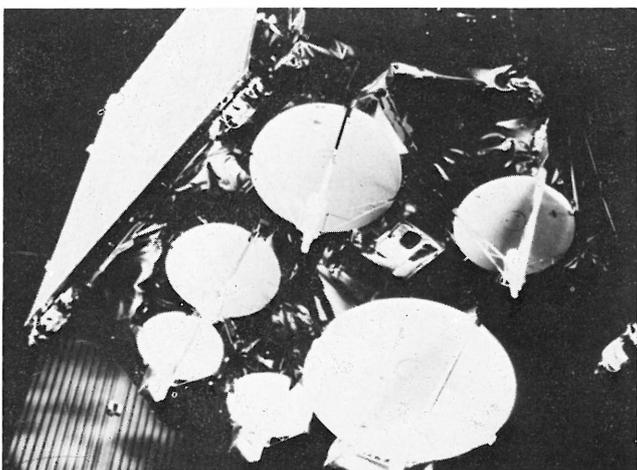


Bild 2
Flugmodell des OTS in der Testkammer zur Sonnensimulation (CNES, Toulouse)

wurde der OTS 2 (Orbital Test Satellite) der ESA (European Space Agency) erfolgreich gestartet. Dieser Satellit sendet im 11-GHz-Bereich mit einer Leistung von etwa 15 W. Für die Aufwärtsverbindung zum Satelliten wird der 14-GHz-Bereich verwendet. Die Bedeckungszonen der Sende- und Empfangsantenne umschließen die gesamte europäische Rundfunkzone, d. h. Europa und die Mittelmeeranlieger in Nordafrika und im Nahen Osten. Außerdem wird über eine „Spotbeam“-Antenne Zentraleuropa bestrahlt. Einige technische Einzelheiten des OTS sind den **Bildern 1 bis 5** zu entnehmen.

Wie der Name sagt, handelt es sich beim OTS um einen Testsatelliten, der eine Vielzahl von Experimenten ermöglicht, darunter Ausbreitungsmessungen und Fernsehübertragungsversuche mit den Parametern eines künftigen Satellitenrundfunks. An diesen Versuchen beteiligt sich auch das IRT. Erste Berichte darüber wurden bereits veröffentlicht. Hauptzweck des OTS ist jedoch die Vorbereitung auf das ECS-Projekt (European Communication Satellite). Die technischen Daten des ECS sind dem OTS ähnlich, die Kapazität ist jedoch größer. **Bild 6** zeigt die Bedeckungszonen der ECS-Antennen.

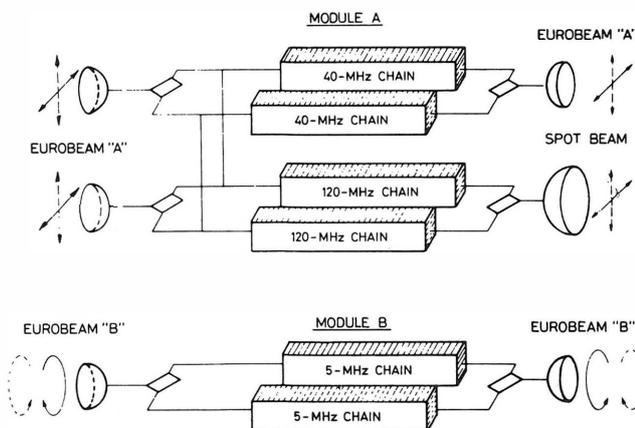


Bild 3
Die nachrichtentechnische Nutzlast des OTS

Der erste Start eines ECS ist für Ende 1981 vorgesehen, der zweite Start eines Satelliten für Reservezwecke 10 Monate später. 3 weitere Satelliten und 3 Raketen wurden bereits in Auftrag gegeben, um einen sicheren Betrieb für zunächst 10 Jahre gewährleisten zu können. Nachdem die Satelliten in Betrieb genommen worden sind, werden sie Eigentum der Interim-Eutelsat-Organisation, die auch das Management betreibt. Mitglieder in dieser Organisation sind die beteiligten nationalen Fernmeldeverwaltungen. Zunächst werden nur 3 bis 4 Erdefunkstellen in Betrieb sein. Bis 1983 sollen 15 und schließlich 20 bis 25 Erdefunkstellen vorhanden sein.

Neben der Abwicklung eines Teils des europäischen Fernmeldeverkehrs über das ECS-System benötigt auch die UER zwei Transponder für die Übertragung hochqualitativer Fernsehsignale sowie dazugehöriger Tonsignale, Kommentare und Regiedaten.

Sowohl der OTS als auch der ECS bieten die interessante technische Möglichkeit einer Fernseh-

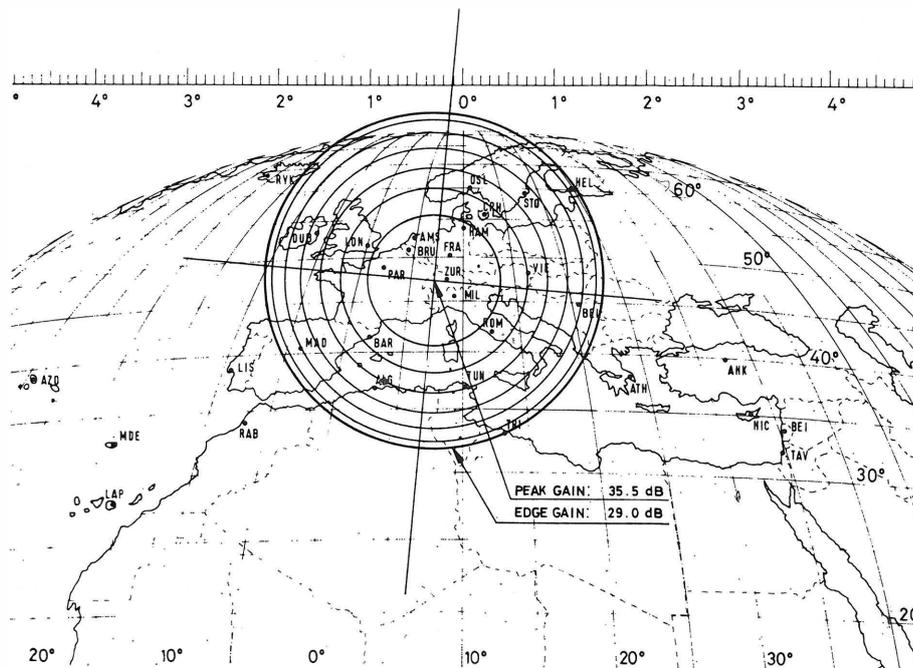


Bild 4

Strahlungsdiagramm der „Spotbeam“-Antenne des OTS (ohne Ausrichtfehler)

außenübertragung (Outside Broadcasting) von relativ kleinen, beweglichen Erdefunkstellen über den Satelliten zu den anderen Stationen im Netz. Eine solche transportable Station wurde von der Britischen IBA (Independent Broadcasting Authority) aufgebaut und im Versuchsbetrieb über den OTS bei verschiedenen Gelegenheiten wie der IBC (International Broadcasting Convention) 1978 in London oder dem Fernsehsymposium 1979 in Montreux eingesetzt. Die **Bilder 7 bis 9** zeigen die IBA-Anlage und eine ebenfalls bei diesen Demonstrationen verwen-

dete kleine Empfangsanlage mit 3-m-Antenne. Die Sendeantenne hat einen Durchmesser von 2,5 m, ist auf einem Anhänger montiert und daher leicht transportabel. Der dazugehörige 2-kW-Klystronsender ist mit den erforderlichen Kontrolleinrichtungen in einer 3 m x 2,5 m großen Kabine aufgebaut, die ebenfalls gut transportabel ist. Die Antenne wird auf den Satelliten ausgerichtet, indem zunächst ein Baken-signal empfangen und dessen Maximum aufgesucht wird. Bei der Lagestabilität der genannten Satelliten ist eine Antennennachführung nicht notwendig.

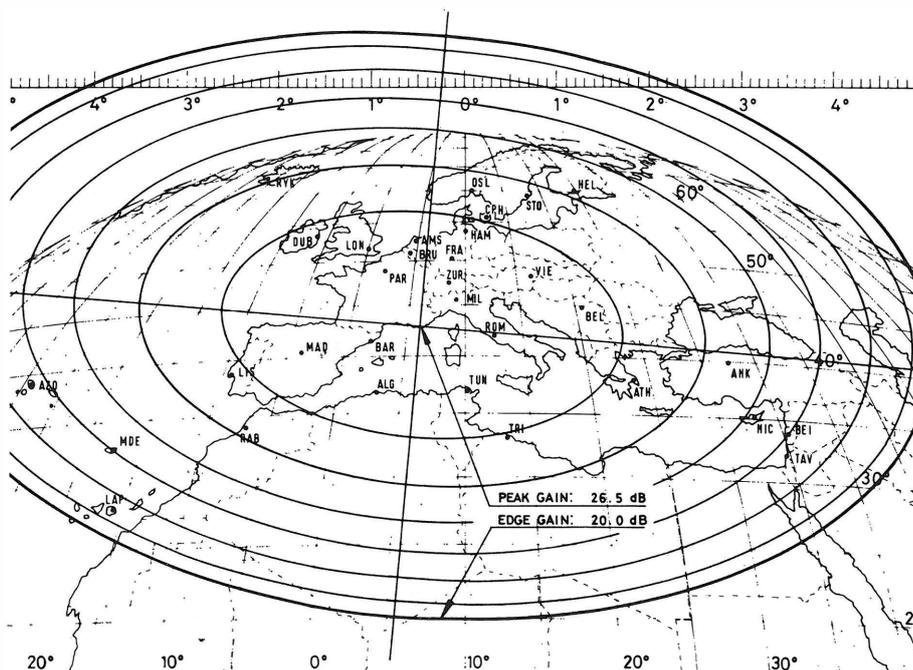


Bild 5

Strahlungsdiagramm der „Eurobeam A“-Antenne des OTS (ohne Ausrichtfehler)

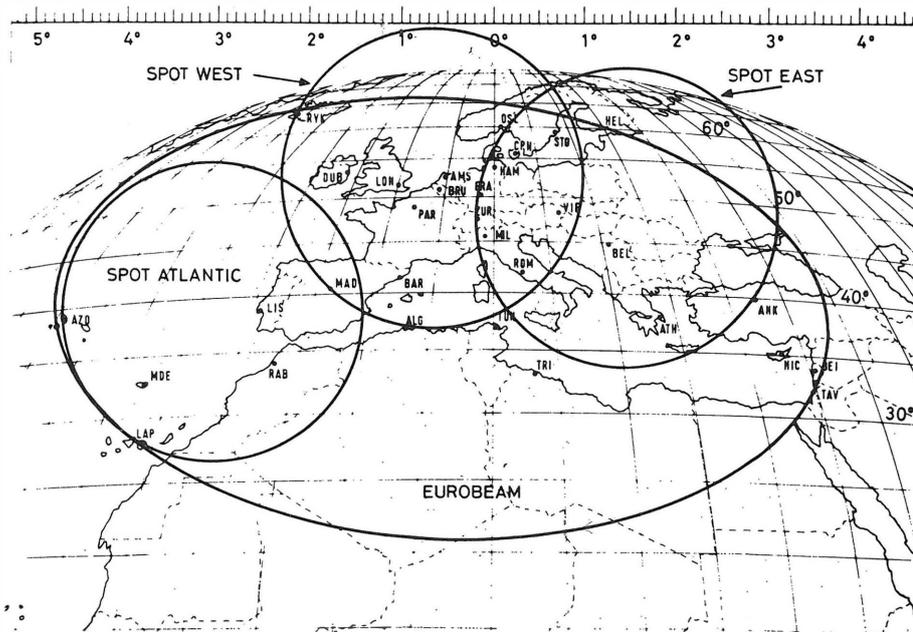


Bild 6

Vorgesehene Bedeckungszonen des ECS

Die beschriebene, sehr attraktive Verwendung kleiner beweglicher Sendeerdefunkstellen ist in ihrer Anwendung leider durch die zur Zeit bestehenden international gültigen Vorschriften der UIT, der Internationalen Fernmeldeunion, erschwert. Diese verlangen, daß eine Erdefunkstelle, die in bestehenden Satellitensystemen mehr als eine sehr eng tolerierte Erhöhung des Störgeräusches verursacht, erst nach leider sehr zeitraubenden Koordinierungsverhandlungen den Betrieb aufnehmen darf. Eine Überschreitung dieser Toleranzgrenze tritt nun in der Praxis immer ein bei der Verwendung sehr kleiner Sendeantennen mit breiter Strahlungskeule, größeren Nebenzipfeln und geringerem Gewinn, der durch höhere Sendeleistung kompensiert wird. Bei einer notwendigen Koordinierung an jedem Einsatzort einer transportablen Station wird aber ein Einsatz aus aktuellem Anlaß unmöglich.

Als Auswege aus dieser Situation bieten sich zwei Möglichkeiten an: Die erste ist die Verringerung der Störungen durch verbesserte Antennen, durch die Anwendung digitaler Modulationsverfahren und durch Leistungsreduzierung. Durch die Leistungsreduzierung würde sich die Übertragungsqualität, die ohnehin unter dem Eurovisionsstandard liegt, weiter verschlechtern, könnte allerdings für gewisse aktuelle Übertragungen durchaus noch akzeptiert werden. Eine zweite Möglichkeit wäre die Zuordnung eines Teils der benutzten Frequenzbänder durch die kommende Funkverwaltungskonferenz speziell für derartige Anwendungen. Beide Möglichkeiten werden besonders von der IBA untersucht. Eine weitere Schwierigkeit tritt dann auf, wenn (wie es meist der Fall ist) die Frequenzbänder des Festen Funkdienstes über Satelliten gleichzeitig dem Richtfunk zugewiesen sind. Dann nämlich wäre die mobile Erde-

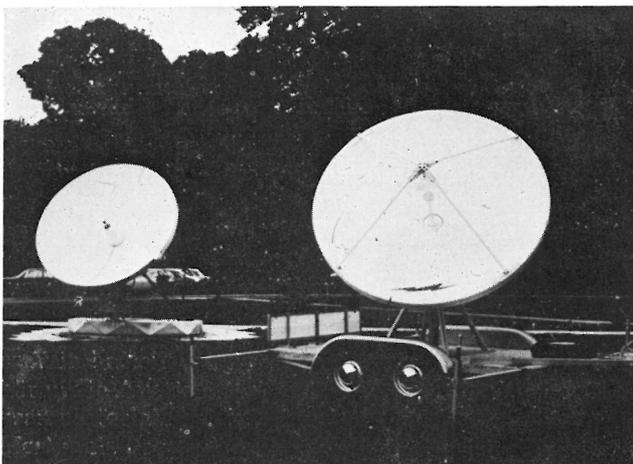


Bild 7

Transportable Sendeantenne der IBA, im Hintergrund die OTS-Empfangsantenne der IBA in Winchester

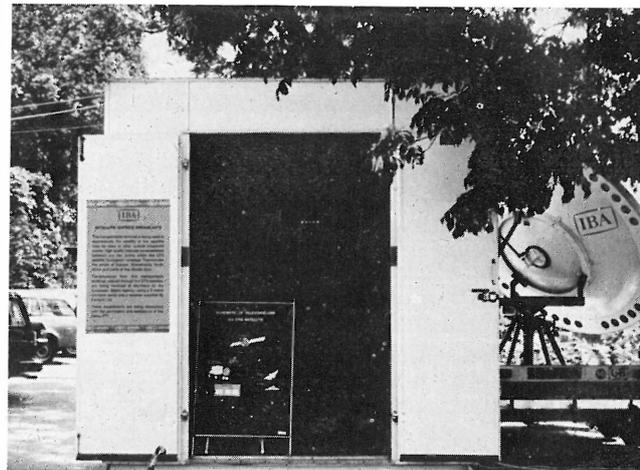


Bild 8

Transportable Sendeanlage der IBA, aufgebaut in Montreux

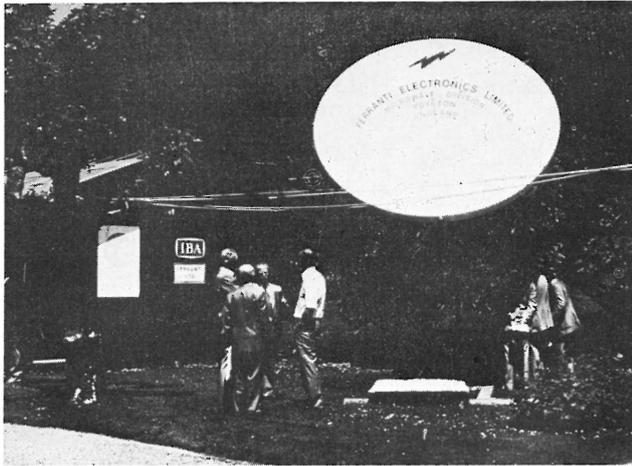


Bild 9
OTS-Erfangsanlage von IBA/ESA/Ferranti,
aufgebaut in Montreux

funktelle auch noch jeweils mit dem örtlichen Richtfunknetz zu koordinieren. Die Verwendung dieser Frequenzbänder müßte daher vermieden werden.

Inzwischen hat die Weltweite Funkverwaltungs-konferenz 1979 einerseits die Toleranzgrenze für eine notwendige Koordinierung angehoben und andererseits den Beweglichen Funkdienst über Satelliten im Frequenzbereich 14,0 bis 14,5 GHz zugelassen [2]. Damit sind künftig die Möglichkeiten für Außenübertragungen über Satelliten etwas verbessert.

2. Rundfunksatelliten

Auf der Funkverwaltungs-konferenz (WARC) 1977 wurden die technischen Parameter für den Satellitenrundfunk im 12-GHz-Bereich festgelegt und ein Plan über die Zuteilung von Kanälen und Orbitpositionen an die einzelnen Länder aufgestellt. Dieser Plan trat am 1. Januar 1979 in Kraft.

Seither ist jedoch noch nirgendwo ein derartiges operationelles Satellitenrundfunksystem in Betrieb genommen worden oder auch nur zu einem festen Termin angekündigt worden. Zur Zeit sind lediglich 3 Satelliten mit niedrigerer Sendeleistung in Betrieb, über die in gewissem Umfang vorbereitende Experimente zum Satellitenrundfunk durchgeführt werden. Dies sind CTS/Hermes in Kanada, BSE/Yuri in Japan und OTS in Westeuropa.

Experimentelle oder präoperationelle Satelliten mit voller Leistung, die später einen einfachen Übergang in den operationellen Betrieb gestatten, befinden sich an mehreren Stellen in der Studienphase.

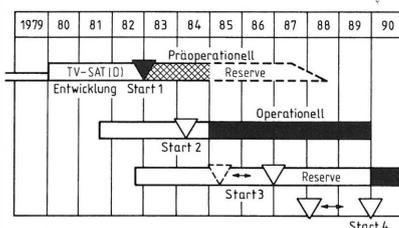


Bild 10
Konzept einer Programmplanung für die Einführung
des Satellitenfernsehens

Bekannt sind derartige Studien in Frankreich, Skandinavien und der Bundesrepublik Deutschland.

In der Bundesrepublik befindet sich das Projekt eines Satelliten mit 3 Kanälen zur nationalen Versorgung seit dem 17. 7. 1979 in der sogenannten Phase C, in der die endgültigen technischen Einzelheiten festgelegt werden und ein Festpreisangebot erarbeitet werden soll. Die Laufzeit der Phase C sollte 4 Monate betragen und danach eine endgültige Entscheidung über das Projekt erfolgen, da als Baubeginn (Phase D) der 1. 1. 1980 angestrebt wurde. Eine Kabinettsvorlage am 20. 6. 1979 wurde nur zur Kenntnis genommen. Ziel des Projektes war ein Start Ende 1982, danach eine 2- bis 3jährige experimentelle Phase und dann (nach einer weiteren Entscheidung) ein Übergang in den operationellen Betrieb mit dem Start eines weiteren, eventuell 5kanaligen Satelliten (Bild 10).

In Frankreich ist ein sehr ähnliches Projekt etwa gleich weit fortgeschritten. Eine deutsch-französische Zusammenarbeit wird von beiden Seiten angestrebt. Eine Entscheidung über die Verwirklichung und die Form dieser Zusammenarbeit muß noch in der Phase C fallen; eine positive Entscheidung hat sicherlich aufschiebenden Einfluß auf die Terminplanung.

Inzwischen wurde beschlossen, in einem deutsch-französischen Gemeinschaftsprojekt je einen 3kanaligen Satelliten pro Land zu bauen. Durch die notwendigen Vertragsverhandlungen und die technische Koordinierung wird sich die Terminplanung um voraussichtlich etwa ein Jahr hinauszögern. Der Start eines ersten deutschen Satelliten ist demnach nicht vor Ende 1983, Anfang 1984 zu erwarten.

Während in der Bundesrepublik zur Zeit die Übertragung von je einem Fernsehprogramm in den beiden ersten Kanälen und die einer Vielzahl (12 bis 20) von Hörfunkstereoprogrammen im 3. Kanal vorgesehen ist, ist in Frankreich die Aussendung von 2 Fernsehkanälen geplant, die Verwendung des 3. Kanals jedoch noch offen. Zeitweise wurde eine Zusammenarbeit mit Luxemburg erwogen, doch wird diese neuerdings offenbar wieder weniger favorisiert. Möglich sind auch andere Beteiligungen.

Die skandinavischen Länder studieren derzeit das Nordsat-Projekt zur Versorgung aller ihrer Länder sowie Finnlands, Islands, der Färöer und eines Teils von Grönland über Satelliten. Varianten reichen von einem gemeinsamen bis hin zur Verbreitung von insgesamt 13 Fernsehprogrammen. In jedem Fall wünscht man jedoch bei jedem Fernsehprogramm die zusätzliche Aussendung von 2 bis 3 Tonprogrammen und

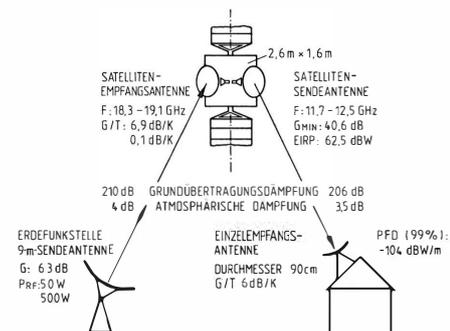


Bild 11
Übertragungsschema eines Rundfunksatelliten

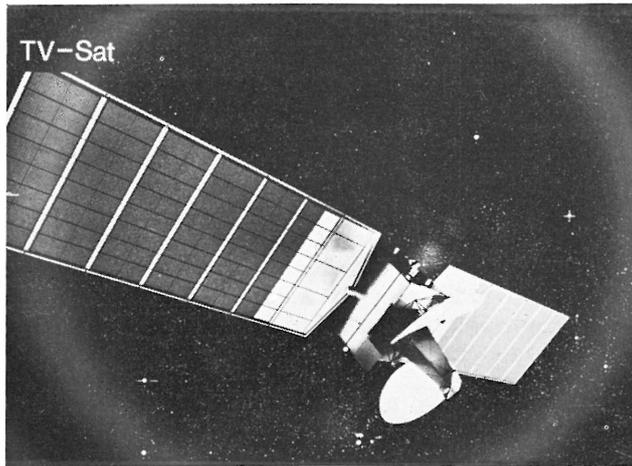


Bild 12

Künstlerische Darstellung des D-TV-SAT

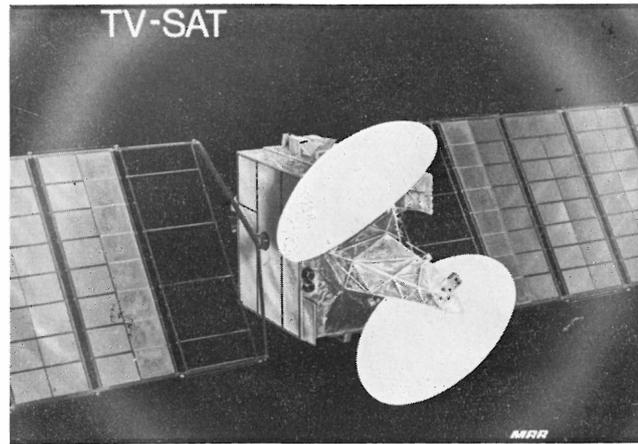


Bild 12a

Künstlerische Darstellung des D-TV-SAT

5 Kommentaren hoher Übertragungsqualität. Eine Verwirklichung dieses Projektes ist sicherlich nicht vor 1986 zu erwarten.

Verschiedentlich tauchen Vermutungen über einen Plan Luxemburgs auf, einen Rundfunksatelliten in den USA oder auch bei europäischen Firmenkonsortien in Auftrag zu geben. Konkrete Einzelheiten sind hierüber nicht bekannt. Da jedoch von der Auftragserteilung bis zum Start 2^{1/2} bis 3 Jahre benötigt werden, ist auch mit diesem Satelliten, wenn er kommen

sollte, kaum vor 1983 zu rechnen. Außerdem ist anzunehmen, daß man das Vorhandensein einer genügenden Anzahl von Empfängern abwarten wird.

Am Beispiel der in der bereits abgeschlossenen Phase B untersuchten Version A 3 eines deutschen Rundfunksatelliten, die jetzt in der Phase C weiterbearbeitet wird, sind anhand der **Bilder 11** und **12** und der **Tabelle 2** beispielhaft einige Einzelheiten gezeigt. **Bild 11** zeigt das Übertragungsschema von der Erdefunkstelle über den Satelliten zum Teilnehmer. **Tabelle 2** gibt eine Übersicht über die Massenbilanz und die benötigten elektrischen Leistungen. Dazu ist zu bemerken, daß aus Gründen größerer Flexibilität sowohl ein Start mit der europäischen Ariane-Rakete als auch mit dem US-Space-Shuttle möglich sein soll und daher zwei Varianten der Version A 3 entwickelt wurden. Die **Bilder 12** und **12a** zeigen den Gesamtaufbau des Satelliten.

Besonders hervorgehoben wird beim Satellitenrundfunk die Möglichkeit, in größerem Umfang als bisher ausländische Fernsehprogramme empfangen zu können. In der Tat ist die gegenseitige Überlappung der Versorgungszonen in Mitteleuropa recht groß (**Bild 13**). Außerdem tritt am Rande dieser Versorgungszonen beim empfangenen Fernsehbild nur ein allmählicher Qualitätsabfall auf, der teilweise durch erhöhten Aufwand bei der Empfangsanlage wieder

	ARIANE I	SHUTTLE/ SSUS - A
Gesamtmasse beim Start (max.)	1760 kg	1938 kg
Apogäums-Treibstoffe	702 kg	872 kg
Treibstoffe für Bahn- und Lage- regelung (MMH + N O), He	138 kg	138 kg
Quecksilber für RITA	10 kg	10 kg
Trockengewicht des Satelliten	910 kg	918 kg
Nutzlastmodul	245 kg	245 kg
Service-Modul	330 kg	330 kg
Antriebs-Modul	225 kg	225 kg
Auswuchtmasse	—	20 kg
Reserve	110 kg (12 %)	98 kg (10,7 %)
Nutzlast, 3 D-Kanäle (3 aus 5) mit je		235 W TWT
Masse		163 kg
Leistungsbedarf		2225 W
Zuverlässigkeit (5 Jahre)		0,93
Energiebedarf insgesamt		2650 W
Leistung Solargenerator bei Missions- beginn		3410 W
Leistung Solargenerator nach 5 Jahren		2850 W
Batterieleistung/Kapazität		225 W/334 Wh
Elektr. System, Gleichstrom		50 V

Tabelle 2

Einige technische Daten
des deutschen Fernseh Rundfunk-Satellitenprojektes

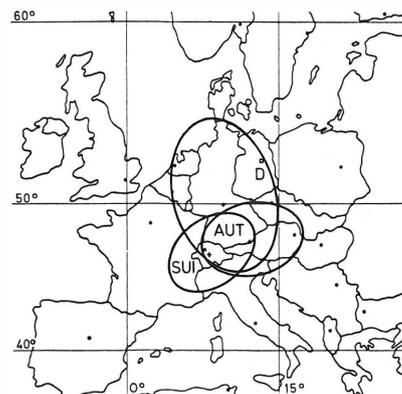


Bild 13

Bedeckungszonen für die Bundesrepublik Deutschland,
Österreich und die Schweiz



Bild 14
OTS-Empfangsantenne des IRT

ausgeglichen werden kann. Man darf jedoch nicht übersehen, daß der Empfänger- und Antennenaufwand, der den gleichzeitigen Empfang von Satelliten mehrerer Länder ermöglicht, recht beträchtlich sein kann. Eine Empfangsanlage einfachster Art, mit einer 90-cm-Parabolantenne und 400 MHz RF-Bandbreite, könnte z. B. nur in Süddeutschland neben den deutschen noch die österreichischen Satellitensendungen aufnehmen. Der Empfang weiterer Satelliten aus der gleichen Orbitposition, wie sie außerdem noch den Ländern Belgien, Frankreich, Holland, Italien, Luxemburg und der Schweiz zugeteilt wurde, erfordert Empfänger doppelter Bandbreite oder Antennen mit umschaltbarer Polarisierung oder beides zugleich. Satelliten in anderen Orbitpositionen sind gleichzeitig nur mit getrennter Antenne aufzunehmen. Der Durchmesser dieser Antennen müßte überdies in den meisten dieser Fälle mindestens 1,8 m betragen.

Beim Satellitenrundfunk im 12-GHz-Bereich hat die durch Niederschläge verursachte zusätzliche Ausbreitungsdämpfung einen erheblichen Einfluß auf die Empfangsqualität. Das IRT beteiligt sich seit über einem Jahr an Messungen mit Hilfe der Satelliten SIRIO und OTS. **Bild 14** zeigt die dazu benutzte Empfangsantennenanlage. Über die erzielten Meßergeb-

nisse ist bereits ausführlich an anderer Stelle berichtet worden [1], daher soll hier nur eine sehr kurze Zusammenfassung gegeben werden. Schnee in der Empfangsantenne sowie Vereisungen können beide bei Temperaturen um den Gefrierpunkt zu lang dauernden Bildausfällen führen. Konstruktive Abhilfe ist hier dringend erforderlich. Schneefall und Regen auf der Ausbreitungstrecke führen selbst bei recht hoher Niederschlagsdichte nur zu einer gewissen Verschlechterung des Rauschabstandes. Lediglich bei extrem heftigen Gewitterschauern tritt eine so hohe Dämpfung (> 10 dB) auf, daß ein Bild ausfallen würde. Diese Ereignisse traten in München im Beobachtungszeitraum jedoch nur etwa zweimal jährlich kurzzeitig auf. Sehr hohe Dämpfungen wurden überwiegend während der Sommermonate nachmittags beobachtet, d. h. nicht während besonders wichtiger Programmzeiten.

Neben dem Satellitenrundfunk bei 12 GHz, der zur Übertragung von Fernsehsignalen und Tonprogrammen guter Qualität an ortsfeste Heimempfangsanlagen prädestiniert ist, besteht ein gewisses Interesse am Satellitenrundfunk zur Versorgung mobiler Empfangsanlagen mit mittlerer Übertragungsqualität. Ein solches System, bei dem die günstigste Frequenz zwischen etwa 500 und 1500 MHz liegt, wird besonders von der ESA (European Space Agency) stark propagiert. Für die Anwendung dürften aus Gründen der Frequenzbandbelegung und wegen der geographischen Gegebenheiten hauptsächlich Entwicklungsländer in niedrigen geographischen Breiten in Betracht kommen. Vorschläge für eine zunächst notwendige Frequenzbandzuweisung (bei 1,4 GHz) lagen der WARC 1979 aus einigen afrikanischen Ländern vor, sie wurden jedoch nicht angenommen [2].

Der Verfasser möchte der IBA, der ESA und der Firma MBB seinen Dank für die freundliche Überlassung von Bildern und anderem Informationsmaterial aussprechen.

SCHRIFTTUM

- [1] D o s c h, C. h.: Satellitenrundfunk — Auswertung der im Jahre 1978 mit Hilfe des Satelliten SIRIO durchgeführten Ausbreitungsmessungen. Rundfunktech. Mitt. 23 (1979), S. 135 bis 143.
- [2] E d e n, H. u. a.: Die Weltweite Funkverwaltungskonferenz (WARC), Genf 1979. Rundfunktech. Mitt. 24 (1980), S. 37 bis 44.

DER NEUE HÖRFUNK-STUDIOKOMPLEX DES HESSISCHEN RUNDFUNKS IN FRANKFURT

1. VORWORT

VON PETER GEERINGER¹

Wohl eines der ältesten Hörfunk-Betriebsgebäude ist das des Hessischen Rundfunks in Frankfurt. Es ist zudem ursprünglich nicht für den Rundfunk gebaut worden, sondern wurde für den Plenarsaal des späteren Deutschen Bundestages entworfen. Als nicht Frankfurt, sondern Bonn Bundeshauptstadt wurde, erwarb der HR 1950 das kreisförmige Gebäude und baute es im Inneren für seine Hörfunkzwecke aus.

Die baulich-konstruktiven Schwierigkeiten, die mit dem nachträglichen Einziehen von Geschoßdecken und der Einteilung der Geschosse in einzelne Räume verbunden waren, kann man sich sicherlich vorstellen. Dennoch gelang es damals, sehr funktionsgerechte Raumanordnungen zu finden. Das Gebäude beherbergt bis heute alle Produktionsstudios, Sendekomplexe, Tonträger Räume und den Schaltraum sowie auch das Archiv des HR; lediglich die Musikstudios sind in anderen Gebäudeteilen untergebracht.

In den letzten Jahren traten freilich in zunehmendem Maße Engpässe zu Tage, die das Hörfunkprogramm einschränkten. Das Betriebsgebäude war für zwei Hörfunkprogramme konzipiert, wobei das 2. Programm noch kein Vollprogramm war. Inzwischen werden drei Vollprogramme in Stereo abgewickelt und sie müssen auch produziert und bearbeitet werden. Der Engpaß betraf zum einen die sehr verbreiteten Magazinsendungen aller Art, die nur direkt aus den Sendekomplexen gesendet werden konnten, zum anderen fehlte Studiokapazität für Wort- und gemischte Produktionen.

So reifte die Entscheidung, noch freien Raum eines früheren Fernsehstudios zu einem Studiokomplex auszubauen, der sowohl alle Möglichkeiten für aktuelle und magazinartige Sendungen bieten als auch eine zusätzliche Kapazität für Wortproduktionen (ausgesprochene Hörspiele ausgenommen) schaffen sollte. Der Komplex wurde in einer Baufertigungs- und Montagezeit von knapp 2 Jahren fertiggestellt und im Dezember 1978 seiner Bestimmung übergeben. Die Gesamtkosten betragen 5,2 Mio. DM, davon wurden 1,1 Mio. DM für die baulichen Maßnahmen, 1,5 Mio. DM für versorgungstechnische Anlagen (insbesondere die Klimatechnik) und 2,6 Mio. DM für die rundfunktechnischen Anlagen ausgegeben.

Die folgenden Beiträge befassen sich im einzelnen mit der architektonischen und konstruktiven Lösung, mit den versorgungstechnischen Einrichtungen, den akustischen Maßnahmen und den studioteknischen Anlagen.

2. ARCHITEKTUR, BAUKONSTRUKTION UND VERSORGUNGSTECHNIK

VON HELMUT KRIESCHE UND HANS-GÜNTHER TE KOLF²

2.1. Architektur und Baukonstruktion

Das Funkhaus am Dornbusch besteht inzwischen aus einer Anzahl von Einzel- und Verbundbauwerken, die nur zum Teil beim Kauf des Geländes vorhanden waren. Danach wurde der größere Teil nach aktuellem Bedarf im Rahmen der verfügbaren Mittel in entsprechender Reihenfolge hinzugebaut. Die unterschiedlichen Baujahre

konnten, bei allem Bemühen um gestalterische Harmonie, nicht ohne Einfluß auf die äußere Form der Gebäude bleiben. Inmitten dieser wohl unterschiedlich, jedoch mit ähnlicher Grundkonzeption gestalteten Bauwerke steht ein Kuriosum: der sogenannte Rundbau. Als der HR in die Gebäude an der Bertramstraße einzog, bestand das ursprünglich für Bundestagssitzungen konzipierte, kreisrunde Bauwerk fast nur aus statisch erforderlichen Baugliedern und der Außenhaut, einer ganzflächig verglasten Stahlskelettkonstruktion. Das erinnerte an Bauhaus-Architektur und demonstrierte dem neuen Besitzer angemessene Transparenz; zur Schalldämmung konnte diese Außenwand jedoch fast nichts beitragen (**Bild 1**). Vier außen vorstehende Treppenhäuser mit anschließenden Radialfluren zum Zentrum unterteilen den Rundbau in 4 gleiche Kreisabschnitte. Diese Flure waren bereits Teil einer 2. Baustufe, mit der vom HR als neuem Besitzer die fast ganz fehlenden Geschoßdecken eingezogen und Produktions- und Sendekomplexe für den Hörfunk eingerichtet wurden. Nur im südlichen Kreisviertel wurde damals die Decke zwischen EG und 1. OG



Bild 1

Der Rundbau des HR mit den Hörfunkstudios

weggelassen und über zwei Geschosse auf einer Fläche von etwa 400 m² das erste Fernseh-Produktionsstudio des HR eingerichtet. Dieses in der Pionierzeit des Fernsehens sicher wertvolle Studio wurde später wieder aufgegeben. Der in den letzten Jahren gestiegene Bedarf des Hörfunks nach weiteren, modernen Produktionsräumen führte zu der Entscheidung, diesen Großraum zu einem weiteren Produktionskomplex für Hörfunkzwecke auszubauen.

Den für den bau- und versorgungstechnischen Ausbau zuständigen Abteilungen des HR wurde damit eine interessante, jedoch recht schwierige Aufgabe gestellt: Es mußten zunächst die konstruktiven und statischen Voraussetzungen für den Einbau einer Zwischendecke geprüft werden. Für das FS-Studio war ein möglichst großflächig freier Raum günstig gewesen; nun fehlten einige tragende Säulen für die neue Decke. Von Vorteil war andererseits die mit 1000 kg/m² angesetzte Nutzlast für die Erdgeschoßdecke, die nun, auf beide Geschosse aufgeteilt, noch eine ausreichende Belastbarkeit ergab. Ein weiteres Problem für die Deckenausführung erwuchs aus der Konzeption für die Klimatisierung der Räume:

¹ Dipl.-Ing. Peter Geeringer ist Leiter der Hauptabteilung Betriebstechnik beim Hessischen Rundfunk, Frankfurt.

² Ing. (grad.) Helmut Kriesche ist Architekt, Oberingenieur Hans-Günther te Kolf ist Leiter der Abteilung Energieversorgung beim Hessischen Rundfunk, Frankfurt.

Die Zuluft sollte aus einer Luftkammer mit Überdruck durch den Fußboden einströmen. Deshalb mußte die tragende Decke tiefer als die vorhandenen angrenzenden Decken gelegt und darüber ein Zwischenraum für die Luftkanäle und andere Installationen geschaffen werden. Dadurch wurde die konstruktive Anbindung der neuen Decke an den Stahlskelettbau problematisch, es mußten neue Anschlußknoten an den Stahlsäulen hergestellt werden. Auch die Schalldämmung zwischen den Geschossen wurde dadurch erschwert, der sonst übliche Federboden konnte nicht eingebaut werden. Um unter diesen Voraussetzungen die vielfältigen Anforderungen optimal zu erfüllen, wurde eine spezielle Decken- bzw. Doppelbodenkonstruktion entwickelt.

Die Tragglieder der Decke sind radial verlegte Stahlträger, dazwischen wurden nur 7 cm dicke Stahlbetonplatten gespannt, um das Eigengewicht möglichst gering zu halten. Über die Decken- und Trägeroberfläche wurde zur akustischen Trennung der beiden Geschosse ein schwimmender Estrich gelegt. Der darüber entstandene, etwa 32 cm hohe Zwischenraum mußte für Kontroll- und Wartungsarbeiten an den Klimakanälen und eventuelle Nachinstallationen leicht zugänglich sein. Deshalb wurde nach dem Einbau der Kanäle ein Fußboden aus 50 cm x 50 cm großen, teppichbelegten Platten auf nivellierbare Stützbolzen über den Installationsraum gespannt.

Für die Planung des räumlichen Ausbaus wurde ein Raumangebot vorgegeben, dem der Bedarf des Hörfunkprogramms und der Hörfunktechnik zugrundegelegt war und das nun mit funktionsgünstigen Formen der einzelnen Raumgrundflächen auf dem verfügbaren Kreisviertel zu realisieren war. Eine schwierige Aufgabe insbesondere unter dem Aspekt, daß die Räume untereinander kombinierbar und transparent sein sollten; es wurden viele Türen und großflächige Fenster zur Raum- und Sichtverbindung gewünscht, andererseits mußten die akustischen Anforderungen erfüllt werden. In den technischen Räumen sollten gute Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter geschaffen werden, die lange Zeit in den Räumen arbeiten müssen.

In gemeinsamer Entwicklungsarbeit der technischen Planung und der baubeteiligten Abteilungen sowie in ständiger Abstimmung mit dem Programm wurde eine Flächenaufteilung gefunden, die als optimale Lösung unter den gegebenen Voraussetzungen angesehen werden kann (Bild 2).

Auf den Einbau von akustisch günstigen Zwischenwänden aus schwerem Mauerwerk mußte schon aus konstruktiven Gründen verzichtet werden; außerdem galt es, Deckenbelastung und Bauzeit einzusparen. Nach sorgfältiger Prüfung wurde eine vorproduzierte Montagewand ausgewählt, die akustisch und konstruktiv recht gute Voraussetzungen hatte. In gemeinsamer Entwicklungsarbeit mit der Lieferfirma wurden einige Details geändert und verbessert, so daß ein Wandsystem entstand, das die spezifischen Ansprüche im HF-Studiobau erfüllen konnte. Die akustisch erforderliche Zweischaligkeit der Wände wurde durch eine Vorsatzschale aus Gipskartonplatten auf EMFA-Schwinghölzern hergestellt; insgesamt eine wesentlich einfachere und schnellere Ausführung als ein zweischaliger Mauerwerksbau mit gleichen Dämmwerten. Die Montagewände konnten aus konstruktiven und statischen Gründen nicht in der gesamten, großen Geschoßhöhe durchgeführt werden. Im Zwischenraum unter dem Fußboden und über den schalldämmenden Decken mußten als akustische Abschottung der Räume gegeneinander viele, zum Teil nur kleine Wandteile zwischen Luftkanälen und anderen Installationen sorgfältig eingepaßt werden, damit in diesen schwer zugänglichen Bereichen keine akustischen Schwachstellen entstanden. Die horizontalen Fugen zwischen den Abschottungen und den Zwischenwänden und auch alle

Anschlußfugen an den massiven Bauteilen wurden federnd ausgebildet, so daß Schallübertragungen über die Wände konsequent vermieden werden. Zur Abschirmung des Verkehrslärms der nahen Bertramstraße und der sonstigen Außengeräusche wurde entlang der verglasten, akustisch fast unwirksamen Außenwand ein schmaler Flur gelegt. So war es auch möglich, allen Räumen einen unmittelbaren Eingang von außen zu geben, und es entstand an der südseitigen Außenwand eine wertvolle Temperaturschleuse. Ein weiterer Vorteil ergab sich daraus für die langfristig besetzten Räume der Technik: Es konnten nun zweischalige Glasflächen in die Zwischenwand zum Flur eingebaut werden, durch die über den schmalen Flur Tageslicht einfallen kann, eine ausreichende Schalldämmung gegenüber den Außengeräuschen jedoch erhalten bleibt.

Der raumakustische Ausbau war besonders kompliziert, jedoch auch interessant durch den trapezförmigen Zuschnitt der Grundflächen. Industriell vorgefertigte Rasterysteme waren für die Deckenverkleidung nicht, für die Wandverkleidungen eingeschränkt verwendbar. Von der Bauabteilung wurden (insbesondere für die schallabsorbierende Deckenverkleidung) Holzstegelemente mit abgestuften, den Raumformen angepaßten Rasterungen entwickelt, die maßgerecht für jede Flächenform angefertigt werden konnten. Die Einfügung von Leuchten und anderen Einbauteilen an den Decken konnte dabei in der Detailausführung gestalterisch berücksichtigt werden, so daß eine originelle, jedoch harmonisch-selbstverständliche, in die Raumgestaltung eingefügte Deckenverkleidung entstand.

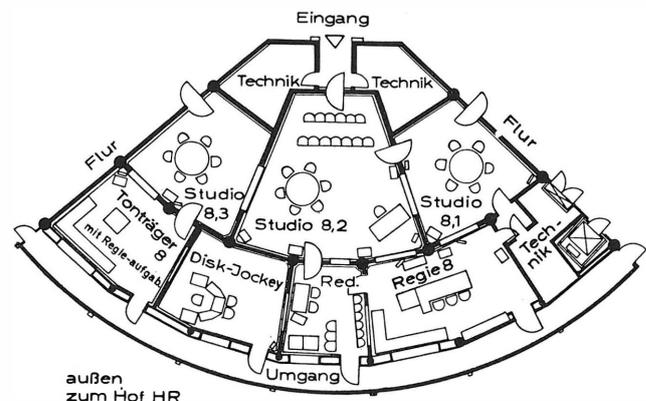


Bild 2
Grundriß des Studiokomplexes mit Einrichtungsplan

Für die Wandverkleidung wurde eine akustisch recht günstige Holzschlitzplatte mit schmal gegliedertem, durchlaufenden Steg-Fugensystem entwickelt, die maßgerecht zwischen die vielen Wandöffnungen eingepaßt werden konnte. Alle eingebauten Holzteile wurden feuerhemmend beschichtet.

Durch die Verwendung der Naturholzverkleidungen und durch eine gute farbliche Abstimmung der Inneneinrichtung wurde eine Raumgestaltung geschaffen, die von den inzwischen eingezogenen Nutzern des Programms und der Technik positiv beurteilt wird.

2.2. Versorgungstechnik

Die energievorsorgungstechnischen Einrichtungen umfassen die Klimaanlage einschließlich Regelung, die Raumbeleuchtung, die elektrischen Betriebsstrom-Installationen, die Notbeleuchtung und die automatischen Feuermeldeeinrichtungen.

Bei den Klimaanlage erfordern Betriebsweise, Personenzahl und elektrische Leistung eine Einzelregelung für jeden Raum, um befriedigende Raumluftverhältnisse

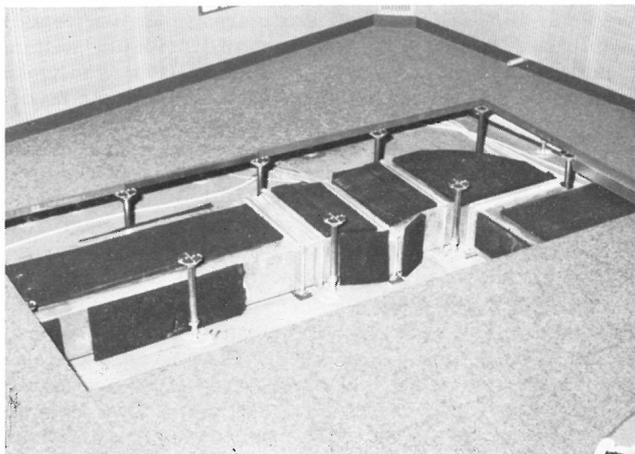


Bild 3
Doppelboden mit abgenommenen Platten



Bild 4
Deckenansicht

zu erzielen. Sie funktioniert nur, wenn jeder Raum seine eigene Zuluft- und Abluftversorgung erhält. Innerhalb der Räume erfolgt die Luftführung von unten nach oben. Das Prinzip ist das gleiche wie in EDV-Räumen, da die technischen Einrichtungen und die Betriebsanforderungen vergleichbar sind.

Ab den Klima-Zuluft- und -Abluftgeräten im Keller- geschoß werden die Kanäle in einen Verteilerraum im Geschoß des Studiokomplexes eingeführt. In diesem Kanalverteilerraum sind die Mischboxen installiert, die von den einzelnen Reglern in den Räumen gesteuert werden.

Ab dem Verteilerraum sind die Zuluftkanäle im Doppelboden und die Abluftkanäle in den Zwischen- decken installiert. Jeder Zuluftkanal endet im Doppel- boden des zugehörigen Raumes. Der Doppelboden ist, wie im vorstehenden Abschnitt bereits erwähnt, als so- genannter Druckboden ausgeführt. Die Zuluft tritt durch Lochplatten des Bodens in den Raum ein. Die Lochplat- ten sind gezielt an den Schwerpunkten der Wärmebelas- tung im Raum eingelegt, können aber bei einer even- tuellen späteren Geräteumstellung gegen ungelochte Platten ausgetauscht werden (**Bild 3**). Die Abluftöffnun- gen im Anschluß an die Abluftkanäle befinden sich an den Decken der Räume (**Bild 4**).

Das Zuluftgerät im Kellergeschoß ist mit Vorwärmer, Kühler, Wäscher, Nachwärmer, Filter und Feinstfilter ausgerüstet. Die Luftleistung des Zuluftgerätes beträgt insgesamt 22 000 m³/h. Hierbei ist berücksichtigt, daß unter dem jetzigen Studiokomplex HF 8 noch Raum für den späteren Ausbau eines Komplexes gleicher Größe vorhanden ist. Der Luftwechsel in den Räumen ist je nach Wärmebelastung auf 15- und 25fach in der Stunde ausgelegt. Die automatischen Regelanlagen (Fabrikat Stäffa) stellen die Raumtemperatur auf 22/26 °C und die relative Luftfeuchte auf 50 % ein.

Die Störgeräusche mußten in den Studios auf 25 dB (A) und in den übrigen technischen Räumen auf 30 dB (A) begrenzt werden. Bei den Klimaanlageanlagen wurden zu die- sem Zweck Schalldämpfer im Hauptzuluftkanal und nach den Mischboxen eingebaut. Außerdem sind die Klima- kanäle im Bereich der Räume schalldämmend isoliert.

Die elektrische Speiseleitung zum Betrieb der tech- nischen Geräte einschließlich der Arbeitsplatzleuchten ist an die Ersatzstromversorgung des Funkhauses am Dorn- busch angeschlossen. Die Notleuchten und die Richtungs-

leuchten werden nach einem Stadtnetzausfall automatisch eingeschaltet und von einer Zentralbatterie bis zur Über- nahme durch die Ersatzstromversorgung gespeist.

Die Vorschaltgeräte der Raumleuchten wurden in so- genannten Drosselschränken außerhalb der technischen Räume untergebracht, um akustische Störungen zu ver- meiden. Wegen der Wärmeentwicklung sind die Drossel- schränke an die Zu- und Abluftkanäle angeschlossen.

Besonders zu erwähnen sind die Arbeitsplatzleuch- ten über dem Regietisch, sie wurden für solche speziellen Fälle entwickelt. Eine Langfeldleuchte (1,2 m) befindet sich in einem mattschwarzen Gehäuse mit einem schwar- zen Raster und beleuchtet nur die Arbeitsfläche. Diese Leuchten haben sich auch in fernsehtechnischen Räumen bereits vielfach bewährt.

Zur Feuermeldung sind Maximalmelder installiert und an die Gefahrenmeldezentrale des Funkhauses an- geschlossen.

3. STUDIOTECHNISCHE EINRICHTUNGEN

VON HORST THÄRICHEN³

3.1. Einleitung

Die Hörfunk-Programmdirektion stellte 1973 vor al- lem für die Bereiche Zeitfunk, Politik, Jugendfunk, Sport und Gesellschaft und modernes Leben die Forderung, ei- nen **Mehrzweck-Studiokomplex** zu planen, in dem spe- zielle, zum Teil magazinartige Produktionen der vorge- nannten Bereiche durchgeführt werden können.

Hiernach wurde zuerst innerhalb des Hauses eine Arbeitsgruppe gebildet, die aus Mitarbeitern der HF- Programm-Sendeleitung, der Hörfunktechnik und der Planung und Betriebsausrüstung zusammengesetzt war. In dieser Arbeitsgruppe wurden die Wünsche des Pro- gramms im einzelnen erfaßt.

Da in weiteren Rundfunkanstalten Bedarf an stu- diotechnischen Einrichtungen für Mehrzweckkomplexe bestand, konnten Erkenntnisse, die unter Federführung des HR in einer Ad-hoc-Arbeitsgruppe der AKO (Aus- rüstungskoordination ARD/ZDF) gewonnen wurden, bei der Planung des Projektes verwertet werden. **Bild 2** (siehe 2.) zeigt die Anordnung der Räume im neuen Hör- funk-Studiokomplex 8 des HR. Die studioteknische Ein- richtung sowie die Betriebsmöglichkeiten werden in den nachfolgenden Abschnitten dieses Berichtes beschrieben.

3.2. Studioteknische Einrichtung der Regie 8 mit zugehörigem Tonträger

Die zu bearbeitenden Produktionen und Sendungen setzen eine schnelle und einwandfreie Kommunikation

³ Horst Thärichen ist Betriebsingenieur in der Abteilung Pla- nung und Betriebsausrüstung beim Hessischen Rundfunk, Frank- furt.

**Bild 5**

Regie 8 mit Regietisch, Überspielpult und Tonträger

aller Beteiligten des Programm- und Technikpersonals voraus. Aus diesem Grunde wurden die technischen Einrichtungen

Regietisch mit Telefoneinrichtung,

Überspielpult mit Tonträger,

Verteilerschrank mit eingebauten, zum Teil vom Regietisch aus fernbedienbaren Geräten

sowie weitere **Einzelgeräte**, die später genauer beschrieben werden, in einem großen Regieraum aufgestellt (**Bild 5**). Von den Regiepulten aus bestehen gute Sichtverbindungen zu den Studios 8.1 und 8.2 sowie zum Redaktionsraum.

Der Regietisch wurde von der Firma Neumann, Berlin, in Operationsverstärkertechnik gebaut. Bei diesem System befinden sich sämtliche Bedienteile auf dem Bedienfeld oder im Tischaufsatz des Regietisches. Das Blindschaltfeld mit Klinkenverbindungsmöglichkeiten im +6-dBm-Pegel ist im linken Seitenteil unter einer aufklappbaren Plexiglasscheibe untergebracht. Die Schalteinrichtungen für das ARD-Dauerleitungsnetz, wie Eingabegerät und Warteschaltungen (1+2), befinden sich rechts oben im Tischaufsatz. Die Start-Frei-Endekassetten (VLT und ZLT) wurden den entsprechenden Leitungsschaltungswegen im Bedienfeld zugeordnet. Das Telefon-Bedienfeld wurde auf der rechten Tischplattenseite angeordnet.

Der Regietisch ist mit 24 Eingangskanälen, drei Stereo-Gruppen- und zwei Stereo-Sendewegen sowie einem 3. Stereoweg (Sendegruppenweg) ausgebaut worden, der jedoch nur für Produktionen (Rückführungsleitung) Verwendung findet.

Die ersten acht Eingangskanäle wurden in Monotechnik als Mikrofoneingangswege ausgelegt. Die Mikrofoneingangsleitungen werden zentral im Regietisch mit Phantomspeisung versorgt.

Die Eingangskanäle 9 bis 24 wurden in Stereotechnik aufgebaut und mit Eingangskanalumschalttasten versehen, so daß zwei Tonquellen im +6-dBm-Pegel zuschaltbar sind. Die Eingangswege 9 bis 11 sind mit Mikrofonverstärkern bestückt, so daß hier die Stereo-Moderatormikrofone SM 69 FET der Sprecherplätze in den Studios angeschlossen werden können. Stereomikrofone sind an dieser Stelle deshalb verwendet worden, um mit den Charakteristikeinstellungen Aufnahmen der verschiedensten Produktionen zu ermöglichen.

Die A-Eingangswege 12 bis 16 und die B-Eingangswege 17 bis 24 sind mit den üblichen Tonquellen Ausgang Tonträger, Ausgang Hall, Übernahmeleitungen aus dem Haus und von anderen Anstalten (Ü-Haus, Ü-Fremd) belegt worden. Die A-Eingangswege 17 bis 24

werden als Telefon-Konferenzeinrichtung verwendet. Auf den Eingang 17 sind zwei Telefonüberleiteneinrichtungen (Telefonleitungen über ANG 1) wahlweise schaltbar. Der vom Regietisch jeweils zugeordnete Moderator in den Studios kann mit Hilfe einer Umschalttaste die Telefonleitung der einen oder anderen Überleiteneinrichtung nacheinander oder im Wechsel auf Sendung schalten. Die Eingangswege 18 bis 24 wurden mit Mikrofonwegen von Telefon-Vierdrahtleitungen belegt. Um den Anschluß der Vierdraht-Rückspielleitungen zu erklären, ist die Konferenzkreuzschiene zu erläutern:

Vorregler-Abzweige der Eingangswege 17 bis 24 werden auf eine Konferenzkreuzschiene geführt, die elektrisch so entkoppelt ist, daß jeder Eingang mit weiteren Eingängen zu einer Konferenz zusammengeschaltet werden kann. Die Entkopplung ermöglicht es, beliebig viel Konferenzgruppen (teilnehmerbedingt) zu bilden. Die Zuschaltung von Eigenanteilen der Regietischsummen 1 bis 3 und des Abzweigweges 1 auf Konferenzgruppen ist möglich. Die Konferenzschienenausgänge sind einstellbar. Diese Anteile können den Vierdraht-Rückspielleitungen zugeschaltet werden. Die Konferenz-Rückspielleitungen können in der Regie, an den Moderator-Sprecherplätzen in den Studios und am Platz des Redakteurs abgehört werden. Außerdem können von der Regie und von den Moderator-Sprecherplätzen auf speziell hierfür eingerichteten Kommando-Sprechstellen Mitteilungen über diese Rückspielleitungen weitergegeben werden.

Die **Eingangskanäle** des **Regietisches** sind mit Übersteuerungsanzeigen sowie mit Entzerrerverstärkern W 495 B bzw. STB mit Tiefen- und Höhenentzerrung sowie mit Präsenz-Absenz-Filter ausgerüstet. In den Stereo-Eingangskanälen wurden Mono/Stereo-Umschalter vorgesehen. Den aktiven Flachbahnpegelstellern W 444 A bzw. STA wurden Panoramapotentiometer bzw. Richtungsmischer nachgeschaltet, um drei Stereogruppen bilden zu können.

Daß der Regietisch mit den üblichen Abhör-, Meß-, Vorhör- und Abzweigwegen ausgerüstet ist, ist selbstverständlich. Über Klinken im Blindschaltfeld sind weitere Geräte zuschaltbar, die in einem im Regieraum aufgestellten Verteilerschrank untergebracht sind und hier erwähnt werden sollen:

2 elektronische Verzögerungsgeräte TDU 7202 mit jeweils 2 Ausgangseinheiten,

1 telcom c4B-Kompandereinheit mit 4 Aufnahme- und Wiedergabewegen umschaltbar,

2 Nachhallfolien EMT 240,

1 Loopmatic-Einheit mit zwei Wiedergabe- und einem Aufnahme-Steckeinsatz.

Die Verzögerungsgeräte, die Nachhallfolien und die Loopmatic-Einsätze 1 und 2 sind vom Regietisch aus fernsteuerbar.

Die **Telefoneinrichtung** ist im Regietisch auf der rechten Seite neben dem NF-Bedienfeld untergebracht. Sie enthält zwei Vierdraht-Endstellen und je eine Abfrage- und Wahleinrichtung für Telefon-W-Leitungen und Telefon-OB/ZB-Leitungen. Die eingebauten Vierdraht-Endstellen sind nur für Freisprechbetrieb ausgelegt. Eine zusätzlich eingebaute Taste ermöglicht die Wertschaltung dieser Teilnehmer auf die Konferenzeinrichtung des Regietisches. Acht Telefon-W-Leitungen (Zweidraht) können abgefragt, getrennt oder weiterverbunden werden. Fünf OB/ZB-Leitungen (Zweidraht) können abgefragt oder getrennt werden. Weiterhin sind diese Teilnehmer über eine dritte Ebene zur Konferenz zusammenschaltbar. Die nächste Ebene ermöglicht die Zuschaltung der Modulation des 2. Sendeweges. Über die letzte Ebene werden die Teilnehmer weiterverbunden.

Die beiden Telefonüberleinrichtungen (ANG 1), die innerhalb der NF-Wege der Konferenzeinrichtung des Regietisches liegen, können bei Durchschaltung der W- bzw. OB/ZB-Wege mit diesen Teilnehmern belegt werden. Fünf weitere Vierdraht-Teilnehmer können von der Zentrale im Schaltraum nach Bedarf der Konferenzeinrichtung im Regietisch zugeschaltet werden.

Die vorgenannten W- und OB/ZB-Leitungen wurden über Klinken im Verteilerschrank der Regie geführt. Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, diese Leitungen durch Klinkenschurverbindungen weiteren Teilnehmern (eventuell auf den Sprechertischen der Studios oder über Wandanschlußkästen auf zusätzlich aufgestellte Apparate) zuzuschalten.

Die **Tonträgerereinheit** der Regie 8 besteht aus einem Überspielpult, einer fahrbaren und vier stationären Magnetofontruhen, zwei Plattenspielertruhen und einem Eckteil mit Anschlußmöglichkeiten für zwei Kassettenrecorder. Das Überspielpult hat die gleiche Form und Technik wie der Regietisch, wobei auch Wert darauf gelegt wurde, die Bedienelemente gleich anzuordnen.

Die Maschinenwiedergäbewege wurden nicht nur zu den Eingangswegen des Überspielpultes, sondern auch zusätzlich einzeln auf Eingangswege des Regietisches (fernstartbar) geführt. Das Überspielpult erhielt neben der Ausgangssumme (die am Regietisch auf Eingangskanal 12 aufliegt) einen eigenen Sendeweg. Bei der Vielzahl der unterschiedlichen Sendarten ist somit ein splittbarer Sendebetrieb möglich.

Als Tonbandgeräte werden M 15 A-Maschinen, als Plattenspieler EMT 930 st und als Kassettenrecorder Dual C 919 s verwendet. Die Tonbandmaschine 1 wurde mit einem Autolocatoranschluß versehen, die Fernbedieneinheit ist am Überspielpult untergebracht. Das fahrbare Tonbandgerät ist mit einem Geschwindigkeitssteller SZ 15 A steuerbar.

Zur Vervollständigung der Aufzählung der in der Regie aufgestellten Geräte muß das Datensichtgerät für die Anzeigen des Dauerleitungsnetzes erwähnt werden.

3.3. Technischer Ausbau der Studios 8.1 und 8.2

Das **kleinere Studio 8.1** wurde mit einem Rundgesprächstisch (Durchmesser 1,50 m) für einen Moderator mit maximal 5 Gesprächspartnern ausgerüstet (**Bild 6**). Dem Moderatorplatz ist ein Stereo-Deckenmikrofon SM 69 FET und ein Bedienfeld auf dem Sprechertisch fest zugeordnet. In der Tischzarge sind vertieft rundum Kopfhöreranschlußfelder eingesetzt. Jeder Kopfhörerweg ist einzeln einstellbar. In der Mitte des Sprechertisches ist ein 30 mm hoher, sechseckiger Tischaufsatz angebracht. Unter dem Tischaufsatz, der aufklappbar ist, ist ein An-

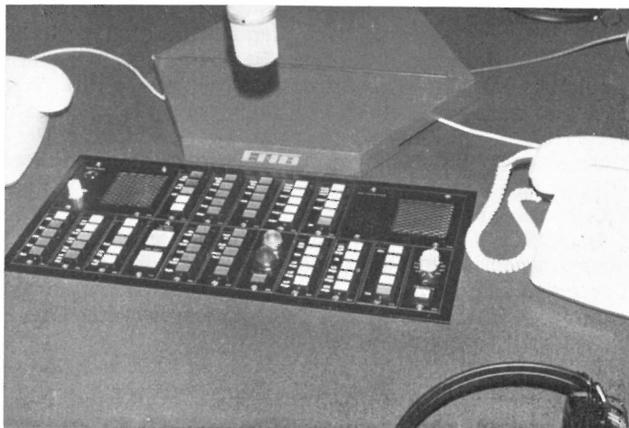


Bild 7

Moderator-Bedienfeld der Sprecher- und Rundgesprächstische

schlußfeld eingebaut. Hier können zusätzlich Mikrofone (KM 84) für die Gesprächspartner sowie Signale und Telefone (Überleinrichtung ANG 1+2 und Hausapparate) angeschlossen werden. Der Tischaufsatz, in dem Schlitz für die erforderlichen Kabel vorhanden sind, ermöglicht eine kurze Kabelführung auf dem Sprechertisch. Der Rest der Kabel wird unter dem Aufsatz verstaubt.

Bild 7 zeigt die Anordnung des Moderator-Bedienfeldes. Im oberen Teil sind die Konferenz-Vorhöreinrichtung sowie die Konferenz-Kommandomöglichkeiten untergebracht. Der ANG-Telefontastenstreifen enthält die Umschaltung der Teilnehmerwahl 1 oder 2 und die Sendeaufschalttaste. In der unteren Reihe ist die Startmöglichkeit für ein Loopmatic-Magnetongerät vorgesehen. Diese wird nur verwendet, wenn die hr-3-Autofahrerwelle aus diesem Komplex gesendet wird. Bei Betätigung wird nicht nur das hr-3-Motiv gestartet, sondern auch die erforderliche Umschaltinformation an den Sender abgegeben. Die übrigen Elemente des Bedienfeldes wie Kommando- und Abhörfunktionen sowie Rot-Weiß-Signal sind allgemein bekannt.

Das große **Studio 8.2** ist mit einem Rundgesprächstisch (Tischdurchmesser 1,80 m) für den Moderator mit maximal 11 Gesprächspartnern ausgerüstet. Die technischen Möglichkeiten sind erweitert worden, die Gesamtausrüstung entspricht jedoch dem Tisch des Studios 8.1 (**Bild 8**). Dieser Rundgesprächstisch wird nicht über Kabel fest angeschlossen, sondern steckbar über einen Wandanschlußkasten. Die Kabel werden durch einen Fußbodenkanal zum Anschlußfeld des Tisches geführt.

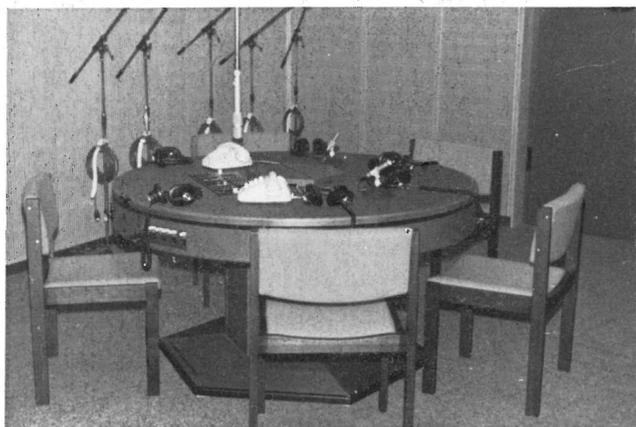


Bild 6

Kleiner Rundgesprächstisch der Studios 8.1 und 8.3



Bild 8

Großer Rundgesprächstisch des Studios 8.2

Sollte der Rundgesprächstisch jedoch in diesem großen Studio an einer anderen Stelle benötigt werden, so kann er jederzeit umgestellt werden. Hierbei wird der Bodenkanaalanschluß für den Sprechertisch geschlossen. Der Tisch ist jetzt mit direkten Kabelverbindungen vom Wandanschlußkasten zu versorgen. Bei besonderen Produktionsarten, bei denen dieser Tisch nicht benötigt, der Platz jedoch gebraucht wird, kann der Tisch in einem Nebenraum abgestellt werden.

In Studio 8.2 ist neben dem Rundgesprächstisch ein Programm-Sprechertisch mit festem Standort installiert. Hier erfolgt mit maximal 3 Gesprächspartnern die Programmabwicklung oder (bei sehr großen Produktionen) die Gesamtkoordination (**Bild 9**).

Dieser Sprechertisch wurde mit einem Stereo-Deckenmikrofon SM 69 FET und mit einem Bedienfeld wie in Studio 8.1 ausgestattet.

Das Studio 8.2 wurde mit drei großen Wandanschlußkästen ausgerüstet. Hier können Mikrofoneingänge, Signalverbindungen und Sonderverbindungen zur Regie gesteckt werden. Zwei Wandanschlußkästen wurden mit 2 x 12 Telefonanschlußmöglichkeiten bestückt. Je 6 dieser Telefonleitungen sind über Klinken in der Regie ge-

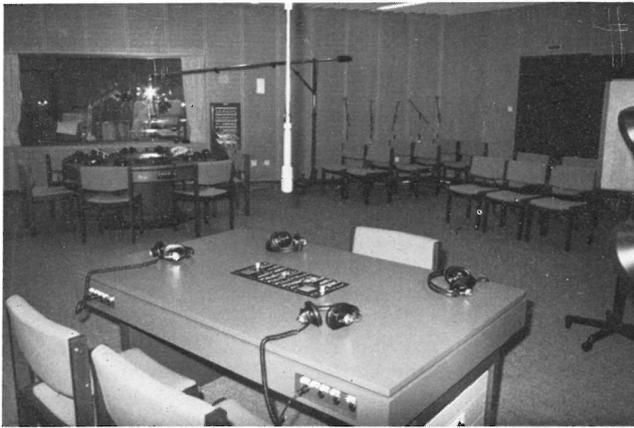


Bild 9

Studio 8.2 mit Sprechertisch, Rundgesprächstisch, Wandanschlußkästen und Besucherplätzen

führt, so daß diese Leitungen entweder von der Telefoneinrichtung der Regie oder von der Telefonzentrale belegt werden können. Diese Anschlüsse werden bei Großveranstaltungen (z. B. Wahl- oder Sportsendungen) auf Anforderung geschaltet.

Sämtliche Studiotüren wurden mit Sperrsignalen versehen. Hierbei wird nur unterschieden zwischen einem Vorwarnsignal „rot“ über den Studiotüren und einem Transparent „nicht eintreten“ neben den Studiotüren. Das Signal „rot“ wird vom Produktionsingenieur über Tastendruck oder über Sendeschalter betätigt. Hierdurch wird das Studio allgemein für Publikumsverkehr gesperrt. Das Transparent „nicht eintreten“ wird vom Pegelsteller des Moderatormikrofons angesteuert und zeigt an, daß das Studio auf Sendung ist.

3.4. Redaktionsraum

Der Redaktionsraum soll mehrfach genutzt werden. Erfordert die Sende- oder Produktionsart, daß die zuständige Redaktion dicht beim Geschehen sein muß, so ist dieser Raum hierfür vorgesehen. Bei Produktionen und Sendungen ohne Redaktion kann er als Aufenthaltsraum verwendet werden. An technischer Ausrüstung sind Fernschreibanschlüsse für dpa und sid sowie ein FS-Anschluß und eine Abhör- und Kommandoeinrichtung vorhanden.

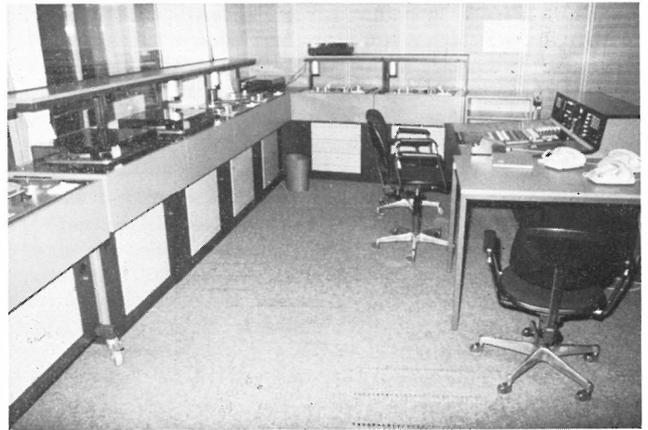


Bild 10

Tonträgereinheit des Tonträgers 8 mit Regieaufgaben

3.5. Studiotechnische Einrichtung des Tonträgers 8 und des Studios 8.3

Dieser Tonträger dient nicht nur der Tonbearbeitung. Zusammen mit Studio 8.3 sind hier Produktionen zu erstellen, die der Regie 8 zugespielt oder beigelegt werden können. Außerdem kann dieser Tonträger als selbstständig sendefähige Regie eingesetzt werden (**Bild 10**).

Die technische Einrichtung dieses Raumes erfolgte nach dem gleichen Konzept wie bei den vorher geschilderten Einrichtungen. Die Tonträgereinheit enthält ein Überspielpult, vier stationäre Magnetofon- und zwei Plattenspielertruhen, ein Eckteil mit Anschlußmöglichkeiten für zwei Kassettenrecorder und eine fahrbare Magnetofontruhe. Die Truhen sind mit den gleichen Geräten bestückt wie der Tonträger von Regie 8.

Das diesem Tonträger 8 zugeordnete **Studio 8.3** wurde (wie Studio 8.1) mit einem Rundgesprächstisch (Durchmesser 1,50 m) für einen Moderator mit maximal 5 Gesprächspartnern ausgerüstet.

3.6. Studiotechnische Einrichtung des Diskjockey-Raumes

Die Diskjockey-Einheit der Firma Neumann, Berlin, wurde in mobiler Form erstellt, so daß sie einmal in diesem Komplex, aber auch für Außenproduktionen verwendet werden kann (**Bild 11**). Sie besteht aus einem Bedien-Mittelteil (**Bild 12**) und zwei Plattenspielertruhen. Zwei fahrbare Magnetofontruhen, die über Kabel am Mittelteil angeschlossen sind, können seitlich beigelegt werden.

Die Bedienfläche des Mittelteils ist so aufgegliedert, daß rechts und links neben einer Schreibfläche je 3 Ste-

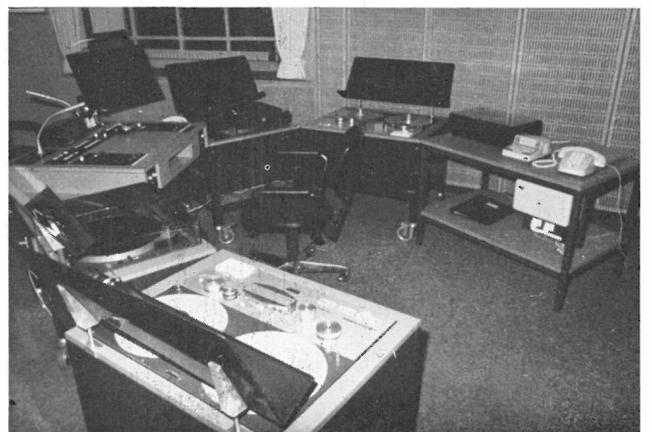


Bild 11

Diskjockey-Einheit

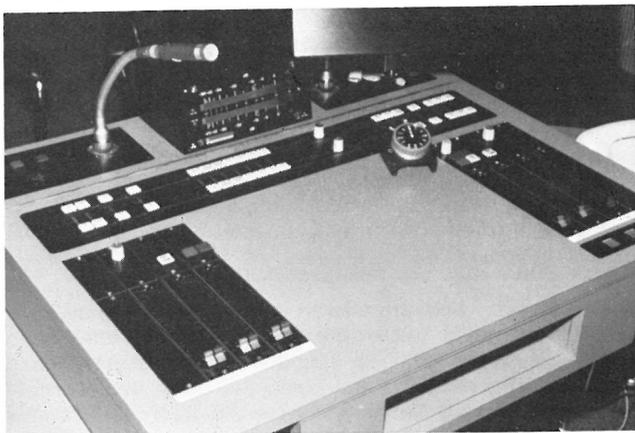


Bild 12

Bedien-Mittelteil der Diskjockey-Einheit

reo-Pegelsteller angeordnet sind. Diese sind entsprechend der Anordnung der Bauteile von außen nach innen mit Wiedergabe Tonbandgerät, Plattenspieler und Mikrofonwege belegt. Die Eingänge der jeweils außenliegenden Pegelsteller können zusätzlich über Wahl-tasten auf Zweiteingänge mit Kassettenrecorder-Wiedergabekanälen geschaltet werden. Im Bedienfeld über den Pegelstellern befinden sich zwei Tastenreihen, über welche die Zuschaltung der Abhörwege (Lautsprecher oder Kopfhörer) erfolgt.

3.7. Schlußbemerkung

Durch die Inbetriebnahme des Mehrzweckkomplexes wurde einmal erreicht, daß Produktionen, die bislang noch nicht oder nur mit großen Schwierigkeiten beim HR erstellt werden konnten, jetzt reibungslos ablaufen. Weiterhin ist die Gesamtstudiokapazität im Bereich des Hörfunks so vergrößert worden, daß vorerst nicht mehr mit Belegungsengpässen zu rechnen ist.

4. AKUSTISCHE ANFORDERUNGEN UND IHRE REALISIERUNG IN LEICHTBAUWEISE

VON ERNST-JOACHIM VÖLKER⁴

4.1. Einleitung

Im bestehenden Rundbau des Hessischen Rundfunks in Frankfurt sollte im ersten Obergeschoß ein Mehrzweck-Studiokomplex entstehen mit 3 Studios, einem Aufnahmestudio für Diskjockey, einem Regie- und einem Tonträgerraum. Von Anfang an stellte sich die Frage, ob der Stahl- oder Skelettbau den akustischen Anforderungen gerecht wird. Diese lassen sich grundsätzlich zurückführen auf etwa folgende Bedingungen:

- Die Mikrofonaufnahme muß die vom Hörer gewünschte Qualität aufweisen.
- Die Aufnahmetechnik verlangt unterschiedliche Mikrofon- und Besprechungsabstände.
- Sprecher und Interviewpartner, Diskjockey, Programmgestalter und Publikum erwarten ein behagliches Studio mit guter Hörsamkeit.

In diesem kurzen Wunsch- und Anforderungskatalog sind eine Vielzahl von Konsequenzen enthalten, die sich auf die Schalldämmung der Räume untereinander und gegenüber außen beziehen. Ebenso sind Folgen für den Innenausbau mit der Anordnung von schallschluckendem Material und von Regiefenstern eingeschlossen. Das

Umsetzen der Anforderungen in die akustischen Maßnahmen bedurfte auch bei diesem Studio einer gewissen Prüfung und umfangreicher Vorarbeiten (siehe 2.). Grundlage waren die sehr sorgfältigen bautechnischen Maßnahmen bei früheren Studios in diesem Rundbau. Kuhl [1] hat in den 50er Jahren mit den damals zur Verfügung stehenden schalltechnischen Hilfsmitteln in mehrschaliger Bauweise einen befriedigenden Schallschutz zwischen den Studios erreicht. Die angewendete „Raum-in-Raum-Bauweise“ der benachbarten Studios ist von Vorteil gewesen für den hier beschriebenen Studiokomplex, da einerseits der Aufwand niedrig gehalten, andererseits auch während der Bauzeit Störungen auf ein Minimum begrenzt werden konnten. Immerhin mußte der volle Studiobetrieb im Rundbau während der etwa 1jährigen Ausbauphase aufrechterhalten werden.

4.2. Bau- und raumakustische Anforderungen

Der Bau eines Mehrzweck-Studiokomplexes für den Hörfunk erfordert Klarheit über die Schallpegelverhältnisse bei Sprache, wie sie am Mikrofon im Studio entstehen. Betriebserfahrungen und eingehende Untersuchungen [2] hatten gezeigt, daß eine sehr enge Beziehung zwischen folgenden Größen besteht:

- Schalldruckpegel der Sprache am Mikrofon. Er ist vor allem durch kleineren Sprechabstand zu vergrößern.
- Richtcharakteristik des Mikrofons. Sie führt zu einer bevorzugten Aufnahme der Sprache und zu einem Ausklammern des räumlichen Schallanteils.
- Umgebungs- und Störgeräusch im Studio. Es rührt von der Lüftungstechnischen Anlage oder auch vom Publikum her, z. B. im größeren Studio 8.2 (siehe **Bild 2**).
- Unterdrückung von Schallreflexionen an schallharten Raumbegrenzungsflächen. Sie ist möglich, wenn bei gleicher Sprachlautstärke der Besprechungsabstand zum Mikrofon verkleinert wird.

4.2.1. Zulässige Störgeräusche am Aufnahmemikrofon

Störgeräusche kommen von Lüftungstechnischen Anlagen, von außen oder von den Personen im Studio und können nur teilweise vermieden werden. Der Betrieb der Studios verlangt hohe Luftwechsel, Regiefenster und Türen begrenzen die Dämmung. Zwischen den nach Meinung des IRT erforderlichen [3] und den meiner Auffassung nach gerade noch zulässigen Werten mußte aufgrund der gegebenen baulichen Situation ein Kompromiß gefunden werden, z. B. für Studios statt etwa 15 dB (A) ein Wert von 25 dB (A), entsprechend NR-Kurve 15. Dieser Kompromiß ist berechtigt, wenn mit dem Studiobau im Ausland verglichen wird [4]. Für die Räume des Studiokomplexes wurden folgende Werte und NR-Kurven [5] festgelegt:

- | | | |
|----------------------------------------|-------|-----------|
| - Studios 8.1, 8.2, 8.3 und Diskjockey | NR 15 | 25 dB (A) |
| - Regie- und Tonträgerraum | NR 20 | 30 dB (A) |
| - Besucherraum | NR 25 | 35 dB (A) |
| - Flure | NR 35 | 44 dB (A) |

4.2.2. Schalldämmungen

Benachbarte Studios, Abhör- und Regieräume, Meßräume, Aufzüge und Lüftungstechnische Anlagen können als Störquellen mit ihren Schallpegeln nur ungenau angegeben werden. Auch können Nutzungsänderungen auftreten. Um die verschiedenen möglichen Störquellen zu erfassen, kann ein mittleres Spektrum angenommen werden [4]. Wird die NR-Kurve nach **Bild 13** (siehe Kurve 2) eingetragen, dann ist die Schallpegeldifferenz zwischen den Kurven 1 und 2 darzustellen. Es zeigt sich, daß diese Differenz in ihrem Verlauf etwa der verschobenen Bezugskurve nach DIN 4109 entspricht. Es ist da-

⁴ Dipl.-Ing. Ernst-Joachim Völker ist Leiter des Instituts für Akustik und Bauphysik, Oberursel im Taunus.

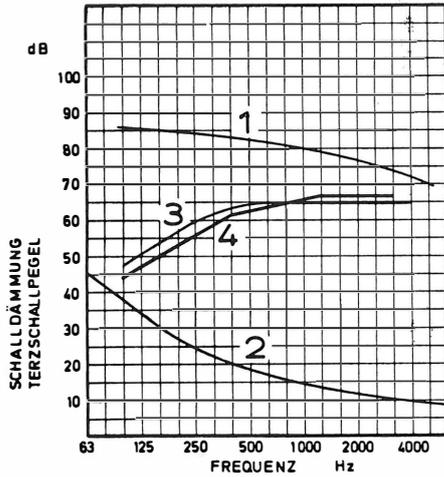


Bild 13

Ermittlung der Schalldämmung zwischen Studios als Einzelkriterium eines mittleren Bauschalldämmmaßes

- Kurve 1: mittleres Spektrum von Sprache, Musik und Störgeräuschen, 90 dB (A) im Senderaum, aus [4]
- Kurve 2: zulässige Schalldruckpegel der Lüftungstechnischen Anlage und sonstiger Störungen, NR-Kurve 20, 30 dB (A) als Grundgeräuschpegel
- Kurve 3: erforderliche Schalldämmung als Differenz zwischen den Kurven 1 und 2, $R'_m = 62$ dB
- Kurve 4: wie 3, verschobene Sollkurve nach DIN 4109 mit $LSM = +11$ dB und $R'_w = 63$ dB

her durchaus möglich, für die Schallpegeldifferenz und für das bewertete Bauschalldämmmaß folgende Gleichung anzugeben:

$$R'_{w,erf} = L_{PA} - L_{Gr} + 10 \cdot \lg \frac{S}{A_E} + 2 \text{ (dB)} \quad (1)$$

mit

$R'_{w,erf}$ = erforderliches bewertetes Bauschalldämmmaß,

L_{Gr} = Umgebungs- und Grundgeräusch,

S = Trennwandfläche,

A_E = äquivalente Absorptionsfläche im Empfangsraum.

Ist im Senderaum lediglich der Leistungspegel der Schallquelle bekannt, kann auch geschrieben werden:

$$R'_{w,erf} = L_{WA} - L_{Gr} + 10 \cdot \lg \frac{4S}{A_S \cdot A_E} + 2 \text{ (dB)} \quad (2)$$

mit

L_{WA} = A-bewerteter Schalleistungspegel im Senderaum,

A_S = äquivalente Absorptionsfläche im Senderaum.

Die Schallpegeldifferenz zwischen dem Senderaum und dem Empfangsraum ergibt sich aus

$$D'_{erf} = L_{PA} - L_{Gr} \text{ (dB)} \quad (3)$$

mit

D'_{erf} = erforderliche Schallpegeldifferenz.

$$D'_{erf} = L_{WA} - L_{Gr} + 10 \cdot \lg \frac{4}{A_S} \text{ (dB)} \quad (4)$$

Die Gültigkeit aller 4 Beziehungen wird eingeschränkt durch die starke Bedämpfung der Räume und durch das Fehlen einer wirklichen „Diffusität“ des Schalles oder des Schallfeldes. Der Apostroph bei R' und D' weist auf

den Einfluß der Nebenwege hin, wonach auch Schall über den Fußboden, die Seitenwände oder die Decke in den Nachbarraum gelangt [6]. Die Anforderungen lauten:

- Wand mit Tür und Regiefenster $D'_m = 45$ dB
- Wand mit Regiefenster $D'_m = 50$ dB
- Wand mit Doppeltür $D'_m = 55$ dB
- Wand allein $D'_m = 55$ dB
- Fußboden und Decke $D'_m = 65$ dB

4.2.3. Nachhallzeiten und Schallreflexionen

Der von der Schallquelle an das Mikrofon gelangende Direktschall wird unter Umständen durch Reflexionen am Sprechertisch oder an den Raumbegrenzungsflächen verstärkt. Diese treffen nur kurze Zeit nach dem Direkt-schall ein, so daß durch teilweise Auslöschung Kammfilter- und Phaseneffekte entstehen, die zu einer Klangfärbung führen [7, 8]. Erst die Vielzahl der Schallreflexionen höherer Ordnung bilden den eigentlichen Nachhall, wie er sich z. B. als sogenannter „Tannenbaum“ im Reflektogramm des Raumes darstellt. Starke Reflexionen führen wegen der genannten Klangfärbung unter Umständen zu einem typischen, etwas topfigen Klang, der auch einer Halligkeit gleichkommen kann. Dies passiert auch bei sehr kurzer Nachhallzeit. Sie wird gemessen und weist zu Volumen und Absorptionsfläche im Raum folgende Beziehung auf:

$$T = \frac{0,163 \cdot V}{A} \text{ (s)} \quad (5)$$

mit

T = Nachhallzeit,

A = äquivalente Absorptionsfläche in m^2 ,

V = Volumen des Raumes in m^3 .

Die Nachhallzeit kann bei konstantem Volumen durch die Anordnung von schallschluckendem Material verändert werden. Schallreflexionen an Regiefenstern und Türen sind jedoch weitgehend unvermeidbar. Dies gilt um so mehr, als nach Bild 2 Sprechertische mit Mikrofonen auch unmittelbar vor dem Fenster oder vor der Tür angeordnet sind. In allen Fällen sind auch mehrere Mikrofone in Betrieb, so daß Schallreflexionen auch am gegenüberliegenden Mikrofon von hinten einfallen können, also aus bevorzugter Richtung.

Ziel der raumakustischen Ausgestaltung war es, durch „gezielte“ Anbringung von schallschluckendem Material [9] zusätzliche Reflexionen möglichst zu vermeiden. Die Nachhallzeiten sollten bei Werten von etwa 0,3 bis 0,4 s liegen, wobei ein besonderer Frequenzgang nicht vorgeschrieben war. Ein gegebenenfalls eintretender Anstieg der Nachhallzeit unterhalb von 200 Hz wurde nicht ausdrücklich vermieden, da einerseits auf elektrischem Wege mit Hochpaßfiltern oder Tiefensperren gearbeitet wird, andererseits die Einbautiefen für Schallabsorber für diese Frequenzbereiche nicht zur Verfügung standen. Auch eine starke Schrägstellung der Regiefensterscheiben kam nicht in Frage, da Mindestabstände der Doppelverglasung wegen der zu erzielenden Schalldämmung eingehalten werden mußten. Außerdem wäre die Nutzfläche der Studios erheblich vermindert worden.

4.3. Akustische Maßnahmen

4.3.1. Leichte Wand- und Deckenkonstruktionen

Der prinzipielle Aufbau der angewendeten mehrschaligen Wand- und Deckenkonstruktionen ist in Bild 14 dargestellt. Studios befinden sich oberhalb und unterhalb der Decke sowie beiderseits der Trennwand. Das Prinzip beruht darauf, daß möglichst entkoppelte separate Schalen akustisch voll wirksam werden können. In der Vertikalen gilt dies für die abgehängte Decke, die Betondecke

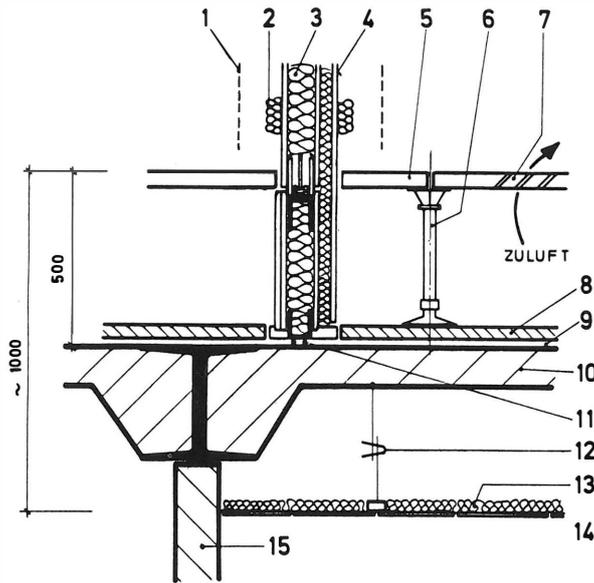


Bild 14

Fußbodenkonstruktion mit Abschottung auf aufgestelltem Boden

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1 Studio-Innenverkleidung | 7 wie 5, mit Schlitz für Zugluft |
| 2 Mineralfaser unterschiedlicher Dicke, auf einzelnen Teilflächen angebracht | 8 schwimmender Asphalt-estrich |
| 3 Mineralfasermaterial zwischen den Wandschalen und der leichten Wand (Gesamtgewicht 43 kg/m ²) | 9 Trittschalldämmplatten |
| 4 Vorsatzschale auf EMFA-Schwinghölzern | 10 Betondecke (100 mm) |
| 5 Doppelboden mit Teppichbelag | 11 Abschottung auf Federn |
| 6 Stempel für Doppelboden | 12 Deckenhänger |
| | 13 Mineralfasermaterial |
| | 14 schallschluckende und -dämmende, abgehängte Decke |
| | 15 Trennwand unter Träger |

und den schwimmenden Estrich. Auch der Doppelboden mit seinen isolierenden Zwischenlagen führt zu einer weiteren Erhöhung der Dämmung. Horizontal ist ein übliches Trennwandelement der Firma Wälzholz [10] verwendet worden. Mit Abstand ist zusätzlich eine Vorsatzschale auf entsprechender, isolierender Unterkonstruktion angebracht.

Um Körperschall aus der massiven Betondecke, also aus dem Gebäude, nicht in das Studio eindringen zu lassen, ist eine Trennung gegenüber den inneren Baukonstruktionen herbeigeführt worden. Daher steht die gesamte Wandkonstruktion auf Gummifederelementen auf dem Stahlträger. Hohlraumbedämpfung und Anschluß der abgehängten, an Federn hängenden Decke sollen die anzustrebende Schalldämmung gewährleisten.

Bild 15 zeigt den Deckenanschluß der dreischaligen Wand. Zu erkennen ist die Abschottung oberhalb der eigentlichen Wand. Diese ist ebenfalls zweischalig ausgeführt. Sie wurde vor der eigentlichen Wandmontage eingebracht, da die vorgefertigten Wandelemente eine bestimmte Größe aufwiesen. Die Abschottung hängt praktisch an Holzbalken und ruht zwischen Federelementen auf dem Stahlträger. Hohlraumbedämpfung und Anschluß der abgehängten, an Federn hängenden Decke sollen die anzustrebende Schalldämmung gewährleisten. Ein Schnitt durch die dreischalige Wand mit den beiden eingesetzten Türen der Doppelkonstruktion ist in **Bild 16** zu sehen. Die oben beschriebene Fertigteilwand nimmt Tür 1 auf. Die Vorsatzschale mit entsprechender Verstärkung enthält Tür 2. Das Dreileistenholz der Firma EMFA [11] kann in diesem Fall in der Mitte befestigt werden, so daß die beiden Seitenleisten die Vorsatzschale aufnehmen und dadurch einen besseren Halt für Tür 2 geben. Beiderseits der Wand sind die Verkleidungen ge-

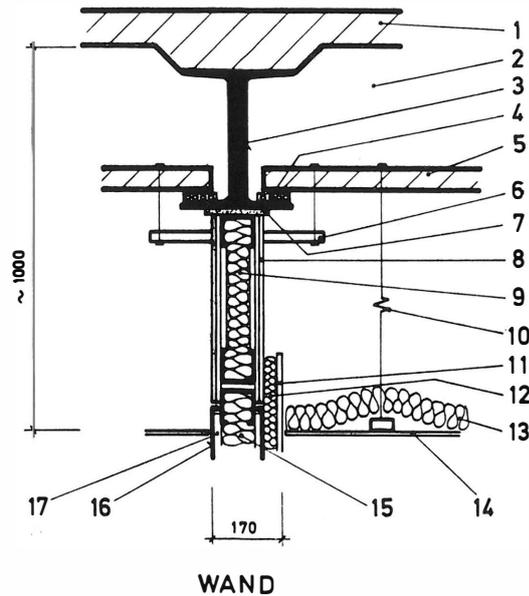


Bild 15

Dreischalige Wandkonstruktion mit Abschottung im Deckenbereich

- | | |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1 Betondecke | 10 Feder für abgehängte Decke |
| 2 Deckenhohlraum | 11 Vorsatzschale auf EMFA-Schwinghölzern |
| 3 Abschottung | 12 Hohlraumbedämpfung für 10 |
| 4 Gummifederelemente | 13 Hohlraumbedämpfung für 2 |
| 5 Holzbalken | 14 abgehängte Decke |
| 6 durchgehende Trageschiene | 15 Stahltrennwand (Wälzholz) vom Typ SE 100, Gewicht 43 kg/m ² |
| 7 Dämmstreifen aus Mineralfasermaterial | 16 Stahlblech (1 mm) |
| 8 zwei Gipskartonplatten | 17 Gipskartonplatte (12,5 mm) |
| 9 Hohlraumbedämpfung der Abschottung | |

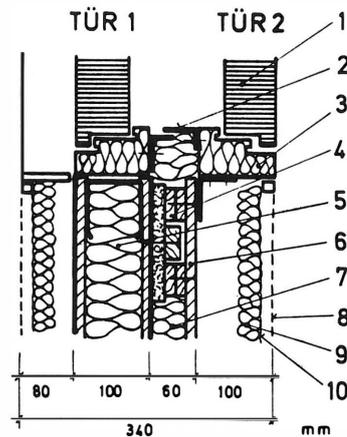


Bild 16

Dreischalige Wand mit eingesetzter Doppeltür, im Prinzip auch für das Einsetzen von zwei getrennten Fenstern

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Tür | 5 Stahltrennwand (Wälzholz) vom Typ SE 100 mit zwei 12,5 mm dicken Gipskartonplatten |
| 2 Winkel zur Abdeckung des Zwischenraums | 6 Vorsatzschale, Gipskartonplatte (16 mm) |
| 3 Zarge mit Hohlraumbedämpfung | 7 Hohlraumbedämpfung durch Mineralfasermaterial |
| 4 EMFA-Schwingholz, mittlere Leiste zur Befestigung der äußeren Leisten aufgefüttert, umgekehrtes Prinzip des EMFA-Schwingholzes | 8 Sichtverkleidung mit Holzgittern |
| | 9 Schallschluckmaterial |
| | 10 Paratex-Folie |

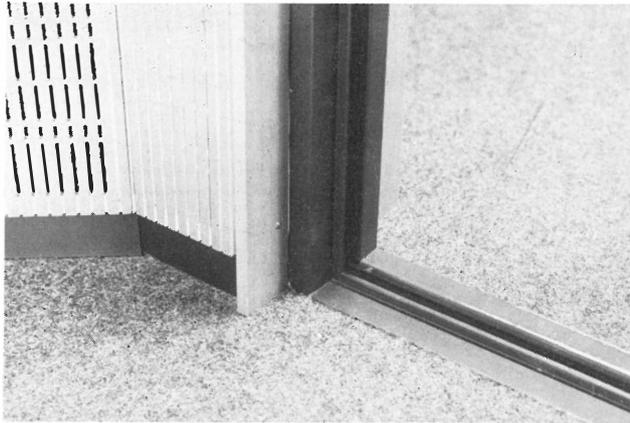


Bild 17
Fußbodenanschluß, Doppeltür mit Schwellen

strichelt gezeichnet. Dahinter befindet sich das Schallschluckmaterial, hier nur im Prinzip dargestellt.

4.3.2. Innenausbau Raumakustik

Die **Bilder 17** und **18** lassen die Maßnahmen erkennen, die beim Innenausbau an Decke, Wand und Fußboden ergriffen wurden. Neben der Verhinderung von Schallreflexionen sollte der Teppich auch Trittschallgeräusche (insbesondere bei Anwesenheit von Publikum) vermeiden. Schalldurchlässige Verkleidungen sind in vielfältiger Form beim Studiobau immer wieder erforderlich, um das dahinter angebrachte Schallschluckmaterial wirksam werden zu lassen. Das gleiche trifft auf die kassettierte Decke zu, über der das Schallschluckmaterial angeordnet ist. Die Aufteilung im Deckenbereich geht aus **Bild 19** hervor. Gezielt ist Schallschluckmaterial an den Raumkanten sowie oberhalb des Sprechertisches angebracht. An den Wänden wurde in Kopfhöhe (etwa zwischen 0,8 und 1,8 m) ein umlaufendes schallschluckendes Band geschaffen.

Türen und Schleusen sind durch Teppiche und schallschluckende Decken bedämpft. Dies gilt insbesondere auch für den Eingangsbereich zum großen Studio 8.2 (siehe **Bild 2**). Zusätzlich wurden hier die Wände ganzflächig mit Schallschluckmaterial belegt. Verwendet wurden handelsübliche Türen mit zweifacher, umlaufender Dichtung, auch im Fußbodenbereich entlang der Schwelle.

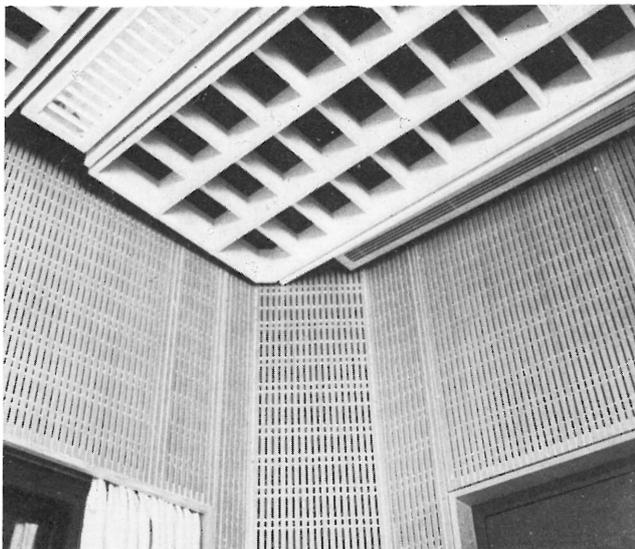


Bild 18
Wände und Decke mit Gitterverkleidung

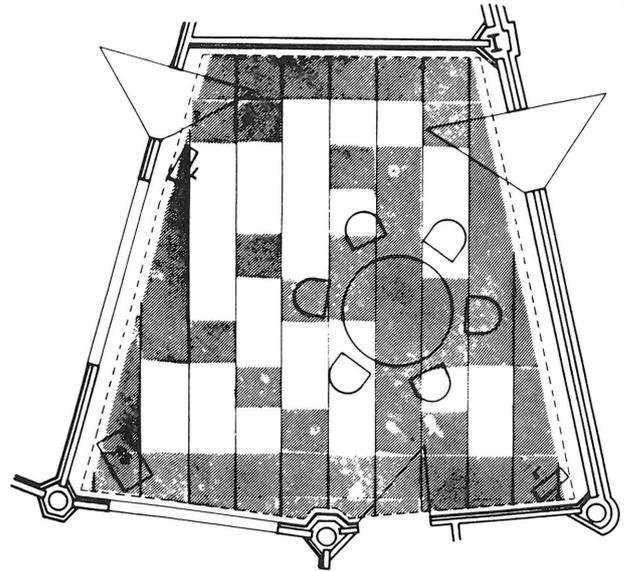


Bild 19
Grundriß des Studios 8.1 mit eingetragenen Schallschluckmaterial an der Decke (schraffierter Bereich)
L = Abhörlautsprecher
FS = Fernsehgerät

4.3.3. Regiefenster

Die Regiefenster haben eine einheitliche Höhe von 1300 mm. Ihre Breiten betragen zwischen 1500 und 2750 mm. Die beiden Fensterrahmen sind in die getrennten Schalen der Wand eingebaut. Aus diesem Grunde beschränkte sich der Abstand zwischen den beiden Scheiben auf 90 mm. Hieraus ergab sich andererseits die Forderung nach einer höheren Schalldämmung, die durch eine Phonstop-Scheibe vom Typ 2239 mit einer Dicke von 15 mm und durch eine Dickglasscheibe von 8 mm erzielt wurde. Die Scheiben sind in Gummi gelagert. Einige Fenster wurden geringfügig schräggestellt, um Flutter-

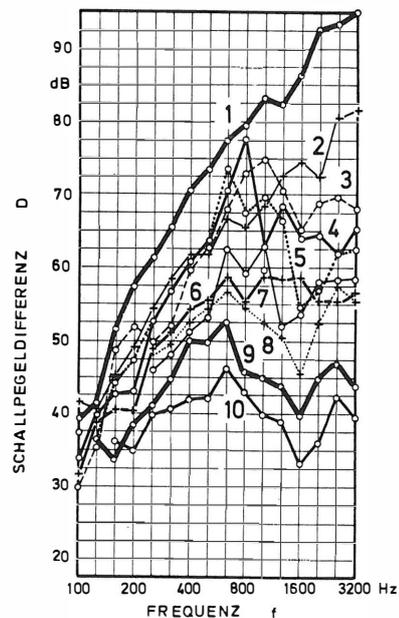


Bild 20
Schallpegeldifferenz zwischen den Studios des Mehrzweck-Studiokomplexes
Messung nach DIN 52 110
Bezeichnung der Kurven nach Tabelle 1

echos von gegenüberliegenden Regiefensterscheiben zu vermeiden.

4.4. Meßergebnisse

4.4.1. Schalldämmung

Die zwischen den Studios gemessenen Schallpegeldifferenzen erfüllen die oben angegebenen Sollwerte bis auf Einfachtüren, die mit 44 und 39 dB unter den Erwartungen von 45 dB geringfügig zurückgeblieben sind. In **Bild 20** sind die einzelnen Schalldämmkurven zusammengestellt. Die zugehörigen Bezeichnungen ergeben sich aus **Tabelle 1**. Vier deutlich voneinander verschiedene Schalldämmkurven lassen sich aus **Bild 21** und **Tabelle 2** ermitteln. Ein Vergleich mit der in **Bild 13** dargestellten Bezugskurve nach DIN 4109 ist möglich. Die in **Tabelle 2** zusammengestellten Werte können daher als Empfehlung für Hörspielstudios betrachtet werden. Die Ergebnisse lauten:

	R'_w	D'_m	Sollwert D'_m
- Decke/Wand ohne Regiefenster und Tür	73 dB	72 dB	65 dB
- Wand mit Regiefenster	61 dB	60 dB	50 dB
- Wand mit Regiefenster und Doppeltür	49 dB	50 dB	45 dB
- Wand mit Regiefenster und Einfachtür	39 dB	42 dB	45 dB

Die erreichten Schalldämmwerte liegen damit wesentlich über den Sollwerten und haben bisher zu keiner Beanstandung geführt.

4.4.2. Schalldruckpegel der Lüftungstechnischen Anlagen

Die Ergebnisse der Geräuschmessungen in den Studios und Regieräumen sind in **Bild 22** dargestellt. Zum

Kurve in Bild 20	Schalldämmung von → nach	Schallpegeldifferenz D'_m dB	Sollwert D'_m dB
1	Diskjockey → Studio 8.2 Wand ohne Fenster und Tür	72	55
2	Regie → Studio 8.2 Wand mit Fenster, ohne Tür	63	50
3	Tonträger → Diskjockey Wand mit Fenster, ohne Tür	50	50
4	Besucher → Diskjockey Wand mit Fenster, ohne Tür	58	50
5	Regie → Studio 8.1 Wand mit Fenster, ohne Tür	57	50
6	Studio 8.2 → Studio 8.1 Wand mit Fenster u. Doppeltür	50	50
7	Tonträger → Studio 8.3 Wand mit Fenster u. Doppeltür	50	50
8	Besucher → Studio 8.2 Wand mit Fenster u. Doppeltür	50	50
9	Flur → Tonträger Wand mit Fenster und Tür	44	45
10	Flur → Diskjockey Wand mit Fenster und Tür	39	45

Tabelle 1
Meßergebnisse und Sollwerte für die Schalldämmungen nach Bild 20

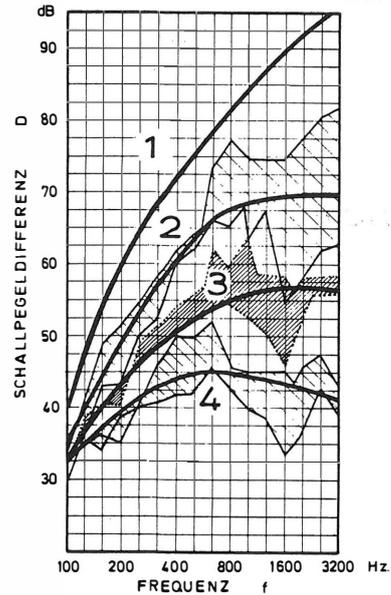


Bild 21

Mittlere Schallpegeldifferenz zwischen den Studios des Mehrzweck-Studiokomplexes mit den eingetragenen Toleranzfeldern der Meßergebnisse von Bild 10

Die einzelnen Kurven (Gruppen) für trennende Bauteile sind in Tabelle 2 zusammengefaßt

Vergleich ist die NR-Kurve 15 eingetragen. Die Studios liegen unterhalb der Sollkurve. Das gleiche gilt für den Regieraum einschließlich der eingeschalteten Aufnahmegeräte mit Werten von 27 bzw. 29 dB (A). Die Einhaltung strengerer Anforderungen, etwa Werte von 15 bis 20 dB (A), hätte nach Angabe der ausführenden Firma zu erheblichen Mehrkosten geführt. Die Schaffung eines Doppelbodens mit Lüftungskanälen im Doppelbodenbereich wäre nicht möglich gewesen.

4.4.3. Nachhallzeiten

Die Nachhallzeiten wurden in allen Räumen mit einer Kugelschallquelle bestimmt. Dabei bewegte sich ein Meßmikrofon auf einer schrägliegenden Kreisbahn durch

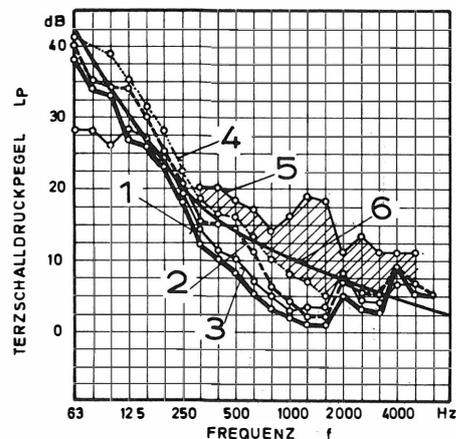


Bild 22

Schallpegel der Lüftungstechnischen Anlagen in den Räumen des Mehrzweck-Studiokomplexes

Kurve 1: Studio 8.1 25 dB (A)

Kurve 2: Studio 8.2 23 dB (A)

Kurve 3: Diskjockey 25 dB (A)

Kurve 4: Regieraum 27 dB (A)

Kurve 5: wie Kurve 4, mit eingeschalteten Aufnahmegeräten 29 dB (A)

Kurve 6: zulässige Werte nach NR-Kurve 15 25 dB (A)

Gruppe	Trennendes Bauteil	Aufbau	Gewicht kg/m ²	D' _m dB	R' _m dB	R' _w dB
1	Decke	Doppelboden, Estrich, Beton, Gipskartondecke, Sichtverkleidung	300	72	70	73
	Wand ohne Fenster und Tür	Stahlwand mit Vorsatzschale aus Gipskarton, beidseitige Verkleidung	60	72	67	73
2	Wand mit Fenster	Wie vor, zwei Scheiben, Phonstop 4 und 6 mm, Einzelscheibe 6 mm, Abstand 260 mm	70	60	55	61
3	Wand mit Fenster und Doppeltür	Wie vor, 2 Türen, Abstand 260 mm	85	50	45	49
4	Wand mit Fenster und Einfachtür	Wie 2, 1 Tür	80	42	37	39

Tabelle 2

Typische Schalldämmwerte für trennende Bauteile bei Hörfunkstudios
Ermittelt aus Messungen im Mehrzweck-Studiokomplex 8 des HR

das Studio. Die Umlaufzeit betrug etwa eine Minute. **Bild 23** zeigt die einzelnen Frequenzgänge der Nachhallzeit. Der Anstieg bei hohen Frequenzen ist auf Regiefenster und Türen zurückzuführen. Auch reflektiert die stäbchenartige Holzverkleidung den Schall, insbesondere bei höheren Frequenzen (über 4000 Hz). Der Sprechertisch besteht aus einer Weichfaserplatte, die mit Stoff gespannt ist. Ein Anstieg der Nachhallzeit und zunehmende Schallreflexionen bei hohen Frequenzen waren daher zu erwarten. Sie beeinträchtigen jedoch Diskussionsrunden und Beiträge im Sinne aktueller Sendungen kaum. Hinzu kommt die oben beschriebene Mikrofonaufnahmetechnik, die zu einer weitgehenden Ausklammerung des aus dem Raum am Mikrofon eintreffenden Schalls führt.

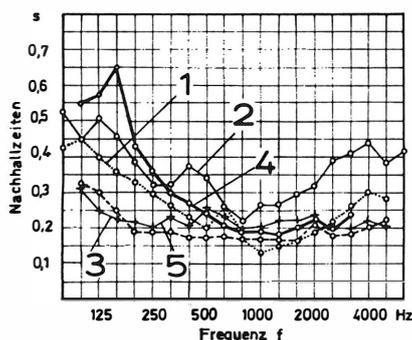
Neben den aufnahmetechnischen Bedingungen des modernen Studios ist die Behaglichkeit für alle Beteiligten in den Studios und Regieräumen wichtig. Es ist gelungen, eine bau- und lüftungstechnisch optimale Lösung

zu finden (siehe 2.). Auch die Studioteknik mit Mikrofonen, Übertragungseinrichtungen und Lautsprechern steht im Einklang mit den akustischen Verhältnissen (siehe 3.).

Der Verfasser dankt den Herren Dipl.-Ing. Berlich und Ing. (grad.) Kriesche für die Kooperation bei Planung und Bauüberwachung und Herrn Ing. (grad.) Brückmann für die Mitwirkung bei Messungen.

SCHRIFTTUM

- [1] Kuhl, W.; Schröder, F.-K.: Untersuchungen zur Körperschalldämmung federnd gelagerter Baukonstruktionen. *Acustica Bd. 6* (1956), Akustische Beihefte, Heft 1, S. 73 bis 78.
- [2] Völker, E.-J.: Schallpegelverhältnisse bei der Übertragung von Sprache — Neue Wege im Studiobau. *Fernseh- u. Kino-Tech. 30* (1976), S. 211 bis 215.
- [3] IRT: Zulässige Schalldruckpegel von Dauergeräuschen in Rundfunk- und Fernsehstudios. *Akustische Information 1.11/1* (1966).
- [4] Völker, E.-J.: Akustik und Aufnahmetechnik im modernen Hörfunk- und Fernsehstudio — Anforderungen im Wandel. *Hörrundfunk 4*, NTG-Fachberichte Band 56, S. 199 bis 207. VDE-Verlag, Berlin 1977.
- [5] VDI: Lärminderung bei raumluftechnischen Anlagen. *VDI-Richtlinie 2081*, Entwurf 1971, Beuth-Verlag.
- [6] DIN 52 217: Bauakustische Prüfungen, Flankenübertragung, Begriffe. Beuth-Verlag Berlin, Sept. 1971.
- [7] Kuhl, W.: Das Zusammenwirken von direktem Schall, ersten Reflexionen und Nachhall bei der Hörsamkeit von Räumen und bei Schallaufnahmen. *Rundfunktech. Mitt. 9* (1965), S. 170 bis 183.
- [8] Völker, E.-J.: Erste Reflexionen, Klangfärbung und Mikrofonaufnahmetechnik — Konsequenzen für den Studiobau. Tagungsband der DAGA-Tagung, Aachen 1973, VDI-Verlag Düsseldorf.
- [9] Völker, E.-J.: Gezielte raumakustische Ausgestaltung der Nachrichtensprecherräume des Hessischen Rundfunks und der Studios der Werbung im Rundfunk GmbH in Frankfurt am Main. *Die Schalltechnik 67/68* (1966), S. 1 bis 9.
- [10] N. N.: Bestimmung der Luftschalldämmung einer demonstrierbaren Trennwand mit beschwerten Wandschalen. Prüfbericht GS 384/76 des Instituts für Bauforschung der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. (1976), im Auftrage der Firma Wälzholz, Konstanz.
- [11] Werkbericht der Firma K. Faist KG über EMFA-Schwinghölzer.

**Bild 23**

Nachhallzeiten in den einzelnen Studios des Mehrzweck-Studiokomplexes

Kurve 1: Studio 8.1

Kurve 2: Studio 8.2

Kurve 3: Studio 8.3

Kurve 4: Diskjockey

Kurve 5: Regieraum

Mittelwert aller Kurven $T'_m = 0,27$ s

QUANTISIERUNGSVERZERRUNGEN IN DIGITAL ARBEITENDEN TONSIGNALÜBERTRAGUNGS- UND -VERARBEITUNGSSYSTEMEN

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird über digital arbeitende Tonsignalsysteme diskutiert, ohne daß bisher genügend einschlägige Erfahrungen mit derartigen Einrichtungen gesammelt werden konnten. In der Literatur und in Datenblättern über angekündigte Geräte werden Werte für verschiedene Güteparameter angegeben, die man oft noch nicht richtig deuten kann.

Ein besonderes Beispiel dafür ist die Angabe über die Größe der Quantisierungsverzerrungen. Da zu den angegebenen Werten nur selten die Grundlagen für ihre Messungen und Berechnung aufgeführt werden, ist ihre Aussagekraft sehr gering.

In der nachfolgenden Überlegung wird der Versuch unternommen, die zu erwartenden Störpegelabstände in digitalen Tonsignalsystemen zu errechnen. Um die ermittelten Werte mit den bei analogen Systemen erreichbaren Störpegelabständen vergleichen zu können, müssen Umrechnungsfaktoren eingeführt werden, die die speziellen Störpegelmeßmethoden der Analogtechnik berücksichtigen.

Die Quantisierungsgeräuschleistung am Einheitswiderstand beträgt bei einer gleichförmigen Quantisierung [1]

$$N_q = \frac{(\Delta U)^2}{12 \cdot R_E} \cdot$$

Dabei ist ΔU die Spannung einer Quantisierungsstufe.

Die Signalleistung am Einheitswiderstand ist

$$S = \frac{U_{\text{eff}}^2}{R_E} \cdot$$

Setzt man eine sinusförmige Signalspannung voraus, so müssen zur Quantisierung der maximalen Spannung $U_{\text{ss max}}$ n Stufen der Stufengröße ΔU zur Verfügung stehen:

$$U_{\text{ss max}} = n \cdot \Delta U \cdot$$

Für den Effektivwert ergibt sich:

$$U_{\text{eff max}} = \frac{U_{\text{ss max}}}{2 \cdot \sqrt{2}} = \frac{n \cdot \Delta U}{2 \cdot \sqrt{2}} \cdot$$

Daraus errechnet sich das Signal/Rauschverhältnis zu

$$\frac{S}{N_q} = \frac{n^2 \cdot (\Delta U)^2 \cdot 12}{8 (\Delta U)^2} = 1,5 \cdot n^2$$

und der Quantisierungsgeräuschabstand wird

$$a_q = 10 \lg (1,5 \cdot n^2)$$

oder

$$a_q = 20 \lg (\sqrt{1,5} \cdot n) \cdot$$

Beispiel:

Bei einer gleichförmigen 14-Bit-Quantisierung ist

$$n = 2^{14} = 16384$$

und damit

$$a_q = 86,05 \text{ dB} \approx 86 \text{ dB} \cdot$$

Diesen Wert erhält man bei einer unbewerteten Effektivwertmessung als Abstand des Quantisierungsgeräuschpegels zum Grenzaussteuerungspegel des digitalen Systems. Damit kann der Dynamikumfang des Systems beschrieben werden.

Bei der Annahme, daß das Quantisierungsgeräusch in seinem Spektrum einem weißen Rauschen gleichzusetzen ist [2], ergibt sich als Pegelunterschied zwischen der Effektivwertmessung und der nach CCIR-Rec. 468-2 ver-

bindlichen Quasi-Spitzenmessung des Störpegels ein Wert von

$$\Delta p' \approx 4 \text{ dB} \cdot$$

Weißes Rauschen einer Bandbreite von 15 kHz bewertet gemessen, wie es ebenfalls CCIR-Rec. 468-2 vorschreibt, ergibt gegenüber der unbewerteten Messung eine Erhöhung des Meßwertes um

$$\Delta p'' = 8,5 \text{ dB} \cdot$$

Die gesamte Pegeldifferenz zwischen unbewerteter Effektivwertmessung und bewerteter Quasi-Spitzenmessung ist

$$\Delta p = \Delta p' + \Delta p'' = 12,5 \text{ dB} \cdot$$

Der nach CCIR-Rec. 468-2 gemessene Quantisierungsgeräuschabstand ist gegenüber dem Grenzaussteuerungspegel des Systems demnach

$$a_q' = a_q - \Delta p \cdot$$

Bei der oben angeführten 14-Bit-Quantisierung ist

$$a_q' = 86 \text{ dB} - 12,5 \text{ dB} = 73,5 \text{ dB} \cdot$$

Für ein Signalsample, dessen Amplitude den Wert von $U_{\text{ss max}}$ überschreitet, steht kein Codewort mehr zur Verfügung. Es wird dafür das Codewort für den maximalen Systempegel ausgegeben. Dies bedeutet für das analoge Signal ein exaktes, scharf einsetzendes Clippen mit damit verbundenen hörbaren und sehr störenden Verzerrungen. Um diese Systemübersteuerung zu verhindern, muß entweder vor dem System noch im analogen Bereich ein Begrenzerverstärker eingesetzt oder eine Aussteuerungsreserve Δp_x vorgesehen werden.

Der Nominalwert des maximalen Tonsignalpegels wird also um den Wert der Aussteuerungsreserve unterhalb des Systemgrenzpegels liegen. Gegenüber diesem Nominalwert erhält man den bewerteten Störpegelabstand nach CCIR-Rec. 468-2:

$$a_q'' = a_q' - \Delta p_x \cdot$$

Wählt man z. B. eine Übersteuerungsreserve von $\Delta p_x = 6 \text{ dB}$, so erhält man einen Störpegelabstand von

$$a_q'' = 73,5 \text{ dB} - 6 \text{ dB} = 67,5 \text{ dB} \cdot$$

Wird aus betrieblichen Gründen eine größere Aussteuerungsreserve gefordert, so reduziert sich in gleichem Maße der erreichbare Störpegelabstand.

Werden in einem digitalen 14-Bit-System auch 14-Bit-Wandler benutzt, so wird wegen deren endlicher Genauigkeit der theoretische Wert des Störpegelabstandes nicht erreicht. Ein geringfügiger weiterer Abzug vom errechneten Störpegelabstand ist deshalb notwendig [3]. Ein typischer Wert ist

$$\Delta p_w = 1,5 \text{ dB} \cdot$$

Daraus ergibt sich letztlich der endgültige bewertete Störpegelabstand:

$$a_q''' = a_q'' - \Delta p_w \cdot$$

In dem angeführten Beispiel:

$$a_q''' = 67,5 \text{ dB} - 1,5 \text{ dB} = 66 \text{ dB} \cdot$$

In zusammengefaßter Darstellung ergibt sich der Umrechnungsvorgang zu

$$a_q''' = a_q - \Delta p - \Delta p_x - \Delta p_w$$

mit

a_q = Störpegelabstand zum Grenzaussteuerungspegel für Systeme mit n gleichen Stufen bei unwerteter Effektivwertmessung,

Δp = Pegeldifferenz zu a_q bei Messung nach CCIR-Rec. 468-2,

Δp_x = gewählte Aussteuerungsreserve,

Δp_w = Störpegel bedingt durch Wandlerungenauigkeiten.

Für den Fall einer Aussteuerungsreserve von $\Delta p_x = 6$ dB sind von dem theoretischen Wert für den Dynamikumfang a_q also 20 dB abzuziehen, um auf den bewerteten Störpegelabstand zu kommen.

Kontrollmessungen führten zu einer sehr guten Übereinstimmung zwischen errechneten und gemessenen Störpegelabständen.

SCHRIFTTUM

- [1] Bleickardt, W.: Quantisierungsgeräusch-Verhältnisse in PCM-Systemen. NTZ 18 (1965), S. 331 bis 337.
- [2] Blesser, B. A.: Digitization of Audio: A Comprehensive Examination of Theory, Implementation, and Current Practice. J. of the Audio Eng. Soc. 26 (1978), S. 739 bis 771.
- [3] Hessenmüller, H.: The Transmission of Broadcasting Programs in a Digital Network. IEEE Trans. on Audio and Electroacoustics Au-21 (1973), S. 17 bis 20.

Horst Jakubowski

Institut für Rundfunktechnik, München

DIE 3. TAGUNG DER UER-UNTERARBEITSGRUPPE R 4 (WELLENAUSBREITUNG)

BRÜSSEL, 30. JANUAR BIS 1. FEBRUAR 1980

Die 3. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R 4 fand in der Technischen Zentrale der UER in Brüssel statt. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag – wie auf der vorangegangenen Tagung vereinbart – bei speziellen Ausbreitungsproblemen in den Lang- und Mittelwellenbereichen sowie bei der Verbesserung der Feldstärkevorhersage in den VHF/UHF-Bereichen nach CCIR-Empfehlung 370-3.

Zum letztgenannten Themenkreis, dem wegen der für 1983 vorgesehenen UKW/FM-Planungskonferenz besondere Bedeutung zukommt, waren von der während der letzten Tagung eingerichteten Ad-hoc-Gruppe zwei Vorschläge zur Modifizierung der CCIR-Empfehlung 370-3 vorgelegt worden. Im wesentlichen ging es dabei um zusätzliche Korrekturfaktoren zur besseren Berücksichtigung der Geländestruktur sowie um das Problem der gemischten Land-See-Ausbreitung. Hierzu lag auch eine Anfrage der von der UER-Unterarbeitsgruppe R 1 eingesetzten FM-Spezialistengruppe vor, die auf Widersprüche sowohl zwischen verschiedenen Kurven der CCIR-Empfehlung 370-3 als auch im Vergleich zu der in Abschnitt 5.1 des CCIR-Berichtes 239-4 angegebenen Berechnungsmethode hingewiesen hatte. Die Modifizierungsvorschläge werden zur Zwischentagung der Studienkommission 5 eingereicht.

Bei den Lang- und Mittelwellen liegen die Arbeitsschwerpunkte der Unterarbeitsgruppe R 4 zur Zeit auf den Gebieten der Ausbreitung in bebautem und bewachsenem Gelände sowie bei den Tagesgängen der Raumwellenfeldstärke. Zum erstgenannten Komplex war ein Forschungsbericht der BBC (RD 1979/19) als Tagungsdokument eingereicht worden. Er enthält Meßergebnisse über den unterschiedlichen Verlauf der Ausbreitungsdämpfung der elektrischen und magnetischen Feldkomponente in Abhängigkeit von der Geländebebauung bzw. dem Geländebewuchs und zeigt sehr deutlich den Einfluß dieser Parameter auf den Wellenwiderstand des Ausbreitungsraumes. Hierzu sind weitere Messungen dringend notwendig, um die in der vorangegangenen Sitzung erörterten Schwierigkeiten bei der Mittelwellenversorgung von Städten überwinden zu können.

Die ebenfalls in der vorangegangenen Sitzung durch einen englischen Beitrag aufgekommene Vermutung, daß die Raumwellenfeldstärken am Tage in Wirklichkeit höher sind als die mit Hilfe der CCIR-Empfehlung 435-3 berechneten und daß die dort angegebenen Übergangszeiten zwischen Tag- und Nachtausbreitung bzw. umgekehrt im Vergleich mit der Wirklichkeit zu kurz bemessen sind, wurde durch Beiträge des französischen und des italienischen Rundfunks (TDF und RAI) erhärtet.

Auch hierzu werden weitere Messungen für dringend erforderlich gehalten. Ebenfalls erwünscht sind weitere Messungen zur ionosphärischen Ausbreitung bei kurzen Entfernungen.

Bei der Analyse der bisherigen Arbeiten der CCIR-Interimarbeitersgruppe 6/4 ergab sich, daß für die Sitzungsperiode 1978 bis 1982 der CCIR-Studienkommissionen eine Reihe von gravierenden Änderungsvorschlägen zu den die Raumwellenausbreitung im LF/MF-Bereich betreffenden CCIR-Texten (Empfehlung 435-4, Bericht 575-1) zu erwarten sind. Dazu empfahl die Untergruppe R 4 den Teilnehmern aus den UER-Mitgliedsländern, während der Interimstagung der Studienkommission 5 darauf hinzuwirken, daß die Diskrepanzen zwischen den CCIR-Texten und den während der Genfer LW/MW-Konferenz festgelegten Ausbreitungsdaten möglichst gering bleiben.

Auf dem Gebiet des Kurzwellenrundfunks war die Unterarbeitsgruppe R 4 bisher nicht tätig. Sie kam deshalb zu der Überzeugung, daß es in Anbetracht der kurzen bis zur Kurzwellen-Rundfunkkonferenz verbleibenden Zeit nicht sinnvoll wäre, sich in die gesamte Problematik der Kurzwellenausbreitung einzuarbeiten, sondern hielt es für zweckmäßiger, daß die mit der Erarbeitung von Planungsverfahren beauftragten Experten auf die derzeit bekannten Feldstärkevorhersagemethoden zurückgreifen. Diese Vorgehensweise wird besonders deshalb als angemessen angesehen, weil Planungsexperten meist ohnehin beachtliche Kenntnisse auf dem Gebiet der Wellenausbreitung haben.

Über die Wellenausbreitung im SHF-Bereich lagen der Unterarbeitsgruppe keine wesentlichen neuen Erkenntnisse vor, jedoch ist im kommenden Jahr mit umfangreichen Ergebnissen aus den Experimenten mit dem Satelliten OTS zu rechnen.

Am Schluß der Tagung wurde die Liste der noch vor der Unterarbeitsgruppe liegenden Arbeiten überprüft. Hinzugefügt wurden Messungen zur Raumwellenausbreitung in den Lang- und Mittelwellenbereichen über kurze Entfernungen. Der Frequenzbereich für Experimente zum Satellitenrundfunk wurde den Beschlüssen der WARC 1979 entsprechend auf 0,5 bis 2 GHz festgelegt. Neu aufgenommen wurden Untersuchungen zur Wellenausbreitung bei 17 bis 18 GHz, d. h. in dem von der WARC 1979 zugewiesenen Frequenzbereich für Aufwärtsverbindungen zu Rundfunksatelliten.

Die nächste Sitzung der UER-Unterarbeitsgruppe R 4 ist für Mai 1981 vorgesehen.

Bernd Raufmann

Institut für Rundfunktechnik, München

DIE 1. TAGUNG DER UER-UNTERARBEITSGRUPPE T 7 (EUROPÄISCHES NACHRICHTENSATELLITENSYSTEM)

CERNOBBIO, 12. BIS 14. FEBRUAR 1980

Die Unterarbeitsgruppe T 7 ist aus der früheren Arbeitsgruppe N hervorgegangen, deren Vorsitzender I. J. Shelley (BBC) auch hier den Vorsitz innehat. Vertreter von 10 Rundfunkorganisationen bzw. Fernmeldeverwaltungen aus 9 Mitgliedsländern der UER und je ein Repräsentant der ESA und der Technischen Zentrale der UER nahmen an der Tagung teil. Zeitweise war außerdem der Vorsitzende der Unterarbeitsgruppe T 6 (Tarife), D. R. Morse (BBC), anwesend.

Verschiedene Einzelfragen im Zusammenhang mit der Nutzung des ECS (European Communication Satellite) wurden diskutiert. Dabei standen solche Probleme im Vordergrund, die eine möglichst kostengünstige Nutzung gestatten sollen.

1. Allgemeine Situation

Der Verwaltungsrat der UER hat zur Behandlung der mit dem ECS verbundenen rechtlichen und finanziellen Probleme auf sehr hoher Ebene eine ECS-Gruppe eingesetzt.

Innerhalb der CEPT befaßt sich unter Beteiligung einiger Vertreter der UER die USAR¹-Gruppe mit der Nutzung von Satelliten zur Verteilung von Rundfunksignalen. In der USAR-Gruppe wurde eine vorläufige Kostenschätzung erarbeitet, die ergab, daß der Einsatz des ECS-Systems für die Eurovision um 30 bis 40 % teurer würde als die Benutzung eines terrestrischen Verteilsystems. Diese Kostenschätzung beruht auf mittleren Kosten für die Nutzung von Erdefunkstellen. Um diesen Kostenanteil genauer erfassen zu können, wird die Technische Zentrale der UER eine Rundfrage an die Mitglieder richten, in der diese gebeten werden, die individuellen Kostenanteile bei ihren Fernmeldeverwaltungen zu ermitteln. Eine Möglichkeit zur Senkung der Kosten besteht in der Übertragung von 2 Fernsehsignalen durch einen ECS-Transponder, ferner kann nach Aussage der Unterarbeitsgruppe T 1 zunächst die Übertragung der Kommentarkanäle durch den Satelliten entfallen.

Die Interim-Eutelsat-Organisation als künftiger Betreiber des ECS erwartet eine Entscheidung der UER über die ECS-Nutzung bis Ende Juni dieses Jahres.

Die über den OTS durchgeführten Fernsehübertragungsversuche mit großen Erdefunkstellen erbrachten durchweg gute Ergebnisse und bestätigten im großen und ganzen die Spezifikationen. Schwierigkeiten bestehen noch hinsichtlich der Kommentarkanäle. Ein vorläufiger Bericht über die OTS-Tests liegt vor.

2. Übertragung von 2 Fernsehsignalen je Transponder

Nach Berechnungen von Interim Eutelsat liegt bei Einsatz von großen Erdefunkstellen am Rande der europäischen Bedeckungszone (Helsinki) der hochfrequente Signal-Geräuschabstand am Empfängereingang (C/N) zu 99 % des ungünstigsten Monats bei 16,3 dB. Dies gilt für die Übertragung eines Fernsehsignals je Transponder. Bei der Belegung mit zwei Fernsehsignalen reduziert sich C/N um etwa 4 dB und liegt damit nur noch sehr knapp

über der FM-Schwelle, die für das Gesamtsignal einschließlich des SIS-Tons bei etwa 12 dB anzusetzen ist. Die Systemzuverlässigkeit, die durch C/N für 99,9 % der Zeit gegeben ist, kann überhaupt nur noch durch den Einsatz schwellwertverbessernder Demodulatoren erhalten werden. Der Rauschabstand im Videosignal verringert sich um mindestens 5 dB. Hierzu wurde festgestellt, daß bei einer FM-Übertragung mit Pre- und Deemphase der Bewertungsgewinn des vereinheitlichten Bewertungsfilters 11 dB beträgt gegenüber dem theoretischen Wert von 12,2 dB für dreiecksförmiges Rauschen.

Da bei der Übertragung von 2 Fernsehsignalen je Transponder zudem die Verzerrungen zunehmen, ist zu erwarten, daß zumindest in Mitteleuropa, wo für die terrestrischen Verbindungen im Eurovisionsnetz nur wenige Strecken in Reihe betrieben werden, eine Satellitenübertragung nach diesem Konzept zu einer gewissen Qualitätsverschlechterung führen könnte. Verbindungen über weite Entfernungen dürften allerdings bessere Qualität als zur Zeit üblich erreichen. Eine Verwendung von kleinen Erdefunkstellen wäre nicht möglich, es sei denn, man würde mit den Spot-Beams des ECS arbeiten. Da dann aber keine vollständige Bedeckung des Eurovisionsraumes erreicht wird, scheint diese Lösung aus betrieblichen Gründen auszuschneiden.

3. Erdefunkstellen

Zu den Spezifikationen großer Erdefunkstellen lagen zwei Dokumente von Interim Eutelsat vor. Diese wurden diskutiert und einige kritische Anmerkungen bezüglich mancher überzogen erscheinender Forderungen gemacht.

Zu der Anwendung kleiner Erdefunkstellen wurde über die guten Erfahrungen der IBA mit deren Anwendung beim OTS berichtet. Alle OTS-Übertragungen liefen über dessen Spot-Beam. Da die Leistungsflußdichte des ECS im Spot-Beam um etwa 3 dB geringer ist, müßte die Antenne einer transportablen Station entsprechend größer sein, typisch etwa 8 m statt 5,5 m im Durchmesser. Hier bestehen allerdings wieder die Bedenken gegen eine Verwendung der Spot-Beams.

Die ausführliche Diskussion über die Frage der Mindestgröße einer Erdefunkstellenantenne für den Empfang in der europäischen Bedeckungszone (Eurobeam-Antenne des ECS) führte zu dem Ergebnis, daß der Gütefaktor G/T mindestens 35 dB betragen muß. Dies setzt voraus, daß die Station in der Nähe des Zentrums der Bedeckungszone liegt, daß schwellwertverbessernde Demodulatoren eingesetzt werden, nur ein Fernsehsignal im Transponder übertragen wird und daß auf der terrestrischen Strecke zum Schaltzentrum keine wesentliche Verringerung des Rauschabstandes eintritt. Der Antennendurchmesser einer solchen Erdefunkstelle würde etwa 12 m betragen gegenüber 19 m als Standardgröße.

Die Technische Zentrale bereitet ein Dokument über das Interesse der UER-Mitglieder an transportablen Erdefunkstellen vor und erwartet Informationen über die Verfügbarkeit solcher Stationen in den verschiedenen Ländern.

4. Sonstiges

Das Problem der Dienstanäle über den ECS wurde kurz angesprochen. Erdefunkstellen, die für Fernmelde-

¹ Groupe ad-hoc Spécial — Utilisation des Systèmes de Télécommunications par Satellite d'Acheminements de Signaux du Service des Radiodiffusions.

und Fernsehbetrieb ausgerüstet sind, könnten Fernsprecheinrichtungen verwenden. Für nur zum Fernsehempfang ausgerüstete Stationen gibt es kaum Lösungsmöglichkeiten.

Die Fernschaltbarkeit einer Erdefunkstelle, die für den Eurovisionsbetrieb erwünscht ist, bereitet auf technischer Seite beim Betrieb von 2 Signalen je Transponder noch Schwierigkeiten. Als Mitglied einer Spezialistengruppe zur Bearbeitung dieses Themenkreises wurde L. Ciavoli-Cortelli (Telespazio/RAI) aus der T 7 benannt.

Die Möglichkeit einer digitalen Fernsehübertragung über ECS wurde ebenfalls kurz angesprochen. Es wurde festgestellt, daß zunächst nur FM-Übertragungen vorgesehen sind. Für eine spätere Phase könnte ein Digitalverfahren vorteilhaft sein. Dabei dürfte wegen der angestrebten Kompatibilität mit den Fernsprechübertragungen (120 MBit/s TDMA) ein 60- oder 120-MBit/s-System günstiger sein als das vieldiskutierte 34-MBit/s-System.

Rolf Süverkrübbe
 Institut für Rundfunktechnik, München

TAGUNGEN UND AUSSTELLUNGEN

Termine			
5. 5. – 7. 5. 1980	Video 80	4. 9. – 8. 9. 1980	Salone Internazionale della Musica e High Fidelity
Berlin		Mailand	
6. 5. – 9. 5. 1980	66th Convention of the Audio Engineering Society	12. 9. – 18. 9. 1980	photokina
Los Angeles		Köln	
28. 5. – 30. 5. 1980	International Microwave Symposium	20. 9. – 23. 9. 1980	IBC 80
Washington		Brighton	8th International Broadcasting Convention
27. 6. – 29. 6. 1980	ham radio	30. 9. – 3. 10. 1980	NTG-Fachtagung Text- und Bildkommunikation
Friedrichshafen	Internationale Amateurfunk-Ausstellung	Stuttgart	
22. 8. – 28. 8. 1980	hifi 80	2. 10. – 4. 10. 1980	NTG-Fachtagung Meßtechnik in der optischen Nachrichtentechnik
Düsseldorf	Internationale Ausstellung mit Festival	Berlin	
29. 8. – 7. 9. 1980	Firato 80	6. 10. – 9. 10. 1980	8. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG)
Amsterdam	Internationale Funkausstellung	Berlin	
		6. 11. – 12. 11. 1980	electronica
		München	

BUCHBESPRECHUNGEN

Thermistors. Von E. D. Macklen. 236 Seiten, zahlr. Bilder und Tabellen, Format 21,5 cm x 15 cm, kartoniert, Electrochemical Publications Ltd., Ayr, Scotland 1979, Preis 24.00 £.

Obwohl Thermistoren seit mehr als dreißig Jahren hergestellt und in großer Stückzahl auf den verschiedensten Gebieten verwendet werden, gibt es über diese Bauelemente nur verhältnismäßig wenig Literatur. Der Autor, der sich über viele Jahre mit der Entwicklung und Herstellung von Thermistoren befaßt hat, möchte mit dem in englischer Sprache herausgegebenen Buch ein erstes, umfassendes Nachschlagewerk bieten.

Das Buch ist entsprechend den beiden Thermistorgattungen NTC und PTC unterteilt; acht Kapitel befassen sich mit NTC-, vier mit PTC-Thermistoren. In beiden Kategorien wird kurz auf die theoretischen Grundlagen eingegangen, dann werden die entsprechenden Materialien, die Herstellungsprozesse, die verschiedenen Ausführungsformen sowie die Kennwerte der Bauelemente behandelt. Schwerpunkt des Buches ist die praktische Anwendung. Mit typischen Schaltungen werden die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten für Thermistoren aufgezeigt und Dimensionierungsfragen besprochen. Die Kapitel werden jeweils durch ausführliche Literaturzusammenstellungen beschlossen. Ein weiteres Kapitel enthält eine Anleitung zur Auswahl geeigneter Thermistoren und eine Herstellerübersicht.

Das praxisnah und übersichtlich geschriebene Buch kann sowohl den Studierenden in die Technik der temperaturabhängigen Widerstände einführen als auch dem in der Praxis tätigen Entwickler eine wertvolle Hilfe sein.

Rüdiger Sand

Elektronik IV C – Mikrocomputer. Aufbau, Anwendung, Programmierung. Lehrbuch. Hrsg. Heinz-Piast-Institut für Handwerkstechnik an der Universität Hannover. Verf. Rolf Gräf und Josef Kammerer. 360 Seiten, 94 Bilder, zahlr. Tabellen, Format 24,5 cm x 17 cm, Kunststoffeinband, Richard Pflaum Verlag, München 1979, Preis 48,- DM, ISBN 3-7905-0285-5.

Dazugehörige **Arbeitsblätter.** Block zu 150 Blatt mit 2fach-Lochung, geleimt mit Deckblatt, Preis 12,- DM.

Primär ist das Buch für den Einsatz in einem Fachlehrgang der bundeseinheitlichen praxisorientierten Elektronikschulung konzipiert.

Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse der Booleschen Algebra, um die Einführung in die Zahlensysteme und die verschiedenen logischen Verknüpfungen zu verstehen. Anhand von einprägsamen Beispielen wird auch der Nichtlehrgangsteilnehmer in knapper sachlicher Darstellung über die Kapitel „Arithmetische Operationen“ und „Rechenschaltungen“ bis zur Betrachtung der verschiedenen Arten von Halbleiterspeichern geführt.

Es folgt eine sehr detaillierte Beschreibung der Systemkomponenten des Mikrocomputersystems EZ 80, die bis zur Erklärung der Anschlußbelegungen jedes betrachteten Bausteins reicht.

Von diesem noch theoretischen Abschnitt geht es über in den praxisbezogenen Teil, nämlich zur Programmierung. Es wird sowohl die binäre Eingabe wie auch die Eingabe über eine Hexadezimaltastatur vorgestellt. Im folgenden wird jeder einzelne Befehl ausführlich mit Beispielen und Übungen behandelt; zum tieferen Verständnis sollte der Leser die Möglichkeit haben, das im Lehrgang vorgesehene Mikrocomputersystem auch in der Praxis zu benutzen. Als Hilfsmittel zur Programmierung sollen die unter gleichem Titel erschienenen Arbeitsblätter dienen, die sich als Block von 150 Programmiervorlagen darstellen.

Das Thema Anwendung wird zwar im Titel angeführt, aber innerhalb des Buches zu Gunsten der beiden anderen Themen Aufbau und Programmierung fast vollständig übergangen.

In seinem Aufbau als Lehrgang ist das Buch auch für das Selbststudium geeignet, wobei besonders der system-spezifische Teil auch dem Mikrocomputer-Anfänger eine gute Einführung geben dürfte. Ohne die Möglichkeit, die Übungen an dem behandelten System durchführen zu können ist die theoretische Durcharbeitung des ganzen Buches, wobei der Programmieranteil gut zwei Drittel ausmacht, jedoch nur zu empfehlen, wenn schon anderweitige Erfahrungen mit Mikrocomputern vorliegen.

Martin Wäger

HiFi hören. HiFi-Qualität? – Sie hören es! Von Heinz Josef Nisius. 224 Seiten, 45 Bilder, Format 24,5 cm x 17,5 cm, Leineneinband, Vogel-Verlag, Würzburg 1979, Preis 28,- DM, ISBN 3-8023-0611-2.

Der Autor setzt sich das Ziel, dem Hörer zu ermöglichen, die Qualität von HiFi-Geräten mit den eigenen Ohren zu beurteilen. Technische Daten sollen dabei keine wesentliche Rolle spielen. Fachleute sollen nicht angesprochen werden, insbesondere nicht Techniker oder Technikgläubige.

Dennoch wird gerade diese Gruppe an vielen Stellen polemisch und nicht immer widerspruchsfrei angesprochen. So wird an einer Stelle generell behauptet, daß man aus technischen Daten nicht ersehen kann, wie ein Gerät tatsächlich „klingt“. An anderer Stelle wird andeutungsweise und einleuchtend gesagt, daß komplexe Zusammenhänge nur durch ein komplexes Datenmaterial beschrieben werden können. Andererseits steht die Bezeichnung „impulstreu“ als Synonym für „unübertrefflich“, eine Aussage, die sicher auch eingefleischten Anhängern der Hüllkurvenbetrachtungsweise zu weit gehen dürfte.

Die Art der Darstellung ist locker, was an mehreren Stellen zu Ungenauigkeiten und Unrichtigkeiten führt, die dem angesprochenen „Musikliebhaber auf dem Wege vom Radiohörer zum HiFi-Spinner“ (freies Zitat) kaum auffallen dürften. Immerhin amüsieren einige Formulierungen, die den Eindruck erwecken, als wäre für den Musikfreund das größte Hindernis vor der Erreichung seines Zieles die Hausfrau, auch als weiblicher Kaufmitbestimmer umschrieben.

Wertvoller als die kurzen technischen Erläuterungen und allgemeinen Äußerungen, wie zum Beispiel die über den HiFi-Markt, sind für den Leser Vorschläge zur Durchführung eigener Tests. Zwar erscheint die Zuverlässigkeit derartiger Tests immer noch zu optimistisch. Dennoch werden viele Hinweise gegeben, wie gravierende Fehler vermieden werden können und wie man zu einem persönlich befriedigenden Ergebnis gelangen kann. Erfreulicherweise wird die Frage nach dem finanziellen Aufwand nicht als ehrenrührig abgetan, sondern mit dem

Mut zu konkreten Zahlenangaben behandelt. Bei der Einrichtung des zum HiFi-Hören vorgesehenen Wohnraumes setzt der Autor dagegen ein akustisches Primat, was offensichtlich zu seiner „Hausfrauenkontroverse“ geführt hat.

Für den Leser, der sich mit den Äußerungen kritisch auseinandersetzt, enthält das Buch nützliche Anregungen bei der Zusammenstellung einer eigenen Anlage. Bei Beachtung der Vorschläge muß jedoch ein beträchtliches Maß an Zeit und Geld eingesetzt werden. Auch wird die Entscheidung durch die Lektüre des Buches keineswegs erleichtert, vielleicht aber das Ergebnis verbessert.

Horst Wollherr

Einführung in die Nachrichtentechnik. Von Dieter Stoll. 232 Seiten, 367 Bilder, 13 Tabellen, Format 24,5 cm x 17,5 cm, gebunden, AEG-TELEFUNKEN, Zentralabteilung Firmenverlag, Berlin 1979, Preis 38,- DM (unverbindliche Preisempfehlung), ISBN 3-87087-103-2.

Das Buch gibt eine Einführung in die Grundlagen, Aufgaben und Methoden der elektrischen Nachrichtentechnik. Die Erfassung eines so breiten Spektrums in einem einzigen Werk bedingt eine Beschränkung in der Stoffauswahl und eine stark komprimierte Form der Darstellung. Die Stoffauswahl orientiert sich an den Themenkreisen, die an Technischen Hochschulen üblicherweise behandelt werden, wobei die analoge Nachrichtentechnik im Vordergrund steht.

Die Schwerpunkte liegen auf den allgemeinen Grundlagen sowie auf Verstärkungs-, Leitungs- und Hochfrequenztechnik. Entsprechend behandeln die einzelnen Kapitel Bauelemente, Netzwerke, Oszillatoren, Modulation, Verstärker und die Übertragungstechnik.

Trotz der komprimierten Darstellung enthält das Buch ein Fülle von Berechnungs- und Entwurfsverfahren sowie umfangreiches Zahlenmaterial und zeichnet sich durch Klarheit und Übersichtlichkeit aus.

Es ist Studierenden der elektrischen Nachrichtentechnik und auch in der Praxis stehenden Ingenieuren als wertvoller Begleiter und Nachschlagewerk zu empfehlen.

Bodo Morgenstern

Die Redaktion weist auf folgende Veröffentlichungen hin:

Taschenbuch der Fernmelde-Praxis 1980. Hrsg. Heinz Pooch. Redaktion: Alfons Kaltenbach und Heinz Pooch. XVI, 476 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen. Format 15,5 cm x 10,5 cm, dauerhafter abwaschbarer Plastikeinband, Fachverlag Schiele & Schön GmbH, Berlin 1980, Preis 29,20 DM, Vorbestellpreis 25,- DM, ISBN 3 7949 0336 8, ISSN 0082-1764.

Im 17. Jahrgang des bewährten Taschenbuches steht im Mittelpunkt die Grundsatzentscheidung der Deutschen Bundespost über die künftige Einführung digitaler Vermittlungssysteme und über den Wechsel von bisher analoger (Frequenzmultiplex) zu digitaler Übertragungstechnik (Zeitmultiplex); die letzte zunächst nur in den regionalen Netzen.

Zum Thema „Integrierte digitale Netze“ werden wohl die meisten Beiträge in den nächsten Jahrgängen dieses Buches Stellung nehmen. Da aber im Betriebsdienst vorläufig noch eine geraume Zeit die gegenwärtige Technik im Vordergrund stehen wird, wurde sie bei der Auswahl der Arbeiten ebenfalls gebührend berücksichtigt. In den 18 Fachaufsätzen ist so für den aufmerksamen Leser die Fülle der Aufgaben und Probleme der derzeitigen Fernmeldepraxis dargestellt.

Fachwörterbuch des Nachrichtenwesens. 2. erweiterte und überarbeitete Auflage. Hrsg. Heinz Pooch. Redak-

tion: Rüdiger Scholaut, Jörg Heydel und Heinz Pooch. 380 Seiten, viele Stichwörter, zahlreiche Bilder und Tabellen, Rückübersetzung der im deutschen Teil enthaltenen Begriffe, Format 21,5 cm x 15 cm, kartoniert, Fachverlag Schiele & Schön GmbH, Berlin 1980, ISBN 3-7949-0329-3.

Fachliteratur enthält naturgemäß zahlreiche Fachwörter und -begriffe. Besonders in der Nachrichtentechnik ist das Spektrum der Fachwörter sehr breit, ständig kommen aber noch neue und geänderte Begriffe dazu. Dem Leser fällt es oft schwer, die angebotene Literatur optimal zu nutzen und mit der Entwicklung Schritt zu halten. Diesem Umstand will das vorliegende, nun schon in der 2. Auflage erschienene Buch abhelfen. Die angebotenen Informationen sind so angeordnet, daß sie zunächst leicht auffindbar sind; zahlreiche Verweise auf weiterführende Stichwörter bemühen sich, die speziellen

Fachgebiete nicht zu eng zu begrenzen und übergreifende Verbindungen zu anderen Bereichen herzustellen. Längere Abhandlungen werden weitgehend vermieden, lediglich die neuesten und wichtigsten Begriffe wurden ausführlich erläutert. Auch Abkürzungen und bedeutende englische Ausdrücke finden sich in den Stichwörtern.

In der 2. Auflage ist die Anzahl der Stichwörter von ungefähr 3800 auf 4300 angestiegen, dennoch konnte die Terminologie der Nachrichtentechnik auch damit nicht voll erfaßt werden. Um das Buch in seinem Umfang zu begrenzen und erschwinglich zu halten, mußte auf eine große Anzahl von Begriffen auswählend verzichtet werden. Das neu aufgenommene Englisch-Deutsche Wörterverzeichnis, eine Rückübersetzung der englischen Begriffe dieses Buches, wird seinen Gebrauchswert wesentlich steigern.

NACHRICHTEN

Internationale Funkausstellung 1981 wieder in Berlin

Die Internationale Funkausstellung findet auch 1981, in der Zeit vom 4. bis 13. September, wieder in Berlin statt. Diesen Beschluß faßte am 12. März 1980 die Gesellschaft zur Förderung der Unterhaltungselektronik (GFU) mbH in Frankfurt als Veranstalter der Internationalen Funkausstellung.

Besonders erfreulich ist die weitergehende Entscheidung, die Internationale Funkausstellung nunmehr regelmäßig – und zwar im Vierjahresrhythmus – in Berlin stattfinden zu lassen. Bereits seit 1971 hatte die ehemalige Wanderausstellung alle zwei Jahre Berlin als Standort gewählt.

Nach einer Presseinformation der AMK Berlin

Vorschläge für die Verleihung des Rudolf-Urtel-Preises 1980

Die nächste Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) wird vom 6. bis 9. Oktober 1980 in Berlin veranstaltet. Wie in den vergangenen Jahren soll auch diesmal wieder auf der Eröffnungsveranstaltung der mit 2000,- DM dotierte Rudolf-Urtel-Preis an einen fähigen Nachwuchsengeieur der Fernseh- oder Kinotechnik verliehen werden. Es wird daher die Bitte an alle in diesen Fachgebieten Tätigen gerichtet, das Urteil-Preis-Komitee der FKTG auf junge Kollegen aufmerksam zu machen, die eine Arbeit von bemerkenswerter wissenschaftlicher oder technischer Leistung angefertigt haben, bzw. diese zu ermuntern, eine solche Arbeit zum Abschluß zu bringen und für die Kandidatur zum Urteil-Preis einzureichen. Es kommen hierfür in Frage: ein speziell angefertigter Arbeitsbericht, ein Manuskript bzw. eine bereits erschienene Veröffentlichung sowie auch ein interner Technischer Bericht oder eine abgeschlossene Diplom- bzw. Doktorarbeit. Allerdings ist zu beachten, daß die betreffende Arbeit nicht älter als zwei Jahre sein darf.

Nach den Bestimmungen der Urteil-Preisverleihung sollte der Kandidat nicht älter als 35 Jahre sein und nicht länger als 5 Jahre im Berufsleben stehen, jedoch kann sich der FKTG-Vorstand in begründeten Fällen auch für eine Abweichung von dieser Regelung entscheiden. Weitere Informationen erhalten Sie vom Vorsitzenden des Urteil-Preis-Komitees:

Prof. Dr.-Ing. H. Schönfelder
Institut für Nachrichtentechnik der TU Braunschweig

Postfach 33 29, 3300 Braunschweig
Telefon: (0531) 391 24 80.

An diese Adresse senden Sie bitte auch die Arbeit des Kandidaten, und zwar

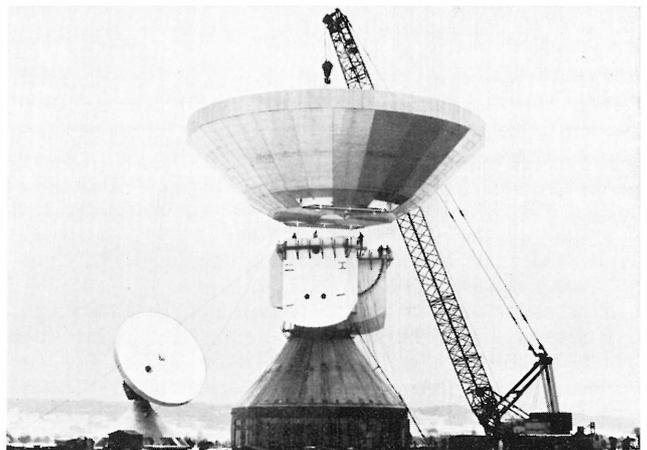
bis spätestens **12. Juli 1980.**

Für die Beurteilung der vorgeschlagenen Arbeit durch die 5 Mitglieder des Urteil-Preis-Komitees sind insgesamt 5 Exemplare einzureichen, wozu noch der Lebenslauf des Kandidaten kommen soll.

Pressemitteilung der FKTG

Raisting wird größte Erdefunkstelle der Welt

Die größte Satelliten-Erdefunkstelle der Welt erhält die Deutsche Bundespost, wenn die zwei neuen Antennenanlagen im Frühjahr 1981 in Betrieb gehen, zu deren Richtfest Staatssekretär Dietrich Elias am 6. März 1980 etwa 200 Gäste in Raisting begrüßen konnte. Die starke Zunahme des internationalen Fernmeldeverkehrs hatte die DBP zu der Erweiterung der Erdefunkstelle veranlaßt. Von Raisting aus bestehen heute über die Intelsat-Satelliten über dem Atlantik und dem Indischen Ozean interkontinentale Nachrichtenverbindungen zu mehr als 40 Ländern.



Die Antennen Raisting 4 und 5 haben einen Reflektordurchmesser von jeweils 32 Meter. Das Gewicht der drehbaren Stahlkonstruktion inklusive Gegengewicht be-

trägt 300 Tonnen. Die beiden Antennenanlagen arbeiten empfangsseitig mit einer Frequenz von 4 GHz und sendeseitig mit 6 GHz. Das neue Speisesystem ist bereits für das Senden und Empfangen mit zwei unterschiedlichen Polarisationssebenen ausgerüstet, so daß die Frequenzbereiche doppelt genutzt werden können. Nachdem auch die Antennenanlage 3 bereits mit dem neuen Speisesystem bestückt ist, wird auch die Anlage 2 demnächst auf diese Technik umgerüstet. Damit ist die Erdefunkstelle Raisting für den Betrieb mit den künftigen Satelliten Intelsat V vorbereitet (sie nehmen voraussichtlich im Frühjahr 1981 den Interkontinentalverkehr auf), die eine Kapazität von je 12 000 Telefonkanälen und zwei TV-Kanälen haben werden. Zur Fernbedienung und Überwachung von Raisting 4 und 5 werden Mikroprozessoren eingesetzt. Unser Bild zeigt Antenne 4 bei der Montage des etwa 70 Tonnen schweren Spiegels. Eine weitere, 6. Antenne ist bereits in der Planung.

Nach einer Siemens-Presseinformation

PEARL-Betreuungsorganisation gegründet

Für die Realzeitprogrammiersprache PEARL gibt es jetzt eine Betreuungsorganisation, den PEARL-Verein e. V. (PEARL-Association). Die Geschäftsstelle wird als Gasteinrichtung des Vereins Deutscher Ingenieure ihren Sitz im VDI-Haus in Düsseldorf haben. Für die deutschen Rundfunkanstalten ist das IRT Mitglied geworden.

Der Name PEARL steht für „**P**rocess and **E**xperiment **A**utomation **R**ealtime **L**anguage“, eine Programmiersprache für den Einsatz von Computern und Mikroprozessoren für Automatisierungszwecke.

Diese Sprache wurde in den vergangenen zehn Jahren in enger Zusammenarbeit zwischen Herstellerindustrie, Anwendern und Forschungsinstituten in der Bundesrepublik entwickelt. Ihr Hauptzweck ist es, die Programmierung der Rechner für Automatisierungszwecke von einer „schwarzen Kunst“, die nur wenige Experten beherrschen, zu einer für den Ingenieur und interessierten Anwender transparenten und handhabbaren Technik zu machen. Ihre Entwicklung wurde deshalb auch vom Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft (BMBW) und vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) von Anfang an gefördert. Besonders zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang das Projekt „Prozeßdatenverarbeitung“ (PDV) bei der Gesellschaft für Kernforschung in Karlsruhe, von dem seit 1972 die Förderung der Prozeßrechnerentwicklung der Bundesrepublik Deutschland im Auftrag des BMFT betreut wurde. Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) war seit 1972 durch einen entsprechenden Ausschuß der VDI/VDE-Gesellschaft Meß- und Regelungstechnik an der Entwicklung von PEARL beteiligt. Ein Auszug von PEARL (Basic-PEARL) wurde im Juni 1978 als Entwurf vom Deutschen Normenausschuß (DNA) herausgegeben (DIN 66 253) und auch zur internationalen Standardisierung bei der „International Standards Organization“ (ISO) eingereicht.

Nach einer Pressemitteilung des PEARL-Vereins e. V.

Erster volltransistorisierter 3-kW-Rundfunksender für UKW

Der erste volltransistorisierte 3-kW-UKW-Sender der Welt, den der Hessische Rundfunk für den Sendebetrieb auf dem Hardberg vorgesehen hat, soll in Bälde seinen Betrieb aufnehmen.

Dieser 3-kW-UKW-Sender ist aus den Grundmodulen 50/100 W und 300/500 W durch entsprechende Parallelschaltung aufgebaut. Durch dieses Prinzip kann er weitgehend als „redundant“ bezeichnet werden. Die 300/500-

W-Stufen enthalten jeweils vier parallelgeschaltete Verstärkerbausteine. Wenn trotz der angegebenen hohen Betriebssicherheit einer dieser Bausteine ausfallen sollte, arbeitet der Sender mit unveränderten Qualitätsdaten bei verringerter Leistung weiter. Für den frequenzerzeugenden Steuersender ist ein zweiter Steuersender als passive Reserve vorgesehen. Um auch bei eventuellen Störungen in der Stromversorgung die „Redundanz“ zu erhalten, wurde jeder einzelnen 300/500-W-Verstärkerstufe eine gesonderte Stromversorgung zugeordnet.

Da der Sender keine Verschleiß- und Verbrauchsteile (z. B. Röhren) enthält, sind Wartungsarbeiten kaum erforderlich. Er ist daher besonders für unbemannte Sendestationen geeignet. Eine Abstimmung der Verstärkerstufen ist bei Frequenzwechsel nicht erforderlich.

Nach einer AEG-Telefunken-Presseinformation

Erstmals Kabelfernsehen über Lichtwellenleiter

Zur Versorgung von mehreren Kabelfernsehanlagen von einer zentralen Empfangsstation aus hat der Telefonverein Jütland (JTAS) in Aarhus, Dänemark, jetzt erstmals ein Übertragungssystem mit Lichtwellenleitern eingesetzt. Mehreren tausend Teilnehmern wird dadurch der Empfang von bis zu acht Fernsehkanälen, sechs Stereo- und zwölf Mono-Rundfunkkanälen in hervorragender Qualität ermöglicht.

Für die Übertragung der digitalisierten Signale mit einer Bitrate von 140 Mbit/s und zukünftig 280 Mbit/s werden optische Send- und Empfangseinheiten eingesetzt. Das Kernstück der optischen Sender bildet ein Hochleistungslaser. Dieser Laser ist einsatzfähig für Bitraten bis über 1 Gbit/s.

Nach einer AEG-Telefunken Pressemitteilung

BR unternimmt Versuche mit „Drahtloser Fernsehkamera“

Vor einem Gremium von Fachleuten von Bundespost und Rundfunkanstalten haben Mitarbeiter des Bayerischen Rundfunks am 21. Februar 1980 innerhalb des Stadtgebiets von München eine sogenannte „Drahtlose Kamera“ im praktischen Einsatz vorgeführt. Bei dieser Anlage handelt es sich um eine elektronische Handkamera, verbunden mit einem kleinen 11-GHz-Sender, dessen hochfrequente Energie mit Hilfe einer Hornstrahlantenne zum Empfangsort gestrahlt wird. Diese Einheit erlaubt es, eine relativ geringe Entfernung (wenige Kilometer) zwischen dem Standort der Fernsehkamera und der Empfangsstelle zu überbrücken. Von dieser kann das Fernsehsignal über Leitung dem Fernsehstudio zur Aufzeichnung zugeleitet oder direkt ins Programm eingespielt werden.

Diese in der aktuellen Fernsehberichterstattung in den USA schon weit verbreitete Technik erlaubt es, beispielsweise von plötzlich eingetretenen Ereignissen binnen kürzester Zeit vom Ort des Geschehens brauchbare Fernsehbilder zu bringen. Die Programmleute erhalten damit auch verbesserte innovatorische Gestaltungsmöglichkeiten. So kann jetzt auch von extremen Kamerastandorten aus leichter gesendet werden, weil in schwierigem Gelände kein Kamerakabel mehr verlegt werden muß, das den Bewegungsspielraum des Übertragungsteams einengt.

Bei den Vorführungen wurden Fernsehbilder von verschiedenen Standorten innerhalb des Stadtgebiets von München via BR-Hochhaus nach Freimann ins Fernsehstudio übertragen und dort aufgezeichnet. Kurz danach konnten die Bilder gesendet werden.

Bayerischer Rundfunk, Technische Direktion

**RUNDFUNKVERSORGUNG
IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND
UND IN BERLIN (WEST)**

Ultrakurzwellensender

Anderungen

Norddeutscher Rundfunk

Der NDR hat am 20. Februar 1980 an seinem UKW-Sender Kiel IV, Kanal 29/95,7 MHz die Leistung von 0,5 kW auf 1 kW/ERP erhöht. Alle übrigen technischen Daten bleiben unverändert. Der Sender strahlt das Gastarbeiterprogramm aus.

Fernsehsender

Inbetriebnahmen

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

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimet Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
Bayerischer Rundfunk						
Rieden/ Opf.	45	10M	10	H	00; 150	16. 01. 80

Saarländischer Rundfunk

Spiesen- Elversberg	6	5M	4	V	295	11. 01. 80
Völklingen	57	4P	100	H	30	15. 01. 80

Fernsehsender des II. und der III. Programme

Die Deutsche Bundespost hat im Jahr 1979 für das Zweite Deutsche Fernsehen und die III. Programme der Rundfunkanstalten der ARD folgende Füllsender in Betrieb genommen:

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimet Grad
---------	-------	--------	---------------------	------	----------------

Zweites Deutsches Fernsehen

Alzenau	49	0	150	V	065
Bad Hers- feld-Heenes	33	8M	10	HH	010; 155
Blomberg- Reelkirchen	35	6P	20	H	237
Burgbrohl	23	6P	1,5	H	185
Differten	51	4P	10	H	330
Dorfen	37	0	30	H	325
Dudweiler	30	6P	100	H	040
Eisingen	44	0	8	H	145
Fischbach- Saar	24	2P	5	H	335
Gedern	39	6P	2,5	H	000
Hüttenthal	21	1M	40	HH	120; 310
Karlsruhe- Durlach	30	2P	107	H	130
Katzwinkel	48	0	3	H	108
Ludwigsau	22	6M	30	H	340

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimet Grad
Zweites Deutsches Fernsehen					
Mittelbrunn	21	6P	2,5	HH	063; 240
Münchstein- ach	30	2P	15	HH	315; 150
Nidda	26	3P	2	H	180
Ober-Mossau	22	5M	20	HH	200; 325
Quierschied	51	2P	15	H	300
Reichenbach/ Ofr.	35	1M	10	H	032
Ruit	48	8M	5	H	005
Schlicht	29	8P	50	H	060
Sengscheid	30	3M	5	HH	030; 180
Spiesen	23	6M	4	H	250
St. Ingbert	26	2M	8	H	340
Steinheim- Vinsbeck	37	1M	15	H	353
Völklingen	24	6P	100	H	025
Warburg	30	2P	15	H	278
Western- grund	21	4P	4	H	095
Wut- öschingen	48	8P	2	H	105
Zeitlofs	27	8M	36	H	040

III. Fernsehprogramme

Bayerischer Rundfunk

Dorfen	60	2P	30	H	325
Ebrach	42	2P	10	HHH	105; 225; 335
Gebstättel	57	2M	35	H	085
Illertissen	57	2P	10	VV	030; 160
Krombach	47	1M	12	HH	015; 125
Lautergrund	51	2M	70	H	345
Münch- steinach	51	2M	30	HH	315; 150
Reichenbach/ Ofr.	48	8P	10	H	032
Schlicht	49	2M	50	H	060
Schonungen	48	8P	20	H	180
Wernfeld	47	0	12	H	210
Western- grund	48	4P	4	H	095
Wiesen	42	2P	4	H	235
Zeitlofs	46	8P	36	H	040

Hessischer Rundfunk

Bad Hers- feld-Heenes	45	8M	10	HH	010; 155
Friedrichs- dorf	41	1M	2,5	H	295
Gedern	56	2M	5	H	000
Hüttenthal	48	3M	40	HH	120; 310
Linsen- gericht	50	6P	4	H	005
Lorch (Rhein)	57	1M	40	H	030
Ludwigsau	60	6M	40	H	340
Nidda	48	0	4	H	180
Ober-Mossau	39	3P	20	HH	190; 320

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad
---------	-------	--------	---------------------	------	----------------

Norddeutscher Rundfunk

Osterode/ Dorste	37	4P	0,7	H	345
---------------------	----	----	-----	---	-----

Saarländischer Rundfunk

Differten	54	4P	10	H	330
Dudweiler	33	4P	100	H	040
Fischbach- Saar	49	6P	5	H	335
Quierschied	57	6P	15	H	300
Sengscheid	33	4M	5	HH	030; 180
Spiesen	28	5P	4	H	250
St. Ingbert	48	6P	8	H	340
Völklingen	55	6P	100	H	025

Süddeutscher Rundfunk

Dorfpro- zelten	46	1M	30	HH	100; 300
Eisingen	52	2P	10	H	145
Erbach/ Donau	26	8M	20	H	310
Freudenberg/ Main	26	5P	50	H	110
Karlsruhe- Durlach	58	6P	250	H	130
Ruit	54	8M	5	H	005

Südwestfunk

Burgbrohl	42	0	1,5	H	185
Gau-Alges- heim	46	3M	4	H	275
Gau-Bickel- heim	21	8M	6	H	190
Hackenheim	47	8M	13	HH	100; 325
Katzwinkel	57	0	3	H	108
Mettenheim	55	0	16	VV	034; 170
Mittelbrunn	23	3M	2,5	HH	063; 240
Wöllstein	24	0	12	VV	034; 132
Wut- öschingen	58	8M	2	H	105

Westdeutscher Rundfunk

Blomberg- Reelkirchen	49	2P	20	H	237
Detmold- Hiddesen	52	3P	16	H	322
Marsberg- Westheim	59	4M	2	H	330
Steinheim- Vinsebeck	45	2M	20	H	353
Strombach	57	0	2	V	090
Warburg	52	2P	30	H	278

Änderung

Norddeutscher Rundfunk

Der NDR hat am 1. März 1980 an seinem Füllsender Goslar, Kanal 5, I. Fernsehprogramm Änderungen vorge-

nommen. Der Sender strahlt im Kanal 5 nunmehr mit geändertem Offset **5M** und einer Leistung von **40 Watt/ERP**. Alle übrigen technischen Daten bleiben unverändert.

Frequenzliste 1980

Der Norddeutsche Rundfunk, Meß- und Empfangsstation Wittsmoor, Postfach 346, 2000 Wedel/Holstein hat eine Neuauflage der Frequenzliste „Hörfunk- und Fernsendeder in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West)“ mit Anhang „Sender in der DDR“ nach dem Stand vom 1. Januar 1980 zusammengestellt.

Das 205 Seiten starke Buch kann gegen Vorauszahlung von 12,- DM (Schutzgebühr) auf das Postscheckkonto des Norddeutschen Rundfunks,

Bankleitzahl 200 100 20, Konto-Nr. 50 000 - 204 Hamburg, bezogen werden.

Von Zahlung der Schutzgebühr durch Einsendung von Briefmarken oder Bargeld muß aus buchungstechnischen Gründen abgesehen werden.

Die Auslieferung des Heftes erfolgt nach Fertigstellung im April 1980.

Rundfunkteilnehmer-Statistik

Stand 31. Dezember 1979

	Gebühren- pflichtige Teilnehmer	Zunahme (Abnahme) seit 30. 9. 79	Anteil in %
--	---------------------------------------	----------------------------------------	----------------

Hörfunk

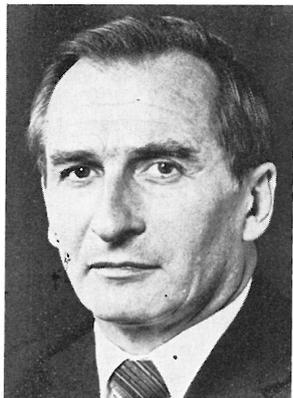
ER	3 577 220	+ 14 520	16,9
HR	1 969 457	+ 13 557	9,3
NDR	3 988 780	+ 14 971	18,9
RB	281 012	+ 2 317	1,3
SR	370 232	+ 2 537	1,8
SFB	909 143	- 1 228	4,3
SDR	2 079 006	+ 15 249	9,8
SWF	2 525 233	+ 16 410	11,9
WDR	5 451 457	+ 519	25,8
Summe	21 151 540	+ 78 852	100,0

Fernsehen

BR	3 294 675	+ 15 732	17,0
HR	1 788 253	+ 10 648	9,2
NDR	3 705 790	+ 10 623	19,1
RB	258 549	+ 1 487	1,3
SR	347 505	+ 2 097	1,8
SFB	834 528	- 1 546	4,3
SDR	1 786 104	+ 10 875	9,2
SWF	2 225 122	+ 12 539	11,4
WDR	5 181 013	+ 4 535	26,7
Summe	19 421 539	+ 66 990	100,0

Die Anzahl der darüber hinaus aus sozialen Gründen von der Gebührenpflicht für den Hör- und Fernsehgrundfunk befreiten Teilnehmer betrug 2 961 528 am 31. Dezember 1979.

PERSÖNLICHES

Günter Roeßler 50 Jahre alt

Der Technische Direktor der Deutschen Welle, Günter Roeßler, geboren in Thyrow, Kreis Teltow, wurde am 16. März 1930 50 Jahre alt.

Nach einer Lehre als Rundfunkmechaniker, die er bereits nach 2 Jahren mit Auszeichnung abschloß, studierte er an der Ingenieurakademie Gauß in West-Berlin Nachrichtentechnik. Am 1. April 1953 begann er in Köln seine berufliche

Tätigkeit beim Nordwestdeutschen Rundfunk. Die Kurzwellen wurde bald zum Schwerpunkt seines Aufgabengebietes. Als die Deutsche Welle 1961 selbständig wurde, betraute der erste Intendant, Dr. Wesemann, Günter Roeßler mit dem Aufbau der Technik und setzte ihn 1962 als Technischen Direktor ein. Unter seiner Leitung entwickelte sich die Deutsche Welle auch auf technischem Gebiet zu einer der führenden internationalen Rundfunkorganisationen der Welt. Seinem exzellenten Fachwissen, seinem großen Organisationstalent, seiner Fähigkeit, Mitarbeiter für die Arbeit zu begeistern, und seinem unermüdlichen Einsatz ist es zu verdanken, daß diese Entwicklung trotz oft schwierigster Voraussetzungen so positiv verlief. Ebenfalls seit 1962 – fast 18 Jahre – arbeitet Günter Roeßler erfolgreich in der TEKO von ARD und ZDF mit.

Das wohl sichtbarste Zeichen seiner Arbeit ist – neben dem bisherigen Funkhaus „Brüderstraße“ und der Meß- und Empfangsstation Bockhacken – das neue Funkhaus, das in diesem Jahr noch bezogen wird. Es beschäftigte ihn und seine Mitarbeiter in den vergangenen Jahren auf den Gebieten der Bau-, Haus- und Rundfunktechnik. Hand in Hand mit dem raschen technischen, programmlichen und somit personellen Ausbau der Deutschen Welle verlief die Entwicklung der von der Deutschen Bundesregierung, der ARD und dem ZDF im Jahre

1965 gegründeten TransTel, Gesellschaft für deutsche Fernsehtranskription. Der Deutschen Welle obliegt die technische Bearbeitung der Programme der TransTel. Genauso, wie im Kurzwellenbereich, mußte hier eine Technik von den Anfängen an aufgebaut werden. Dabei lagen die Schwierigkeiten besonders in der Normenvielfalt, die in der Welt herrscht.

Günter Roeßler ist es vor allem zu verdanken, daß das in den Anfängen bescheidene Sendernetz inzwischen einen Stand erreicht hat, mit dem die Deutsche Welle international konkurrenzfähig ist. In enger Zusammenarbeit mit ihm wurde von der Deutschen Bundespost die Sendestation Jülich ausgebaut und die Sendestation Wertachtal errichtet. Sein besonderes Verdienst ist jedoch die Planung und die Errichtung des Relaisender-netzes. Unter oft schwierigen politischen, technischen und infrastrukturellen Voraussetzungen wurden die Stationen in Rwanda, Portugal, Malta und der Karibik aufgebaut. Die Planung für eine Station in Sri Lanka ist eingeleitet. Die Auslandstätigkeit wird noch ergänzt durch viele Entwicklungshilfeprojekte, die Mitgliedschaft im Direktionsrat „Symphonie“, die Zusammenarbeit mit internationalen Organisationen und die verantwortungsvolle Tätigkeit bei internationalen Konferenzen wie CCIR, WARC 77 für Satellitenrundfunk und WARC 79. International ist er anerkannt, sein Rat – vor allem natürlich auf dem Gebiet der Kurzwellen – stets gefragt.

Trotz seines riesigen Aufgabengebiets in der Deutschen Welle und auf nationaler und internationaler Ebene hat sich Günter Roeßler seine Liebe zur Technik bis in Detailentwicklungen hinein bewahrt. Immer wieder überrascht und überzeugt er seine Mitarbeiter mit konkreten Ideen zur Entwicklung neuer technischer Systeme. Entscheidende Impulse gingen von ihm aus, so z. B. für die Entwicklung der automatischen Senderegie und des dezentralen elektronischen Nachrichtenverteil-systems (IDA), einem Projekt, das wegen seiner Bedeutung vom Bundesminister für Forschung und Technologie gefördert wird.

Den Mitarbeitern der Technik der Deutschen Welle ist es ein Bedürfnis, Günter Roeßler bei dieser Gelegenheit zu danken und für die Zukunft alles Gute zu wünschen.

Dieter Godtmann

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 29. 4. 1980. Einzelpreis dieses Heftes 26,— DM. Für gezeichnete Artikel bleiben alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Vervielfältigung und der Übersetzung, auch auszugsweise, sowie die Verwendung der Bilder vorbehalten.

Anzeigenverwaltung: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9–11, 2000 Norderstedt, Ruf (040) 5 25 20 11 und alle Werbemittel. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 10.

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