

# RUNDFUNK- TECHNISCHE MITTEILUNGEN

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

INSTITUT FÜR  
RUNDFUNKTECHNIK GMBH

## AUS DEM INHALT:

- Horst Jakubowski* Analyse der Aussteuerung von FM-Sendern bei Einsatz von Sendeschutzbegrenzern
- Georg Plenge* Überlegungen zur Frage der optimalen Nutzung von Zusatzinformationskanälen im UKW-Rundfunk
- Horst Hessenmüller  
Willy Bartel* Die Taktanpassung bei digitaler Tonsignalübertragung
- Jindrich Bradac* Eine mit Pardunen ohne Isolation verankerte Sendeantenne
- Michael Bastian  
Harry Parnemann* Phantomkreis-Signalisierereinrichtung
- Hans-Dieter Godtmann* Das neue Funkhaus der Deutschen Welle
- Peter Wolf* Zwischentagungen der Studienkommissionen 1, 5 und 6 des CCIR, Genf 1980
- Rainer Großkopf* International U.R.S.I.-Symposium 1980
- Tagungen und Ausstellungen – Buchbesprechungen – Nachrichten – Persönliches

# Das Monitor-Programm

**50** BOSCH  
FERNSEH  
1929 - 1979

Das umfassende Monitorprogramm für alle Anwendungsbereiche des professionellen Fernsehens. 20 Farb- und Schwarz/Weiß-Monitoren in drei Güteklassen für alle Fernsehnormen. Präzisions-Monitoren für meßtechnische Bearbeitung, Qualitäts-Monitoren für Produktions- und Betriebskontrolle, wirtschaftliche Standard-Monitoren für Vorschau und Überwachung. Stabile, mechanische Konstruktion und modernste Technologie gewährleisten

Einhaltung der ausgezeichneten Betriebsparameter. Übersichtliche Bedienung - servicefreundlicher, modularer Aufbau. 50 Jahre Erfahrung und Zuverlässigkeit. Von Bosch.



	Schwarz/Weiß oder Farbe	Typ (Bildschirm-diagonale in cm)
Präzisions-monitoren	S/W 625/50; 525/60	M 24 BA M 38 BA
	Farbe RGB, PAL, PAL-M, NTSC, SECAM	MC 37 BA MC 51 BA
Qualitäts-monitoren	S/W 625/50; 525/60	M 24 BB M 38 BB M 50 BB
	Farbe RGB, PAL, PAL-M, NTSC, SECAM	MC 37 BB MC 51 BB P 13 (67 cm)
	S/W 625/50; 525/60	T 14 BC T 23 BC T 31 BC T 44 BC T 61 BC
Spezial-monitoren	Farbe RGB, PAL, PAL-M, NTSC, SECAM	C 22 (67 cm) TC 66-3 BC
	S/W-Sucher 625/50; 525/60	K BB (2,5 cm) K 14 BB

Ihr Systempartner für Videotechnik

**BOSCH**  
Geschäftsbereich Fernsehanlagen

Weitere Auskünfte bei den regionalen Vertretungen und Niederlassungen. Robert Bosch GmbH, Geschäftsbereich Fernsehanlagen, Postfach 429, 6100 Darmstadt, Bundesrepublik Deutschland.

## INHALTSVERZEICHNIS:

Analyse der Aussteuerung von FM-Sendern bei Einsatz von Sendeschutzbegrenzern ..... 197 Horst Jakubowski	Das neue Funkhaus der Deutschen Welle ..... 219 Hans-Dieter Godtman
Überlegungen zur Frage der optimalen Nutzung von Zusatzinformationskanälen im UKW-Rundfunk ..... 203 Georg Plenge	Zwischentagungen der Studienkommissionen 1, 5 und 6 des CCIR, Genf 1980 ..... 231 Peter Wolf
Die Taktanpassung bei digitaler Tonsignalübertragung ..... 207 Horst Hessenmüller, Willy Bartel	International U.R.S.I.-Symposium 1980 ..... 236 Rainer Großkopf
Eine mit Pardunen ohne Isolation verankerte Sendeantenne ..... 212 Jindrich Bradáč	Tagungen und Ausstellungen ..... 237
Phantomkreis-Signalisierereinrichtung ..... 217 Michael Bastian, Harry Parnemann	Buchbesprechungen ..... 237
	Nachrichten ..... 238
	Persönliches ..... 240

## ANALYSE DER AUSSTEUERUNG VON FM-SENDERN BEI EINSATZ VON SENDESCHUTZBEGRENZERN<sup>1</sup>

VON HORST JAKUBOWSKI<sup>2</sup>

Manuskript eingegangen am 16. Juli 1980

Sendebegrenzer

### Zusammenfassung

Um Hubüberschreitungen von FM-Sendern zu verhindern, werden seit langer Zeit Begrenzerverstärker eingesetzt. Daß aber derartige Übersteuerungen trotz Einsatzes von Schutzbegrenzern doch noch zu registrieren sind, war Anlaß, sich mit den bisherigen Beurteilungs- und Meßverfahren von Begrenzerverstärkern auseinanderzusetzen und als Alternative eine amplitudenstatistische Untersuchungsmethode zu erproben, die den Vorteil hat, nicht synthetische Meßsignale benutzen zu müssen, sondern das Verhalten des Begrenzers bei Anwesenheit echter Programmsignale studieren zu können. Für einen repräsentativen modernen Begrenzertyp wird mit dieser Methode an zwei kritischen Programmbeispielen gezeigt, daß er keinen befriedigenden Übersteuerungsschutz für einen FM-Sender zu bieten vermag.

### Summary Analysis of the modulation of FM transmitters when transmission-protection limiters are used

In order to prevent excessive deviation of FM transmitters, limiting amplifiers have been used for a long time. However, the fact that such overmodulation is still observed, despite the insertion of protective limiters, has given rise to a further study of the existing methods of assessing and measuring limiting amplifiers and to testing, as an alternative, an amplitude-statistical method of investigation, which has the advantage of not requiring the use of synthetic measuring signals, the study of the behaviour of the limiter being thereby possible in the presence of real programme signals. Using that method on two critical programme examples, it is shown, for a limiter of a representative modern type, that such limiters are not capable of ensuring the satisfactory protection of FM transmitters against overmodulation.

### Sommaire Analyse de la modulation d'émetteurs MF en cas d'emploi de limiteurs à l'émission

Des amplificateurs-limiteurs ont été employés pendant longtemps pour empêcher une excursion excessive des émetteurs à modulation de fréquence. Comme on constate encore de la surmodulation malgré l'insertion de limiteurs, on a entrepris une nouvelle étude sur les méthodes permettant la mesure et l'évaluation des amplificateurs-limiteurs, et on a examiné, comme autre possibilité, une méthode d'essais basée sur la statistique d'amplitude. Cette dernière méthode a l'avantage de ne pas nécessiter l'emploi de signaux de mesure synthétique, mais elle permet d'évaluer le comportement du limiteur en présence de signaux de programmes réels. En utilisant cette méthode dans le cas de deux programmes caractéristiques, on montre qu'un limiteur moderne représentatif n'est pas capable d'assurer une protection satisfaisante des émetteurs MF contre la surmodulation.

### 1. Arbeitsweise eines Begrenzerverstärkers

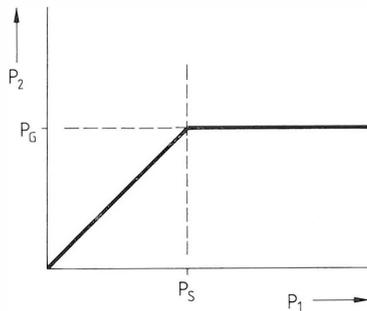
Aufgabe eines Sendeschutzbegrenzers ist es, darüber zu wachen, daß das den Sender modulierende Tonsignal einen bestimmten vorgegebenen maxima-

len Pegel nicht überschreitet. Dies muß erreicht werden, ohne daß dabei störende Tonsignalverzerrungen auftreten. Vorzugsweise werden zu diesem Zweck Regelverstärker eingesetzt, die unterhalb einer Regeleinsatzschwelle lineare Verstärker darstellen. Überschreitet der Eingangssignalpegel jedoch diesen Schwellwert, wird der Ausgangspegel konstant gehalten. Ausdruck findet dieses Verhalten in der „statischen Regelkennlinie“, die die Abhängigkeit des Ausgangspegels vom Eingangspegel im stationären

<sup>1</sup> Nach dem Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 5. Fachtagung Hörrundfunk der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) in Mannheim, 5. bis 7. März 1980.

<sup>2</sup> Dipl.-Ing. Horst Jakubowski ist stellvertretender Leiter des Fachbereichs Studiotechnik Hörfunk im Institut für Rundfunktechnik, München.

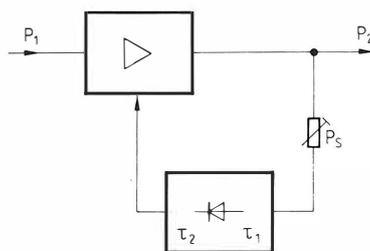
Fall beschreibt (**Bild 1**). Eine möglichst weitgehende Annäherung an die ideale statische Regelkennlinie ist zwar notwendig, doch für einen gut arbeitenden Schutzbegrenzer leider noch nicht hinreichend, denn es werden trotzdem noch Ausgangspegel auftreten, die den Begrenzungspegel  $P_G$  deutlich überschreiten. Der Grund dafür liegt in dem dynamischen Verhalten eines Regelverstärkers.



**Bild 1**  
Statische Regelkennlinie eines Begrenzers

Der Prinzipaufbau eines Regelverstärkers ist in **Bild 2** zu sehen. Am Ausgang eines im Verstärkungsgrad steuerbaren Verstärkers wird ein einstellbarer Anteil des Ausgangssignalpegels abgegriffen (Regel-einsatzschwelle) und danach gleichgerichtet. Die erhaltene Gleichspannung steuert die Verstärkung.

Der Gleichrichter ist mit Zeitkonstanten behaftet, deren Dimensionierung das Problem und die „Kunst“ des Entwicklers eines Begrenzers darstellt. In **Bild 3a** ist die Hüllkurve eines Eingangssignalverlaufs dargestellt, mit einem Pegelsprung, der die Ansprechschwelle  $P_S$  überschreitet. Am Ausgang (**Bild 3b**) wird dieser Pegelsprung im ersten Moment voll in Erscheinung treten, danach wird der Ladekondensator des Gleichrichters im Regelzweig aufgeladen und die mit der Zeitkonstanten  $\tau_1$  anwachsende Gleichspannung reduziert die Verstärkung bis auf den gewünschten Begrenzungspegel  $P_G$ . Springt der Eingangspegel wieder auf den anfänglichen Wert zurück, so erscheint auch dieser Sprung am Ausgang des Begrenzerverstärkers. Danach entlädt sich der Ladekondensator des Gleichrichters und die Verstärkung steigt mit der Zeitkonstanten  $\tau_2$  wieder an.



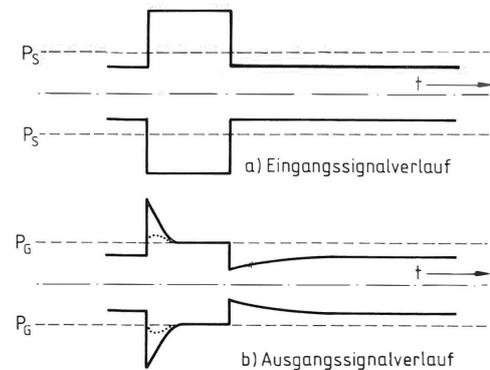
**Bild 2**  
Prinzip eines Regelverstärkers

Bedingt durch eine endliche Ansprechzeitkonstante des Gleichrichters, werden also auch bei idealer statischer Regelkennlinie am Ausgang eines Be-

grenzerverstärkers Signale erscheinen, deren Pegel den gewünschten Begrenzungspegel überschreiten. Im Sinne einer guten Schutzwirkung müßte die Ansprechzeitkonstante im Regelkreis des Begrenzerverstärkers deshalb sehr klein sein, damit Signalpegel, die zur Überschreitung der Regelansprechschwelle führen, so schnell wie möglich auf den Begrenzungspegel reduziert werden. Sehr schnelles Reagieren des Schutzbegrenzers führt bei bestimmten Programmsignalen jedoch zu hörbaren Knacken. Um diese zu vermeiden, muß zwischen Schutzwirkung und Stötereignissen ein Kompromiß eingegangen werden, der zu einer Ansprechzeitkonstanten von etwa 1 bis 2 ms führt.

Gegen die kurzen, noch verbleibenden regelbedingten Überschreitungen des Begrenzungspegels ist inzwischen eine recht wirkungsvolle Maßnahme gefunden worden. Da diese Spitzen von nur sehr kurzer Dauer sind, toleriert es das Gehör, wenn sie einfach geklippt werden, um so eher, wenn diese Klippung nicht scharf, sondern leicht verrundet erfolgt.

Die Gleichrichterentladezeitkonstante hat keine unmittelbare Bedeutung für den Senderschutz. Bei ihrer Dimensionierung ist primär die Hörbarkeit des Ausregelvorgangs zu berücksichtigen. Eine untere Grenze ergibt sich aus der tiefsten zu übertragenden Frequenz, der gegenüber die Entladezeitkonstante noch groß sein sollte. Bei  $f_u = 30$  Hz ist die Perioden-



**Bild 3**  
Pegelsprungverhalten eines Begrenzerverstärkers

dauer etwa 30 ms, so daß mit  $\tau_2 = 300$  ms dieser Forderung genüge getan wäre. Solch kurze Entladezeitkonstanten können aber zu sehr störendem „Pumpen“ führen, d. h. zu hörbarem Wiederansteigen der Verstärkung nach jeder kurzen Übersteuerung, die einen Regelvorgang ausgelöst hat. Im allgemeinen werden deshalb längere Entladungszeitkonstanten gewählt, die einige Sekunden andauern oder die programmabhängig sind, d. h., die je nach Häufigkeit, Dauer und Höhe der Überschreitung der Regelansprechschwelle variieren.

## 2. Methoden zur Beurteilung eines Begrenzerverstärkers

Ist im Vorhergehenden die prinzipielle Funktionsweise eines Schutzbegrenzers beschrieben worden, stellt sich nun die Frage, wie man sich davon überzeugen kann, ob ein derartiges Gerät die von ihm er-

wartete Schutzwirkung auch wirklich erbringt. Der erste Schritt wird die Ermittlung der statischen Regelkennlinie sein. Das ist ohne Schwierigkeiten möglich, es ist auch notwendig, aber, wie schon betont, nur ein Teil der gewünschten Aussage.

Das dynamische Verhalten zu beurteilen, ist ungleich schwieriger. Um eine Aussage über das Regelverhalten eines Begrenzerverstärkers machen zu können, werden, ähnlich wie in **Bild 3** gezeigt, Pegelsprünge des Eingangssignals erzeugt und das Ausgangssignal oszilloskopisch erfaßt. Da das Ansprechverhalten auch das Abklingverhalten sowohl von der Höhe als auch von der Dauer der Ansprechschwellenüberschreitung abhängt, außerdem auch noch die Vorgeschichte, z. B. die Häufigkeit der Pegelspitzen, eingeht, ist es üblich, eine ganze Schar von Oszillogrammen zusammenzutragen, die in ihrer Gesamtheit das Regelverhalten des Begrenzers beschreiben sollen. Die Sprungantworten auf willkürliche synthetische Eingangssignale erfaßt man damit zwar, doch ist es auf diese Weise nur schwer möglich, auf das Verhalten des Begrenzers bei echten Programmsignalen zu schließen.

Um die Schutzwirkung von Begrenzern bei Programmsignalen zu beurteilen, kann man mit Hilfe von Aussteuerungsmessern oder besser noch oszilloskopisch am Ausgang des Begrenzers beobachten, wie häufig und wie weit der zulässige Grenzpegel überschritten wird. Ein quantitatives Resultat ist damit allerdings nicht zu erzielen.

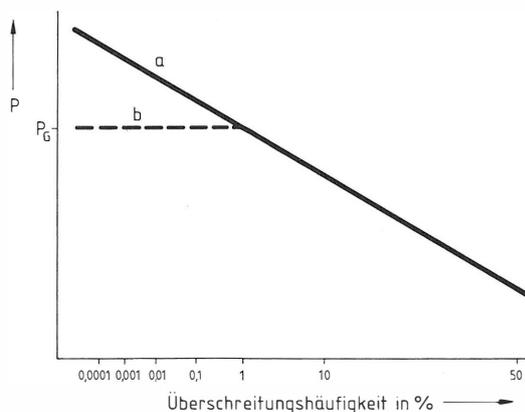
Eine eindeutige Aussage über die Verhaltensweise eines Begrenzerverstärkers bekommt man erst, wenn die Begrenzer Ausgangssignale amplitudenstatistisch untersucht werden. Dem Ausgangssignal werden zu diesem Zweck Proben entnommen, und die Amplituden dieser Momentanwerte werden gemessen und klassifiziert. Das Ergebnis einer solchen Messung ist ein Diagramm, aus dem zu erkennen ist, mit welcher Häufigkeit ein Pegelwert überschritten wird.

Die Kurve a in **Bild 4** soll eine Amplitudenstatistik des Eingangssignals darstellen. Die Aufgabe eines Schutzbegrenzers wäre es, dafür zu sorgen, daß kein Pegel größer als  $P_G$  an seinem Ausgang erscheint, während Signalpegel unterhalb von  $P_G$  überhaupt nicht verändert werden. Die erstrebte Ausgangssignalstatistik müßte also wie Kurve b in **Bild 4** aussehen.

Eine derartige Verteilung wäre allerdings nur mit Hilfe eines sehr exakt arbeitenden AF-Klippers zu erreichen, der aus Qualitätsgründen jedoch nicht eingesetzt werden kann. Als weitere Bedingung müßte ferner gewährleistet sein, daß nach diesem AF-Klipper keinerlei frequenzbandbescheidende Elemente vorhanden sein dürften, denn die damit verbundenen Phasendrehungen würden die geklippten Signale so verformen, daß doch wieder Pegel größer als  $P_G$  auftreten.

### 3. Amplitudenstatistische Untersuchungen

Wie ein FM-Sender durch Programmsignale ausgesteuert wird und wie der Schutz durch einen typischen Begrenzer eingangs beschriebener Funktionsweise aussieht, wurde anhand zweier ausgesuchter



**Bild 4**  
Amplitudenstatistik  
Prinzip

Programmbispiele mit Hilfe der Amplitudenstatistik untersucht.

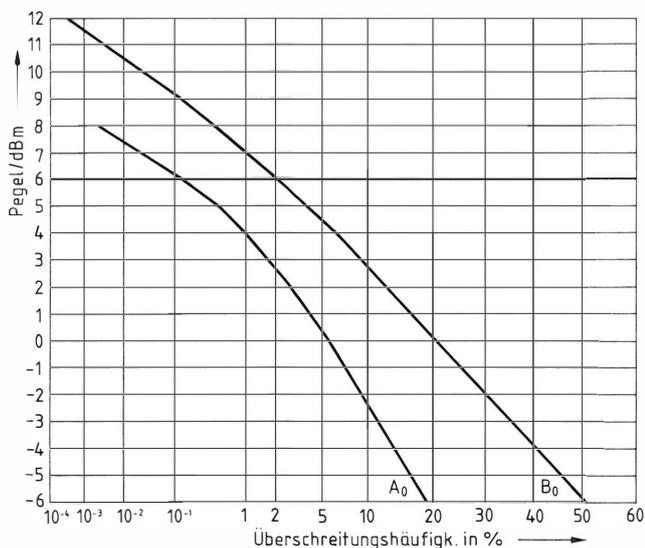
Signal A:

Ein peinlich genau ausgesteuertes Programmstück (Werbesendung) mit starken Anteilen hoher Frequenzen. Durch mehrmaliges Abspielen des Stückes und wiederholte Pegelkorrektur wurde erreicht, daß nach dem Aussteuerungsmesser der Pegel von +6 dBm erreicht, aber nie überschritten wurde.

Signal B:

Ein Programmstück (Jazz), ebenfalls mit starken Anteilen hoher Frequenzen, das deutliche Übersteuerung aufweist.

Als erstes wurde die Amplitudenverteilung der beiden Signale im unbearbeiteten Zustand aufgenommen. – Obwohl ganz exakt ausgesteuert, erkennt man aus der Amplitudenverteilung des Signals A (Kurve  $A_0$  in **Bild 5**), daß der Grenzpegel +6 dBm dennoch überschritten wird, und zwar mit einer Häufigkeit



**Bild 5**  
Amplitudenverteilung der Originalsignale  $A_0, B_0$

von 0,14 %. Der Grund dafür ist in dem verwendeten Aussteuerungsmesser zu suchen, dessen Ansprechzeitkonstante  $\tau_a = 10$  ms ist. Nach Definition im Pflichtenheft 3/6 bedeutet dies, daß ein Sinustonburst von 10 ms Dauer einen Ausschlag von  $-1$  dB (90 %) bewirken muß, wenn ein Sinusdauererton gleichen Pegels zum Vollausschlag (100 %) führt. Noch kürzere Tonbursts bewirken noch niedrigere Anzeigewerte. Anders betrachtet heißt das, daß Spitzen, die kürzer als 10 ms sind, erhebliche Überpegel aufweisen müssen, bevor sie zum Vollausschlag am Aussteuerungsmesser führen. Wie Kurve  $A_0$  in **Bild 5** beweist, ergeben sich im Ablauf eines normalen Programmsignals durchaus Situationen, in denen kurze Spitzen mit Pegeln größer als der Vollausschlag vorkommen, ohne vom Aussteuerungsmesser als solche erkannt zu werden.

Die Amplitudenverteilung des Signals B zeigt in der Kurve  $B_0$  des **Bildes 5** die erwarteten erheblichen Übersteuerungen. Der Vollpegel wird von diesem Signal zu etwa 2 % der Zeit überschritten. Bezogen auf die Überschreitungshäufigkeit des Vollpegels des Signals A ist das Signal B um etwa 3 dB höher ausgesteuert, was recht genau mit dem Wert übereinstimmt, den man am Aussteuerungsmesser ablesen konnte.

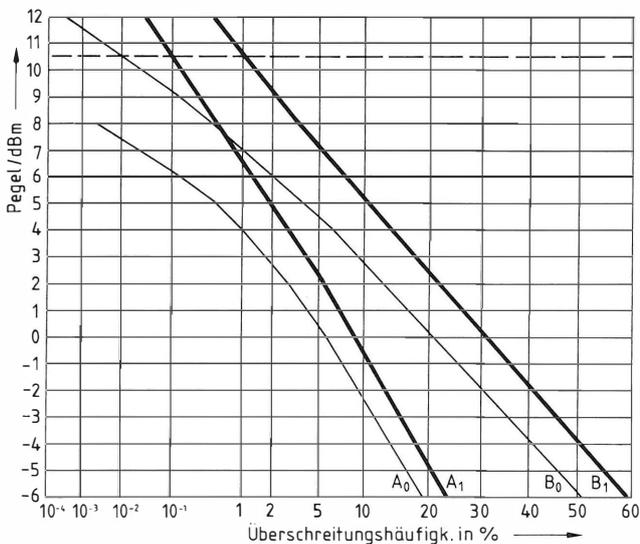
Die Amplitudenverteilung dieser beiden Signale ist damit beschrieben, nicht aber die Aussteuerung eines FM-Senders, der mit diesen Signalen moduliert wird. Vor dem Sender befindet sich ein frequenzgangbeeinflussendes Glied, die Preemphase ( $\tau = 50 \mu s$ ). Signale ab einer Frequenz von 500 Hz werden durch diese Preemphase im Pegel angehoben, bis zu 13,5 dB bei 15 kHz. Dieser Vorgang muß natürlich Einfluß auf die Amplitudenverteilung beider Signale haben. In **Bild 6** ist zu erkennen, daß die Preemphase eine wesentlich höhere Übersteuerungshäufigkeit des Vollausschlagpegels bewirkt. Diese so verformten Signale werden aber nicht nur den  $\pm 40$ -kHz-Hub ( $\cong +6$  dBm bei  $f < 500$  Hz) überschreiten, sondern

auch den zulässigen Spitzenhub von  $\pm 75$  kHz. Von diesem Hub sind im Falle stereofoner Sendungen für die Übertragung des Pilottons noch 10 % abzuziehen, so daß sich der zulässige Spitzenhub für das Nutzsinal auf  $\pm 67,5$  kHz reduziert. Dem entspricht ein Signalspitzenpegel von  $+10,5$  dBm, der sowohl von den Kurven  $A_1$  wie auch  $B_1$  überschritten wird. – Daraus ist abzuleiten, daß der Einsatz eines Sendeschutzbegrenzers notwendig ist.

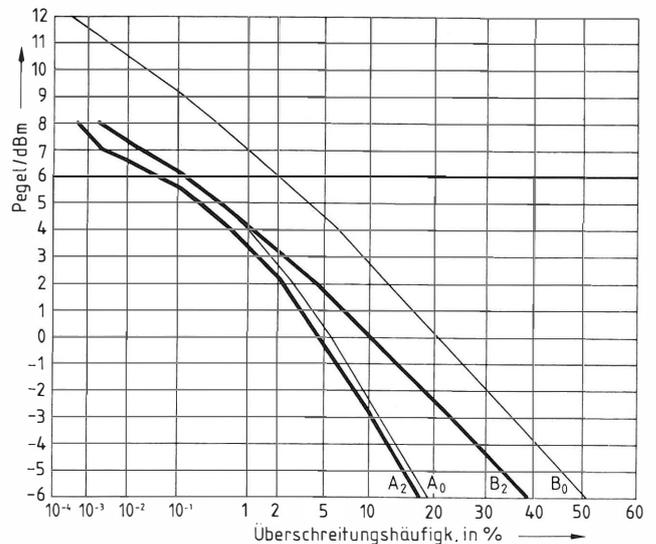
Die Wirkung eines Schutzbegrenzers eingangs beschriebener Funktionsweise auf die beiden Signale zeigt **Bild 7**. Vergleicht man die Kurven  $A_2$  und  $B_2$  mit den Verteilungen der Originale  $A_0$  und  $B_0$ , so kann man sehr gut auf die Arbeitsweise des Begrenzers schließen.

Der Unterschied zwischen den Kurven  $A_2$  und  $A_0$  ist geringfügig. Die kurzen, vom Aussteuerungsmesser nicht erfaßten Pegelspitzen, die die Regeleinsatzschwelle überschreiten, führen auch nur zu geringen und kurzzeitigen Pegelreduktionen. Die mittlere resultierende Pegelabsenkung ist etwa 0,5 dB. Die Übersteuerungshäufigkeit des Vollpegels ist auf ungefähr 0,04 % gesenkt, aber auch nach dem Begrenzer kommen noch Pegel größer als  $+6$  dBm vor. Dies hat zwei Ursachen: Einmal lag der Grenzpegel der statischen Regelkennlinie des verwendeten Gerätes leicht oberhalb von  $+6$  dBm und zum anderen erscheinen noch Pegelspitzen am Ausgang, die durch die endliche Ansprechzeitkonstante des Gleichrichters im Begrenzer bedingt sind (im vorliegenden Fall allerdings geklippt).

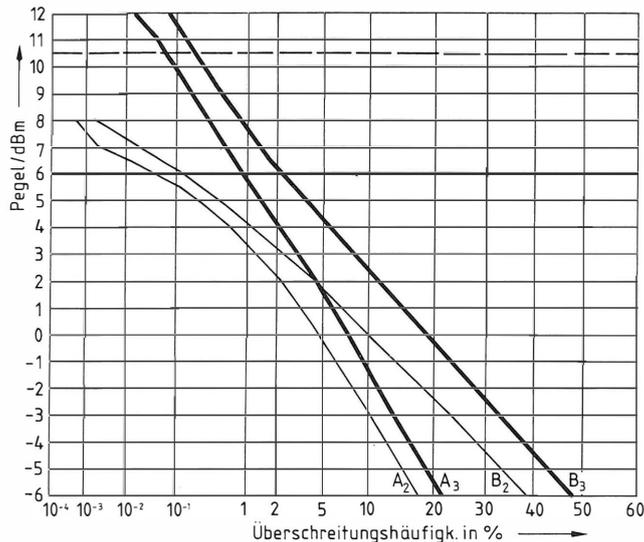
Anders ist es beim Signal B (**Bild 7**, Kurve  $B_2$ ). Hier wirkt sich der Einsatz des Begrenzerverstärkers sehr deutlich aus, allerdings nicht so, wie es **Bild 4**, Kurve b als wünschenswert zeigt. Bedingt durch die häufigen Überschreitungen der Regeleinsatzschwelle aufgrund des zu hohen Pegels und durch die lange Rücklaufzeit, befindet sich der Begrenzerverstärker praktisch ständig in einem Zustand reduzierten Verstärkungsmaßes, und das Ergebnis ist deshalb nicht



**Bild 6**  
Amplitudenverteilung nach der Preemphase  $A_1, B_1$   
Vergleich: Originalsignale  $A_0, B_0$

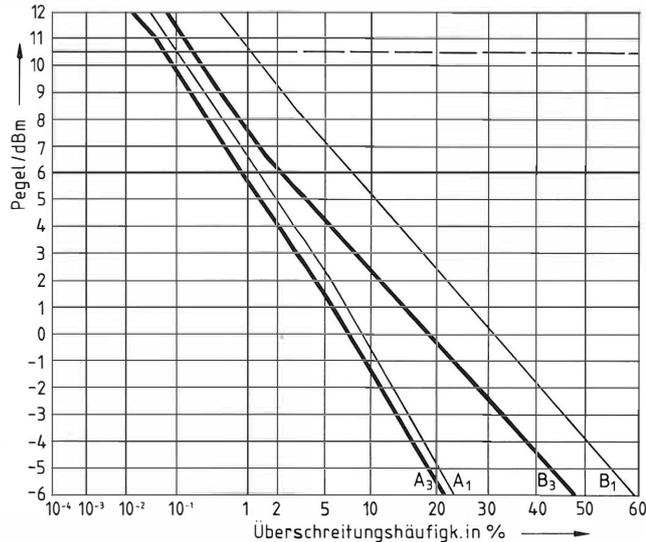


**Bild 7**  
Amplitudenverteilung nach Begrenzer  $A_2, B_2$   
Vergleich: Originalsignale  $A_0, B_0$



**Bild 8**

Amplitudenverteilung nach Begrenzer und Preemphase  $A_3, B_3$   
Vergleich: Begrenzer allein  $A_2, B_2$



**Bild 9**

Amplitudenverteilung nach Begrenzer und Preemphase  $A_3, B_3$   
Vergleich: Preemphase allein  $A_1, B_1$

nur die gewünschte Absenkung der zu großen Pegel, sondern eine Pegelreduzierung aller, auch der niederepegeligen Signalanteile. Zwar nicht exakt die gleiche, aber eine sehr ähnliche Amplitudenverteilung wie Kurve  $B_2$  in **Bild 7** hätte man auch dadurch erreichen können, daß man lediglich den Pegel um etwa 3 dB reduziert, also korrekt ausgesteuert hätte.

Um beurteilen zu können, ob der Begrenzer seine Schutzfunktion bei einem FM-Sender erfüllt, muß man die pegelbegrenzten Signale auf jeden Fall nach der Preemphase betrachten (**Bild 8**). Wieder ist zu erkennen, daß durch die Preemphase die Amplitudenverteilung so stark verändert wurde, daß sowohl der Pegel von +6 dBm als auch der von +10,5 dBm noch deutlich überschritten wird. Die gewünschte Schutzfunktion wird durch den Begrenzer also nicht erreicht.

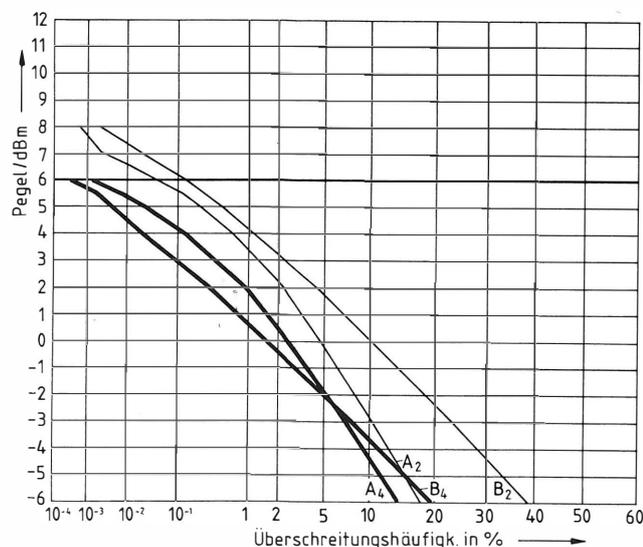
Werden in **Bild 8** die pegelbegrenzten Signale vor ( $A_2, B_2$ ) und nach ( $A_3, B_3$ ) der Preemphase verglichen, so zeigt auch **Bild 9**, das die Verteilungen nach der Preemphase mit ( $A_3, B_3$ ) und ohne ( $A_1, B_1$ ) vorgeschaltetem Begrenzer vergleicht, wie anders doch die Wirkung des Begrenzers ist, als man gemeinhin erwartet.

Auch ein idealer Begrenzer, dessen Ausgangsamplitudenverteilung wie in **Bild 4**, Kurve b aussähe, bedeutete für einen FM-Sender keinen Schutz, sobald er Signale mit ausgeprägten Anteilen hoher Frequenzen zu verarbeiten hätte. Die Beurteilung des Begrenzers allein führt also unweigerlich zu Falsch-aussagen über seine Schutzwirkung. Die gewünschte Information erhält man nur, wenn die Begrenzer-ausgangssignale hinter einer nachgeschalteten Preemphase betrachtet werden.

Wenn auch bei Prüfungen und Beurteilungen von Schutzbegrenzern diese Erkenntnis oft keine Berücksichtigung fand, weiß man aber doch seit langem, daß die Auswirkung der Preemphase durch besondere Maßnahmen im Begrenzerverstärker berücksichtigt werden muß. Deshalb wurde der Weg

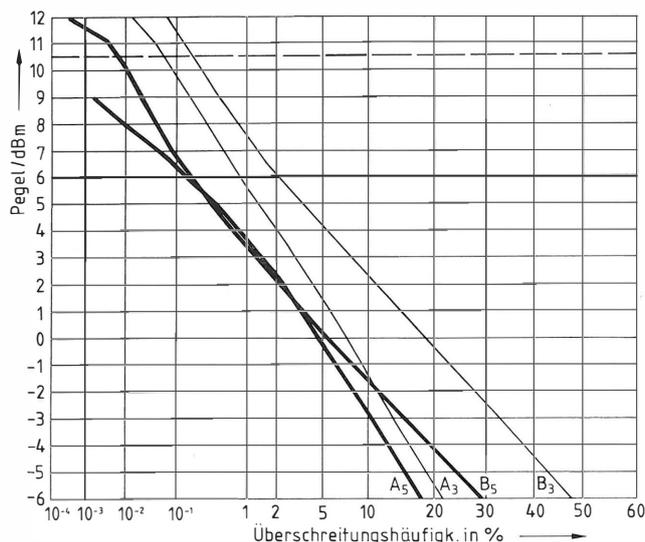
gewählt, im Regelkreis des Begrenzers noch vor der Gleichrichtung ebenfalls eine 50- $\mu$ s-Preemphase einzusetzen. Diejenigen Frequenzanteile des modulierenden Signals, die durch die Preemphase bedingt zu einer Überschreitung des zulässigen Spitzenhubes führen würden, werden durch die Preemphase im Regelkreis soweit angehoben, daß sie die Regelsprechschwelle überschreiten. Dadurch soll der Pegel des Begrenzer-ausgangssignals soweit zurückgenommen werden, daß auch die nachfolgende Preemphase im Modulationsweg zu keiner Hubüberschreitung des Senders führen kann.

Die praktische Auswirkung ist, daß Signalanteile hoher Frequenz, die normalerweise die Regelsprechschwelle gar nicht erreicht hätten, jetzt den

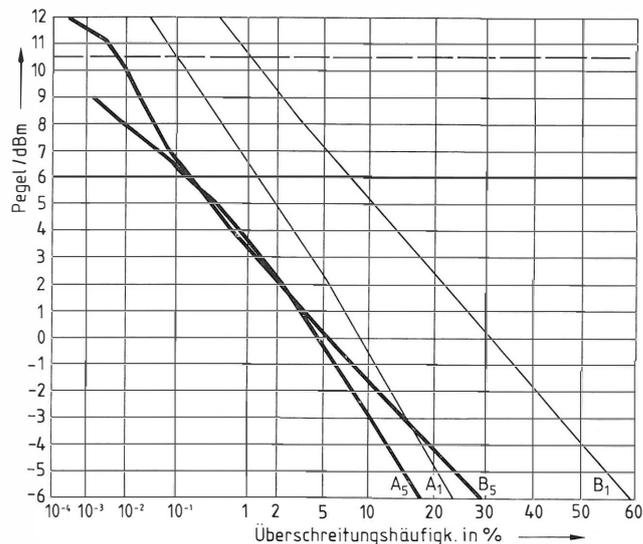


**Bild 10**

Amplitudenverteilung  
nach frequenzabhängiger Begrenzung  $A_4, B_4$   
Vergleich: frequenzunabhängige Begrenzung  $A_2, B_2$

**Bild 11****Amplitudenverteilung**

nach frequenzabhängiger Begrenzung und Preemphase  $A_5, B_5$   
Vergleich: frequenzunabhängige Begrenzung und Preemphase  
 $A_3, B_3$

**Bild 12****Amplitudenverteilung**

nach frequenzabhängiger Begrenzung und Preemphase  $A_5, B_5$   
Vergleich: Preemphase allein  $A_1, B_1$

Regelvorgang einleiten und den Pegel des gesamten Signals absenken, also auch den der niedrigen Frequenzen. Das hat zur Folge, daß der mittlere Pegel des Signals weiterhin beträchtlich abgesenkt wird und außerdem die Gefahr besteht, daß durch kurze hochfrequente Knacke oder rhythmische Anteile hoher Frequenzen jeweils eine erkennbare, störende Reduktion der Verstärkung eintritt (Pumpeffekt). – Ansonsten aber scheint das Ziel erreicht: Am Ausgang des Begrenzerverstärkers ist die Überschreitungshäufigkeit des Vollaussteuerungspegels mit etwa  $10^{-3} \%$  wirklich sehr klein geworden (**Bild 10**, Kurven  $A_4, B_4$ ).

Hinter der Preemphase gemessen (**Bild 11**, Kurven  $A_5, B_5$ ) sieht man die erzielte Verringerung der Überschreitungshäufigkeit im Vergleich zu dem mit einem Begrenzer ohne Preemphase im Regelzweig Erreichbaren ( $A_3, B_3$ ). Man sieht vor allem aber, daß diese Reduzierung der Überschreitungshäufigkeit mit einem erheblichen Absenken des mittleren Signalpegels erkauft worden ist.

In einem letzten Vergleich (**Bild 12**) werden die beiden Modulationssignale  $A_5$  und  $B_5$  den völlig unbegrenzten Signalen  $A_1$  und  $B_1$  gegenübergestellt. Es ist eine noch akzeptable Eigenschaft des Begrenzers, daß z. B. das Signal  $B_1$  durch einen frequenzunabhängigen Begrenzerverstärker im Mittel um 3 dB abgesenkt wird (**Bild 9**, Kurve  $B_3$ ), um den Betrag also, um den es auch nach dem Aussteuerungsmesser zu hoch lag. Aus dem Vergleich zwischen  $B_5$  und  $B_1$  in **Bild 12** ist aber eindeutig zu entnehmen, daß der Pegel um etwa 7 dB zurückgenommen werden muß, um den 10,5-dB-Wert nicht zu überschreiten. Diesen Weg zu wählen ist demnach nicht sehr sinnvoll, ganz abgesehen davon, daß die Überschreitung des Grenzpegels damit doch nicht vermieden wird.

#### 4. Schlußbemerkung

Aufgabe dieser Arbeit ist es, die heutige Technik zum Schutz von FM-Sendern vor Hubüberschreitungen zu analysieren. Welche Möglichkeiten sich anbieten, die aufgedeckten Unzulänglichkeiten zu beheben, wird an anderer Stelle behandelt. Drei Erkenntnisse dieser Untersuchung sollen noch einmal herausgestellt werden:

1. Die Amplitudenstatistik ist eine aussagekräftige Methode zur Beurteilung des dynamischen Verhaltens von Begrenzerverstärkern.
2. Bei Schutzbegrenzern für FM-Sender muß die Beurteilung des dynamischen Verhaltens unbedingt hinter einer nachgeschalteten Preemphase vorgenommen werden.
3. Die bisherigen Begrenzerverstärker, auch wenn sie die Auswirkung der Senderpreemphase zu berücksichtigen versuchen, bieten keinen befriedigenden Übersteuerungsschutz für einen FM-Sender.

Diese Erkenntnisse basieren nur auf der Analyse zweier kurzer Programmabschnitte. Die Amplitudenverteilung anderer Programmsignale und die Reaktion eines Begrenzerverstärkers auf diese können selbstverständlich von den hier dargestellten Ergebnissen abweichen. Da aber gezeigt werden sollte, was in ungünstigen Fällen geschehen kann, war es legitim, besonders kritisches Programmmaterial auszusuchen.

Zur Beurteilung von Sendeschutzbegrenzern und zum Vergleich verschiedener Fabrikate untereinander wäre es erstrebenswert, Testprogrammmaterial zu verabreden, das allen Messungen zugrunde zu legen wäre.

## ÜBERLEGUNGEN ZUR FRAGE DER OPTIMALEN NUTZUNG VON ZUSATZINFORMATIONSKANÄLEN IM UKW-RUNDFUNK<sup>1</sup>

VON GEORG PLENGE<sup>2</sup>

Manuskript eingegangen am 26. August 1980

UKW-Rundfunk

### Zusammenfassung

Die Möglichkeit der Übertragung von Zusatzinformationen im UKW-Rundfunk — außerhalb der durch das AF-Signal belegten Bänder des Multiplexsignals (z. B. Verkehrsfunkkennungen) — wird zur Zeit nur wenig genutzt, eine weitergehende Verwendung jedoch eingehend diskutiert.

Neben der Kennung der Sendernetze — nach EBU-Rundfrage vordringlicher Wunsch der Rundfunkanstalten — werden die Kennungen „Sprache/Musik“, „Programmarten“ und „Kompandersteuerung“ diskutiert. Die Auswertung dieser Kennungen führt zu einer Verbesserung des Signal/Rauschverhältnisses und zu individueller Optimierung der Lautstärkeänderungen am Empfängerort (Zuhörerplatz). Der Informationsfluß für diese Dienste ist relativ gering und beträgt mit Reserven für weitere Dienste etwa 150 bit/s.

Technische und betriebliche Probleme dieser Dienste werden diskutiert und die Chancen ihrer Einführung abgeschätzt.

### Summary Considerations on the question of the optimal utilisation of additional information channels in VHF broadcasting

The possibility of transmitting additional information in VHF broadcasting — outside the bands of the multiplex signal occupied by the AF signal (forexample, road-users' service identification) — is only little utilised at present, but its more extensive use is being discussed in detail.

In addition to the identification of the transmitter networks — according to an E.B.U. questionnaire, an urgent requirement of the broadcasting organisations — the identification signals for „speech/music“, „type of programme“ and „compander control“ are under discussion. The interpretation of those identification signals leads to an improvement of the signal/noise ratio and to individual optimising of the changes in volume at the place of reception (listening point). The data rate for that service is relatively small, and with reserves for additional services, it amounts to about 150 bit/s.

The technical and operational problems of those services are being discussed and the opportunity of their introduction appraised.

### Sommaire Considérations sur l'utilisation optimale de canaux d'informations supplémentaires en radiodiffusion sur ondes métriques

La possibilité de transmettre des informations supplémentaires en radiodiffusion sur ondes métriques en dehors des bandes du multiplex occupé par les signaux audiofréquence (par exemple pour l'identification du service pour automobilistes) n'est que peu exploitée actuellement, mais on examine en détail l'utilisation plus large de ce service.

Outre l'identification des réseaux d'émission — qui, d'après les résultats d'un questionnaire de l'U.E.R., constitue un besoin urgent de la part des organismes de radiodiffusion — on étudie actuellement des signaux d'identification pour „parole/musique“, „type de programme“ et „commande de compression/extension“. L'interprétation de ces signaux d'identification conduit à une amélioration du rapport signal/bruit et à une optimisation sur le plan individuel des changements de volume au point d'écoute. Le débit d'information pour ce service est relativement faible et, compte tenu des bits de réserve pour d'autres services, il est de l'ordre de 150 bits/s.

On examine les problèmes techniques et opérationnels posés par ces services, et on évalue l'intérêt de leur introduction.

### 1. Einleitung

Die Übermittlung von Zusatzinformationen zum eigentlichen Programmsignal ist ein alter Wunsch und teilweise eine längst geübte Praxis. Diese Zusatzinformationen waren mit wenigen Ausnahmen (Pilotton) betriebsintern und dienten der Überwachung und dem Fernwirken. Es waren meist Kontrollsignale im Tonfrequenzbereich — die Skala reicht von 32 Hz bis 15 625 Hz —, die durch ein umfassendes System, das Audiodat, ersetzt werden; allerdings gibt es einige wenige Ausnahmen, z. B. den sogenannten „Hinz-Triller“. Oder es waren Steuerungssignale oberhalb des hörbaren Bereichs, hier reicht die Skala von 17 kHz bis 67 kHz.

Es lag nun nahe, Zusatzinformationen auch für die Bedürfnisse der Hörer auszusenden; die erste bereits eingeführte Maßnahme dieser Art ist das Verkehrsfunksystem.

Will man weitere Dienste einführen, so müssen folgende Fragen zunächst beantwortet werden:

- Welche Kanäle kommen für die Übermittlung der Zusatzinformationen in Frage?
- Welche Informationskapazität haben die in Aussicht genommenen Kanäle bei Berücksichtigung aller Nebenbedingungen, wie Beeinträchtigung des Programmsignals, Kompatibilitätsfragen usw.?
- Welche Dienste sollen eingeführt werden?

Zum letzten Punkt hat eine EBU-Rundfrage stattgefunden; es wurden verschiedene Dienste vorgeschlagen, gefragt wurde nach einer Einstufung nach Prioritäten; das Ergebnis zeigt **Tabelle 1**.

Desirable features	Replies: PRIORITY			
	1st	2nd	3rd	4th
Identification of:				
network	11	1	1	0
frequency	1	3	1	1
name of station	2	4	3	0
type of programme	0	3	4	4
origin of programme	0	0	2	0

**Tabelle 1**

<sup>1</sup> Nach dem Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 5. Fachtagung Hörrundfunk der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) in Mannheim, 5. bis 7. März 1980.

<sup>2</sup> Prof. Dr. Georg Plenge ist Leiter des Fachbereichs Studio-technik Hörfunk im Institut für Rundfunktechnik, München.

In dem Ergebnis spiegelt sich sehr deutlich der Wunsch vieler Rundfunkanstalten wider, dem Hörer beim Auffinden eines bestimmten Senders zu helfen; sicher nicht ganz ohne Eigennutz, gleichsam als Prämie für „Hörertreue“ mit der Annahme, daß der Hörer im wesentlichen daran interessiert ist, „seinen“ ihm regional zugeordneten Sender auch zu hören.

Geht man aber davon aus, daß es in der Regel wesentlich mehr empfangswürdige Sender als die Regionalsender gibt, so kann das Auffinden des gewünschten Senders mit Hilfe von Kennungen sehr erleichtert werden. Die Frage ist nur, ob das nicht auch auf anderem Wege erreichbar ist angesichts dessen, daß in der Frequenz des empfangenen Senders und in dem Empfangsort bereits alle Information steckt, die mit dem Zusatzsignal übermittelt wird, dort allerdings in wesentlich „mundgerechterer“ Form.

Es gilt also generell abzuwägen: Welchen Anteil der – begrenzten – Kapazität des Zusatzinformationskanals stellt man für „Komfortzwecke“ zur Verfügung und welchen Anteil für tatsächliche Information?

In der EBU-Rundfrage zählt lediglich der Punkt „programme identification“ zum letztgenannten Anteil. Im Sinne einer optimalen Nutzung wäre ein umgekehrtes Verhältnis wünschenswert. Auf alle Fälle sollte jedes System so geplant werden, daß es erweiterungsfähig ist und bei Erweiterung die bereits existierenden Empfänger wenigstens für den Empfang der bis zum Tag der Erweiterung bereits gesendeten Zusatzinformationen geeignet bleiben.

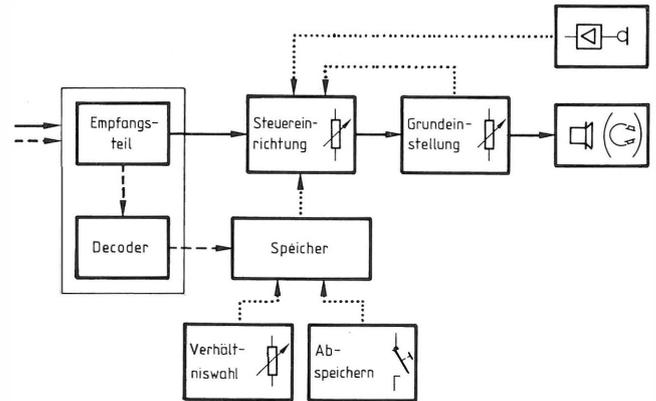
Im folgenden sollen nun neue, zur Zeit auch bereits einführbare Dienste behandelt werden, d. h. solche, die ohne Änderung der allgemeinen Empfänger-eigenschaften möglich sind.

## 2. Kennung Sprache/Musik

Eine Kennung wäre sehr hilfreich, die es gestattet, Sprache und Musik innerhalb einer Sendung zu unterscheiden, z. B. während einer Magazinsendung oder einer Konzertübertragung. Sie würde ein altes und doch ständig aktuelles Problem des Hörrundfunks beseitigen oder zumindest wesentlich mildern, nämlich das von vielen Hörern empfundene Mißverhältnis der Lautstärken von Sprache und Musik.

Bekanntlich ist das Problem sendeseitig nicht lösbar, weil die Wünsche der Hörer hier weit auseinandergehen. Abhilfe kann nur durch ein individuell auf den einzelnen Hörer abgestimmtes Verhältnis der Lautstärken von Sprache und Musik bringen. Eine mögliche Lösung zeigt **Bild 1**.

- Neben dem Lautstärkesteller verfügt der Empfänger noch über einen weiteren Steller, mit dem der Hörer einmal das von ihm gewünschte Verhältnis zwischen Sprache und Musik festlegt.
- Wird eine Programmartenkennung gesendet, kann der Hörer diese Einstellung für alle Programmarten gesondert vornehmen.
- Es sind noch weitere Verfeinerungen denkbar, z. B.
  - Änderung des gewählten Verhältnisses in Abhängigkeit von der eingestellten Gesamtlautstärke,



**Bild 1**

Ausrüstung eines Rundfunkempfängers mit individueller Wahl des Lautheitsverhältnisses **SPRACHE/MUSIK**

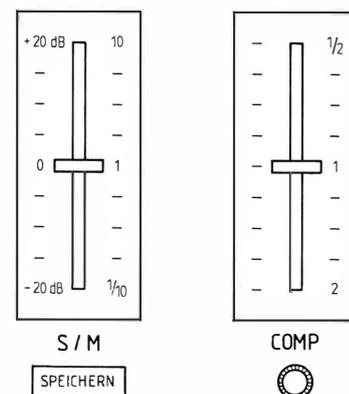
- Änderung des Verhältnisses in Abhängigkeit von der Tageszeit,
- Änderung des Verhältnisses in Abhängigkeit vom Störgeräuschpegel am Empfängerort usw.

Neben den Kennungen ist im Empfänger eine Einrichtung für die Speicherung der Verhältniseinstellungen erforderlich.

Häufig wird gegen Einrichtungen dieser Art eingewendet, sie seien technisch zu kompliziert und würden den Benutzer überfordern. Ähnliches findet man heute bereits – noch wesentlich komplexer – bei neueren Fernsehempfängern. Dort können Grundeinstellung für Helligkeit, Kontrast, Farbsättigung, Lautstärke in ähnlicher Weise programmiert werden. Offensichtlich ist der Fernsehteilnehmer dadurch keineswegs überfordert.

Wie einfach die Bedienung gestaltet werden kann, zeigt **Bild 2**, dort bereits kombiniert mit einem weiteren Stellglied für Expandereinstellungen.

Der technische Vorteil für die Übertragungsqualität besteht darin, daß sich der Geräuschspannungsabstand verbessert. In allen Fällen, wo aus Gründen eines angemessenen Lautstärkeverhältnisses zwischen Sprache und Musik Teile des Programms nicht mit Vollaussteuerung den Sender ansteuern, tritt die Verbesserung dadurch ein, daß nun stets nahezu mit Vollaussteuerung gesendet werden kann; das richtige



**Bild 2**

Stell- und Anzeigeglieder für einen Empfänger mit Lautheits- und Kompandersteuerung

Lautstärkeverhältnis wird erst im Empfänger erzeugt.

### 3. Kompandersteuerung

Zur Verbesserung der Übertragungsqualität auf der hochfrequenten Strecke ist immer wieder der Einsatz von Kompandern vorgeschlagen worden; entsprechende Feldversuche zur Überprüfung der Kompatibilität mit Empfängern, die nicht expandieren können, sind durchgeführt worden. Abgesehen davon, daß dieses Problem noch nicht ganz gelöst ist, gibt es noch weitere Hindernisse, das z. B. nicht vertretbare Ansteigen des Grundrauschens bei älteren Bandaufzeichnungen, wenn nicht expandiert wird.

Die Einführung von Kompandern muß nun aber nicht heißen, daß diese ständig eingesetzt werden. Im Falle unzureichenden Geräuschabstands des Speichermediums muß auf den Einsatz des Kompanders verzichtet werden. Den Empfängern ohne Expansionsmöglichkeit ist damit Genüge getan. Das Problem verlagert sich auf die Empfänger mit Expansionsmöglichkeit; diese müssen sowohl mit als auch ohne Expansion arbeiten können; welche Arbeitsweise gerade erforderlich ist, muß den Empfängern mitgeteilt werden.

Sicher ist es unzumutbar, den Rundfunkhörer damit zu belasten, seinen Empfänger dauernd umzuschalten; dies müßte automatisch geschehen; über Zusatzsignale könnten entsprechende Schaltbefehle übermittelt werden.

Wenn eine solche Möglichkeit geschaffen wird, ist es sinnvoll, den Expander nicht nur ein- oder auszuschalten, sondern den Expansionsgrad in Stufen zu variieren; 4 Stufen werden als ausreichend erachtet.

Enthalten die Empfänger Expander mit einstellbarem Expansionsgrad, so läßt sich auf diese Weise auch eine optimale Anpassung an die jeweilige Abhörsituation erreichen:

- Berücksichtigung des individuellen Geschmacks des Rundfunkhörers, die Wünsche an die Dynamik einer Rundfunksendung streuen stark.
- Anpassung an die Geräuschsituation am Abhörort; bei starkem Fremdgeräuschpegel kann die Dynamik entsprechend verringert werden. Dies bietet erhebliche Vorteile, vor allem im Kraftfahrzeug.
- Bei erforderlicher Rücksichtnahme auf weitere Anwesende oder Nachbarn kann bei niedrigen Abhörpegeln die Dynamik ebenfalls verringert werden.

Die Einstellung des Expansionsgrads geschieht in diesen Fällen von Hand durch den Hörer.

Die Bedienung ist wiederum einfach; in **Bild 2** ist der entsprechende Steller wiedergegeben. In der Stellung 0 arbeitet der Empfänger mit dem vom Sender vorgegebenen Expansionsgrad, der durch die Zusatzinformation übermittelt wird. Es kann aber auch ein größerer Expansionsgrad oder ein kleinerer (z. B. beim Abhören im Automobil) eingestellt werden.

### 4. Programmartenkennung

Dies würde dem Hörer gestatten, anstelle eines bestimmten Sendernetzes eine bestimmte Programm-

art zu suchen; auch ein automatischer Programmartensuchlauf wäre denkbar und z. B. im Automobil ausgesprochen nützlich. Damit verbinden läßt sich auch eine automatische Ein-Ausschaltung.

Für den Hörer bedeuten diese Möglichkeiten sicher Vorteile, es ist aber zu vermuten, daß Widerstände von Seiten der Programmabteilungen zu erwarten sind, und zwar aus folgenden Gründen:

- Die automatische Abschaltung kann dazu führen, daß bestimmte Sendungen eher abgeschaltet werden als ohne diese Möglichkeit (Werbesendungen).
- Programmgestalter werden sich unter Umständen weigern, „ihr“ Programm in eine bestimmte „Schublade“ einordnen zu lassen.
- Programmgestalter werden sich ferner dagegen wehren, daß das Programm insgesamt „zerstückelt“ wird.

Ob diese und gegebenenfalls weitere Gründe schwerwiegend genug sind, eine Programmartenkennung abzulehnen, müssen die Programmredaktionen entscheiden.

Aus technischer Sicht ist die Einführung dieser Kennung nicht schwieriger als die anderer Kennungen; es erscheint geboten, die Programmgestalter auf diese technische Möglichkeit und ihre Vorteile hinzuweisen; die Verantwortung für die Zustimmung oder Ablehnung muß dort getragen werden.

Mit den drei Diensten Kennung von Sprache/Musik, Kompandersteuerung und Programmarten sind die Möglichkeiten für neue Dienste sicher nicht erschöpft. Bevor über weitere Dienste nachgedacht wird, ist es aber erforderlich, sich über den Bedarf an Informationskapazität für die bereits genannten Dienste Rechenschaft abzulegen:

#### - Kennung der Sendernetze

Für einen automatischen Sendersuchlauf ist die Wiederholung der Information mindestens alle 200 ms erforderlich.

Für die Kennzeichnung der Senderketten der ARD sind max. 7 Bit (128 Varianten) erforderlich; bei Wiederholung alle 100 ms beträgt der Gesamtbedarf 70 bit/s

70 bit/s

#### - Programmartenkennung

Hierfür beträgt der Bedarf etwa 5 Bit = 32 verschiedene Programmarten; wird der automatische Suchlauf auch auf einen Programmartensuchlauf ausgedehnt, beträgt der Bedarf 50 bit/s.

50 bit/s

#### - Kennung Sprache/Musik; Kompandersteuerung

Hierfür sind nur sehr wenige Bits erforderlich. Die Kennungen brauchen auch nur ungefähr jede Sekunde einmal übertragen zu werden; sie sind bei Suchläufen nicht relevant. Für die Übermittlung z. B. des Kompressionsgrads (vorgesehen 4 Stufen) werden also nur 2 bit/s benötigt.

max. 20 bit/s  
140 bit/s

Diese Liste zeigt sehr deutlich:

- Nur die Dienste, die mit Suchläufen verknüpft sind, belasten den Zusatzinformationskanal wesentlich; die anderen Dienste sind dagegen fast zu vernachlässigen.

Anders stellt sich das Problem, wenn die rundfunkinterne Frage zu beantworten ist, wie die Zusatzinformationen vom Sendestudioausgang zum Sender gelangen. Zunächst: Die dauernde Wiederholung der Informationen, die für Suchläufe erfolgen muß, kann der Zusatzinformationsgenerator am Sender übernehmen; die große Menge, die ausgestrahlt werden muß, schrumpft auf dem Weg vom Sendestudio zum Sender auf wenige bit/Tag zusammen: Umschaltungen auf andere Programme und Änderungen der Programmart. Die anderen Daten, Wechsel zwischen Sprache und Musik, Wechsel des Kompressionsgrads usw., müssen häufiger übermittelt werden. Insgesamt ist die notwendige Übertragungskapazität dieses Weges wesentlich geringer als die des Zusatzinformationskanals. Eine Möglichkeit wäre die Nutzung des Audiodatkanals, dessen Übertragungskapazität beträgt 25 bit/s.

Noch ungeklärt ist ferner die Frage, die innerhalb des Betriebsablaufes im Funkhaus zu lösen ist: Wer legt die Kennungen fest, und wie werden sie auf den Weg gebracht?

Für die Programmartenkennung und die Kennung des Kompressionsgrads sollte für die Festlegung die Programmredaktion verantwortlich sein; eingegeben

werden müssen die Kenndaten bei jedem Programmartenwechsel, wegen der geringen Übertragungsgeschwindigkeit des Audiodat am besten am Ende eines jeden Programmblocks.

Schwieriger ist die Kennung Sprache/Musik. Einmal muß ein Wechsel relativ rasch erfolgen, zum anderen ist die Bedienung eines Schalters im Sendestudio unzumutbar. Automatische Erkennungsgeräte, die zwischen Sprache und Musik unterscheiden können, sind zu langsam. Möglich wäre eine Kopplung am Pegelsteller oder an Pegelstellergruppen, die jeweils nur Sprachkanälen oder Musikkanälen zugeordnet sind; diese Kopplung müßte aber auch im Produktionsstudio und im Ü-Wagen möglich sein; die Kennungen müßten bei einer Bandaufzeichnung mit aufgezeichnet werden, z. B. mit Hilfe der User-Bits des SMPTE-time-code-Kanals. Ein großer Teil der Probleme entfällt bei Verwendung eines automatischen Sendestudios, wie es im Süddeutschen Rundfunk eingerichtet werden wird und bei anderen Rundfunkanstalten im Gespräch ist.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Für die Nutzung der Zusatzinformationskanäle im UKW-Rundfunk gibt es eine Reihe verlockender Möglichkeiten; die technischen Probleme des eigentlichen Informationskanals sind gering im Vergleich mit den Randproblemen, insbesondere der Betriebsabwicklung. Eine Einführung sollte erst dann konkret geplant werden, wenn die Betriebsprobleme geklärt sind und möglichst weitgehende Einigkeit in der Verwendung der Zusatzinformationskanäle erzielt ist.

# DIE TAKTANPASSUNG BEI DIGITALER TONSIGNALÜBERTRAGUNG<sup>1</sup>

VON HORST HESSENMÜLLER UND WILLY BARTEL<sup>2</sup>

Manuskript eingegangen am 4. August 1980

Digitale Tonübertragung

## Zusammenfassung

Die fehlerfreie Übertragung digitaler Tonsignale von einer Quelle (z. B. ein Tonstudio) zu einer Senke (z. B. ein Rundfunkteilnehmer) ist ohne besondere Maßnahme nur in einem synchronen digitalen Netz möglich. Mit dem Vorhandensein eines solchen Netzes kann aber, zumindest für eine längere Übergangszeit, noch nicht gerechnet werden. Der vorliegende Beitrag beschreibt Möglichkeiten, in einem Netz, in dem die Takte der einzelnen Netzkomponenten noch plesiochron zueinander sind, eine fehlerfreie Übertragung zu gewährleisten. Es handelt sich um sogenannte Taktanpassungsverfahren.

## Summary Justification in the digital transmission of sound signals

The error-free transmission of digital sound signals from a source (such as a broadcasting studio) to a point downstream (such as a broadcast listener) is possible, without special precautions, only in a synchronous digital network. However, one cannot as yet assume the existence of such a network, and at least not until after a considerable transition period. The present article describes the possibilities of guaranteeing error-free transmission over a network, wherein the pulses of the individual network components are still plesiochronous one to another. These are described as justification methods.

## Sommaire Justification lors de la transmission numérique de signaux audio

La transmission sans erreur de signaux audio numériques depuis une source (par exemple, un centre de production de radiodiffusion) vers un point de réception (par exemple un auditeur) n'est possible, sans précautions particulières, qu'au moyen d'un réseau numérique synchrone. On ne peut cependant pas encore imaginer l'existence d'un tel réseau, et certainement pas avant une période de transition assez longue. L'article examine les possibilités de garantir une transmission sans erreur sur un réseau dans lequel les impulsions des divers éléments sont encore plésiochrones. Il s'agit alors de méthodes dites „de justification“.

## 1. Einleitung

In den technischen Gremien der Europäischen Rundfunkunion (EBU) und der Internationalen Fernmeldeunion (ITU) wird seit einiger Zeit über die grundlegenden Parameter für ein einheitliches System zur digitalen Tonübertragung zum Zwecke des nationalen und internationalen Programmaustauschs diskutiert [1]. Obwohl eine Einigung über sämtliche Parameter noch aussteht und auch kaum mehr zu erwarten ist, so haben doch viele Institutionen bereits nennenswerten Voruntersuchungs- und Entwicklungsaufwand getrieben. Unabhängig von diesen Aktivitäten werden bereits Überlegungen zu einer Digitalisierung der Studiotechnik bei den Rundfunkgesellschaften und der phonographischen Industrie angestellt [2]. Schließlich sind Mitte der 80er Jahre die „Digitale Schallplatte“ und der Satellitendirekt-empfang von Hörrundfunkprogrammen – teilweise kombiniert mit der Weiterverteilung der Programme über KTV-Anlagen – zu erwarten. Beim Satellitendirekt-empfang wird neuerdings auch digitale Codierung und Übertragung der codierten Hörrundfunksignale im Zeitvielfach in Betracht gezogen. Für die fernere Zukunft kann man erwarten, daß die Übertragungskette vom Hörfunkstudio bis zum Heimempfänger zumindest für eine bestimmte An-

zahl von Programmen sich der digitalen Übertragungstechnik bedienen wird.

## 2. Problem der Synchronität der Netze

Die fehlerfreie Verarbeitung digitaler Signale ohne besondere Taktanpassungsmaßnahmen in Sende-, Multiplex-, Übertragungs-, Vermittlungs- und Empfangseinrichtungen ist nur möglich, wenn die im allgemeinen binären Daten synchron zum Netztakt sind; d. h., wenn also ein synchrones Netz existiert. Zumindest aber müssen, wie in der Empfehlung G. 811 des CCITT vorgesehen, die Abweichungen der Takte der einzelnen nationalen Netze voneinander  $< 10^{-11}$  sein. In diesem Falle kommt es nur sehr selten zu einem Synchronverlust („bit slip“), bzw. bei Anwendung entsprechender Vollspeicher zum Verlust eines ganzen Pulsrahmens ohne Synchronverlust. Dieser Zustand wird – wenn überhaupt – erst in einer ferneren Zukunft erreicht werden. Man wird mit einer sehr langen Übergangszeit zu rechnen haben, die in verschiedene Phasen aufgeteilt werden kann:

- In den Nachrichtennetzen werden zur Zeit hauptsächlich analoge Verfahren zur Nachrichtenverarbeitung angewendet. Auf einzelnen Strecken werden aber bereits digitale Übertragungssysteme eingesetzt, deren Takte plesiochron mit Abweichungen  $\leq 10^{-4}$  zueinander sind (derzeitiger Zustand im Fernsprechnetz der Deutschen Bundespost, DBP).
- Es entstehen synchrone „Inseln“, deren Takte zueinander plesiochron (Abweichung  $\leq 10^{-4}$ ) sind. Gleichzeitig kann aber für bestimmte Dienste ein nationales, synchrones sogenanntes „Overlay-

<sup>1</sup> Nach dem Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 5. Fachtagung Hörrundfunk der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) in Mannheim, 5. bis 7. März 1980.

<sup>2</sup> Dipl.-Ing. Horst Hessenmüller ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Leiter der Forschungsgruppe Digitale Multiplexverfahren, Dipl.-Ing. Willy Bartel ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe Digitale Multiplexverfahren im Forschungsinstitut der Deutschen Bundespost beim FTZ in Darmstadt.

Netz“ mit relativ niedrigem Verkehrsaufkommen aufgebaut werden [3].

- Die nationalen Nachrichtennetze haben einen einheitlichen Takt, bzw. die Takte in einzelnen Teilen der Netze weichen nicht mehr als  $10^{-11}$  voneinander ab. International sind die Netztaakte aber plesiochron zueinander.
- Es existiert ein weltweites synchrones oder quasisynchrones Nachrichtennetz.

Die vorstehenden Überlegungen betreffen nicht nur Fernsprech-, Datex-, Teletextdienste usw.; in gleicher Weise werden der Fernsehrundfunk- und der Hörrundfunkdienst berührt. Beim Übergang von einer zur anderen der geschilderten Phasen werden sowohl für den nationalen und internationalen Programmaustausch als auch in den Verteilnetzen bis zum Endteilnehmer zunehmend digitale Komponenten der Nachrichtennetze Verwendung finden, deren Systemtakte noch plesiochron zueinander sind. Während ein mit einem quasisynchronen Takt geringer Abweichung ( $10^{-11}$ ) abgetastetes Digitalsignal (DS) von dem dadurch hervorgerufenen gelegentlichen doppelten Übertragen bzw. Weglassen eines ganzen Codewortes im Signalfluß in seiner subjektiv wahrnehmbaren Qualität kaum beeinträchtigt wird, sind diese Erscheinungen bei größeren Taktabweichungen (um  $10^{-4}$ ) nicht tragbar. Ohne besondere, noch zu beschreibende Taktanpassungsverfahren bliebe nur eine mehrfache A/D- und D/A-Wandlung und die Durchschaltung im Basisband, bei Tonsignalen also in der AF-Lage. Dieses Verfahren ist wegen der Addition der Quantisierungsverzerrungen und der damit verbundenen Qualitätseinbußen strikt abzulehnen. Man muß für die angesprochene Übergangszeit auf Taktanpassungsverfahren zurückgreifen.

### 3. Taktanpassung und Multiplextechnik

#### 3.1. Prinzipien der digitalen Multiplextechnik

Ähnlich der Frequenzvielfachbildung in der analogen Übertragungstechnik wird aus wirtschaftlichen Gründen in digitalen Netzen eine Zeitvielfachbündelung durchgeführt. Mehrere gleichartig aufgebaute, normalerweise aus einer Folge codierter Abtastwerte bestehende Eingangsdigitalsignale werden in einem Digitalsignalmultiplexgerät (DSMX) zu einem Multiplex-DS zusammengefaßt (**Bild 1**). Dies geschieht entweder bit-, oder bitgruppen(word)weise. In den ersten beiden der oben beschriebenen Phasen beim Aufbau digitaler Netze sind die Takte der Eingangs-DS im allgemeinen plesiochron zueinander. Im DSMX muß deshalb eine Anpassung der Takte der eingangsseitigen DS auf den Takt des ausgangsseitigen DS stattfinden, wenn kein Informationsverlust in Kauf genommen werden soll. Entsprechend der Darstellung in **Bild 1** besteht das DSMX deshalb aus einer Einrichtung zur Taktanpassung und einer solchen zur eigentlichen Multiplexbildung. Der Datenfluß des Multiplex-DS ist etwas größer als die Summe der Datenflüsse der Eingangs-DS. Die zusätzliche Datenflußkapazität wird zur Übertragung der Synchronisier- und der Taktanpassungsinformation zur Empfangsseite benutzt.

Eine weitere wichtige Aufgabenstellung in der digitalen Multiplextechnik betrifft das Einfügen ei-

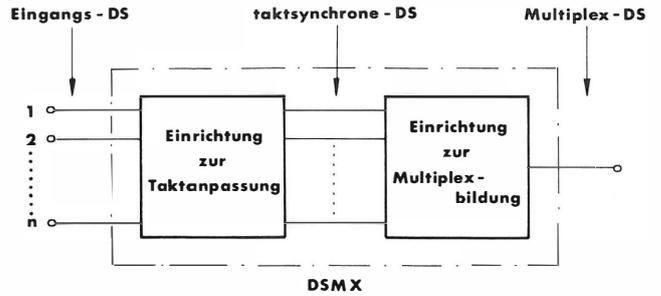


Bild 1

Blockschaltbild eines Digitalsignalmultiplexgerätes

nes DS in ein Multiplex-DS mit höherer Datenrate (**Bild 2**), indem bei dem letzteren durch das einzufügende DS Zeitlagen im Multiplexrahmen belegt werden, die zu diesem Zwecke freigehalten wurden. Auch in diesen Fällen muß häufig mit plesiochronen Takten gerechnet werden, wenn nämlich die Datenquellen weit voneinander entfernt sind und noch kein synchrones Netz existiert. In Analogie zum oben beschriebenen DSMX enthält das Dateneinfügungsgerät (DSE) eine Einrichtung zur eigentlichen Dateneinfügung und eine solche zur Taktanpassung. Beide sind über eine Schnittstelle miteinander verbunden. Wieder muß im Multiplex-DS zusätzliche Kapazität zur Übertragung der Taktanpassungsinformation zur Verfügung stehen.

#### 3.2. Taktanpassungsverfahren [4, 5, 6]

Für die nachfolgenden Betrachtungen sei mit  $f_E$  die Taktfrequenz eines Eingangs-DS bezeichnet.  $f_S$  ist der Sollwert, den  $f_E$  annehmen muß, damit keine Taktanpassung notwendig ist. Man kann sich  $f_S$  als vom Takt des Multiplex-DS abgeleitet vorstellen. Neben dem Zustand  $f_E = f_S$  (keine Taktanpassung erforderlich) unterscheidet man zwei Taktanpassungsfälle:

1.  $f_S - f_E > 0$  positive Taktanpassung:

An vereinbarter Stelle werden in das betrachtete Eingangs-DS von Zeit zu Zeit ein oder mehrere Füllbits ohne Bedeutung eingefügt. Die Durchführung

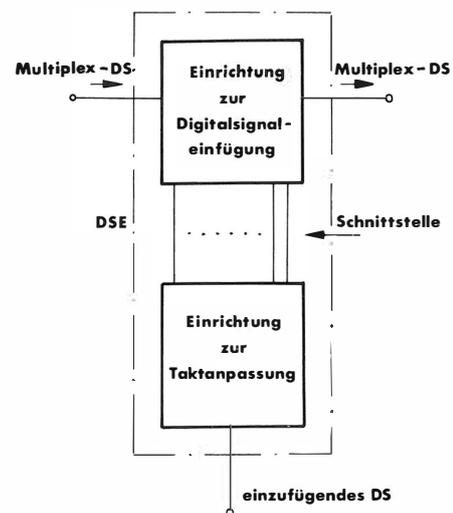
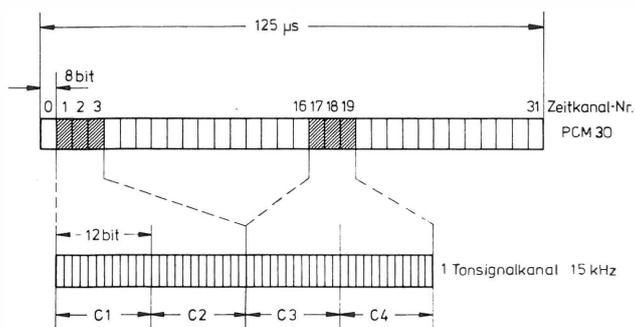


Bild 2

Blockschaltbild eines Digitalsignaleinfügungsgerätes



**Bild 3**

Pulsrahmen eines digitalen Tonübertragungssystems

dieser Manipulation wird in einer besonderen Zeitlage des Multiplexrahmens der Empfangsseite mitgeteilt, damit dort diese Füllbits ausgeblendet und der ursprüngliche Takt mit der Frequenz  $f_E$  wieder hergestellt wird.

2.  $f_S - f_E < 0$  negative Taktanpassung:

An vereinbarter Stelle im Multiplexrahmen werden aus dem betrachteten Eingangs-DS von Zeit zu Zeit ein oder mehrere Bits ausgeblendet und in einer besonderen Zeitlage des Multiplexrahmens übertragen. Ebenso wird in einer weiteren Zeitlage die Durchführung der negativen Taktanpassung zur Empfangsseite signalisiert. Hier werden die sendeseitig entnommenen Bits wieder an der ursprünglichen Stelle plaziert und der Takt mit der Frequenz  $f_E$  wieder generiert.

Wendet man die geschilderten Taktanpassungsfälle als Folge entweder einzeln oder kombiniert bei einem DS an, so kommt man zu technisch bedeutsamen Taktanpassungsverfahren. Zwei Verfahren seien kurz erläutert. Wenn immer  $f_S > f_E$  ist, wobei die Differenz zeitlichen Schwankungen unterworfen sein kann, wendet man das Verfahren der positiven Taktanpassung an. Dabei werden in mehr oder weniger großen Zeitabständen ein oder mehrere Füllbits in das DS eingeblendet. Sofern über längere Zeit gemittelt  $f_S = f_E$  ist, aber im Einzelfall eine Differenz unterschiedlichen Vorzeichens auftreten kann, wird das Verfahren der positiv-negativen Taktanpassung angewendet. Je nach Vorzeichen der Differenz werden von Zeit zu Zeit ein oder mehrere Bits eingefügt, oder Informationsbits werden entnommen und an vereinbarter Stelle im Pulsrahmen des Multiplex-DS übertragen.

Das letztgenannte Verfahren ist geeignet, beim digitalen Tonübertragungssystem der Deutschen Bundespost (DBP) angewendet zu werden, wenn sich im Netz eine Taktanpassung als notwendig erweisen sollte.

**4. Taktanpassung beim Tonkanalsystem der DBP**

**4.1. Der Multiplexrahmen**

Über das Tonkanalsystem der DBP, insbesondere über das verwendete Codierverfahren, ist bereits verschiedentlich berichtet worden [7], so daß an dieser Stelle nur noch kurz auf den Aufbau des Multiplexrahmens eingegangen werden soll. **Bild 3** zeigt

diesen Rahmen, der sich auf den des FernsprechsysteMS PCM 30 [8] abstützt. Bei einer Dauer von  $125 \mu s$  enthält er 256 Bit; das entspricht einem Datenfluß von 2048 kbit/s. Der Rahmen ist in 32 Zeitkanäle (Zk) zu 8 Bit, von denen der erste alternierend zur Übertragung des Rahmenkennworts und eines Meldeworts verwendet wird. Zk 16 ist u. a. zur Übermittlung der Wahlkennzeichen bei Fernsprechtbetrieb vorgesehen. Die den einzelnen Fernsprecht-Zk dafür zugeteilten Bits sind in einem aus 16 Rahmen bestehenden Überrahmen in dem 16. Zk, wie in **Bild 4** dargestellt, untergebracht. Der Pulsrahmen

Rahmen	Kennzeichenbits zu Zeitkanälen							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	8 Bit Überrahmenkennung							
1	1	1	1	1	17	17	17	17
2	2	2	2	2	18	18	18	18
3	3	3	3	3	19	19	19	19
4	4	4	4	4	20	20	20	20
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	15	15	15	15	31	31	31	31

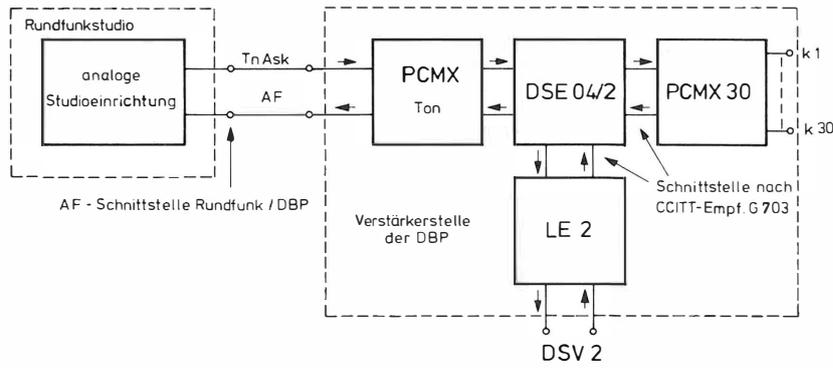
**Bild 4**

Aufteilung des Zeitkanals 16

erlaubt die gemischte Belegung des Systems durch Fernsprech- und Tonkanäle, aber auch reine Fernsprech- oder eine Tonsignalübertragung. Jede Abtastprobe eines Tonkanals wird einschließlich des Schutzes gegen Bitfehler in 12 Bit codiert. In dem zu 8 kHz gehörenden Pulsrahmen von 256 Bit müssen wegen der vier- bzw. zweifach höheren Abtastfrequenz für einen 15-kHz-Tonkanal vier Codewörter zu je 12 Bit (C1 bis C4 in **Bild 3**) und für einen 7-kHz-Tonkanal zwei Codewörter (C1 und C2) untergebracht werden. Sollen weitere 15-kHz- (max. 5) oder 7-kHz-Tonkanäle (max. 10) übertragen werden, so werden die nachfolgenden Zk fortlaufend belegt. Zum Schutz gegen auf dem Übertragungsweg auftretende Doppelfehler sind die Bits der Codewörter C1 und C2 sowie der Worte C3 und C4 ineinanderverkämmt. Zur Vereinfachung der nachfolgenden Betrachtungen kann diese Maßnahme jedoch außer Betracht bleiben.

**4.2. Taktsynchroner Betrieb**

Mit dem digitalen Tonkanalsystem der DBP (PCM-TnK-System 78) ist taktsynchroner Betrieb nach den unter 3.1. geschilderten Prinzipien möglich. Es kann, wie in **Bild 5** dargestellt, in die Schnittstellenleitung zwischen einem PCM-Fernsprechmultiplexgerät (PCM-X 30) und einem Leitungsendgerät für 2048 kbit/s (LE 2) ein Digitalsignaleinfügungsgerät (DSE 04/2) für ein oder mehrere Digitalsignale mit 384 kbit/s, entsprechend der Datenrate eines codierten Tonkanals, eingeschaltet werden. Der Takt zur



**Bild 5**  
Digitale Tonsignalübertragung mittels Einfügungstechnik

Codierung der Tonsignale und zu ihrer Weiterverarbeitung wird vom PCM X 30 geliefert. Auf die Einfügungstechnik kann dann verzichtet werden, wenn der gesamte Datenstrom von 2048 kbit/s durch Tonkanäle belegt ist. Den Takt liefert in diesem Fall das PCM-Tnk-System 78.

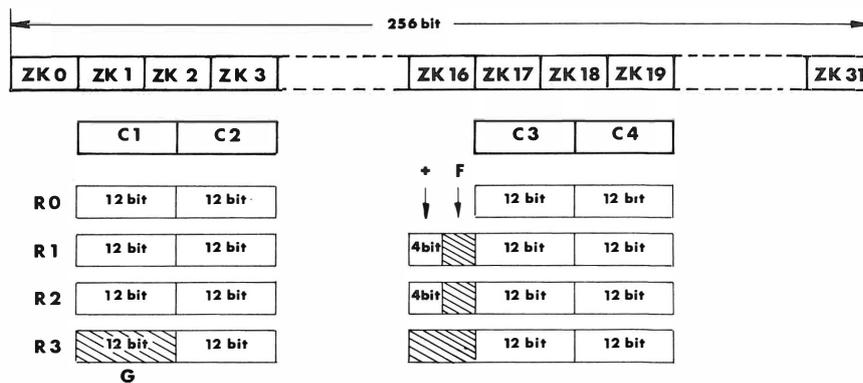
In beiden genannten Fällen gibt es keine Synchronisationsprobleme, weil die Geräte benachbart untergebracht sind. Mit fortschreitender Digitalisierung des Netzes wird jedoch sehr wahrscheinlich an eine Taktanpassungstechnik gedacht werden müssen, nämlich dann, wenn etwa die Schnittstelle zwischen den Rundfunkstudios und dem Leitungsnetz der Fernmeldeverwaltung nicht mehr audiodfrequente, sondern digitale Signale überträgt [9], oder wenn im Zuge einer digitalen Tonleitung mehrere Digital-signalverbindungen DSV mit zueinander plesiochronen Takten berührt werden. Dies gilt in besonderer Weise für internationale Verbindungen. Ein bevorzugtes Verfahren und eine zugehörige Gerätetechnik gibt es im Bereich der DBP noch nicht. Es sind aber einige Verfahren betrachtet worden, von denen nachstehend eines vorgestellt werden soll.

4.3. Mögliches Taktanpassungsverfahren beim PCM-Tnk-System 78

Der Datenfluß für einen codierten Tonkanal beträgt  $32 \text{ kHz} \cdot 12 \text{ Bit} = 384 \text{ kbit/s}$ . Dafür werden 6 Zk im Multiplexrahmen des Systems PCM 30 belegt; das entspricht ebenfalls 384 kbit/s. Es gilt also die Be-

ziehung  $f_E = f_S$ . Dies bedeutet, daß positiv-negative Taktanpassung anzuwenden ist.

Für das nachstehend betrachtete Ausführungsbeispiel sei ein 15-kHz-Tonkanal im Rahmen des Systems PCM 30 untergebracht. Es sind dann die Zk 1 bis 3 und 17 bis 19 durch die Codeworte C1 bis C4 belegt (Bild 6). Im Zk 16 werden die zugehörigen Kennzeichenbits frei (Bild 4). Sie können deshalb zur Taktanpassung verwendet werden. Zur Signalisierung des Taktanpassungszustandes werden 8 Bit, nämlich die Kennzeichenbits der Zk 1 und 2 im Zk 16 verwendet. Für den Modus „positive Taktanpassung“ wird ein Codewort zu 8 Bit (+) festgelegt; für den Modus „negative Taktanpassung“ findet das dazu komplementäre Codewort (-) Verwendung. Da die beiden Codeworte dann eine Hammingdistanz von 8 haben, lassen sich drei darin gleichzeitig auftretende Bitfehler korrigieren. Sofern auf der Sendeseite zwischen dem Takt des codierten Tonsignals und dem Takt des Übertragungssystems eine absolute Abweichung von weniger als 12 Taktperioden festgestellt wird, werden an den Stellen der mit 1 und 2 bezeichneten Bits im Zk 16 abwechselnd die vorstehend bezeichneten Codeworte, entsprechend einer Modenfolge + - + - + - + - ..., gesendet. Auf der Empfangsseite wird dann, obwohl abwechselnd positive und negative Taktanpassungssignale eintreffen, nichts veranlaßt. Erst wenn der zum codierten Tonsignal gehörende Takt dem Takt des Übertragungssystems um



**Bild 6**  
Positiv-negative Taktanpassung beim PCM-Tnk-System 78, positiver Taktanpassungsfall

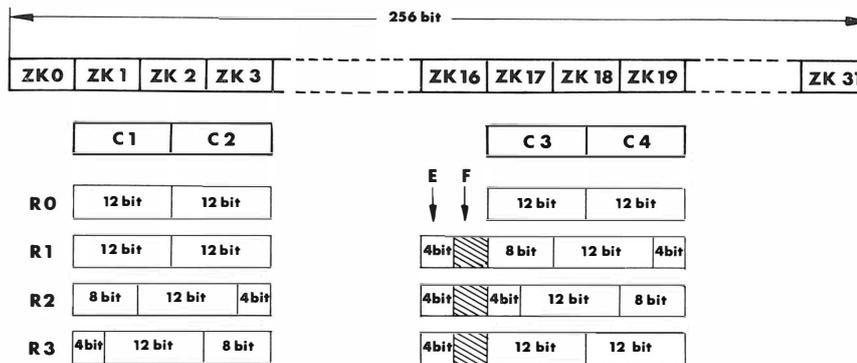


Bild 7

Positiv-negative Taktanpassung, negativer Taktanpassungsfall

12 Taktperioden nach- oder vorausseilt, wird dem Empfänger eine im Sender vorgenommene Taktanpassung signalisiert, indem anstelle der Moden-Folge  $+ - + - + - \dots$  nunmehr  $+ - + - + - + - + - \dots$  oder  $+ - + - - E - + - \dots$  ausgesendet wird.

Zwei aufeinanderfolgende positive Taktanpassungssignale ( $++$ ) veranlassen im Empfänger das Überlesen eines vollständigen Codewortes von 12 Bit nach deren Empfang an vereinbarter Stelle im Rahmen. Zwei aufeinanderfolgende negative Taktanpassungssignale ( $--$ ) signalisieren dem Empfänger, daß in den nachfolgenden drei Bitgruppen von jeweils 4 Bit des Zk 16 Teile von zusätzlich zu übertragenden Informationen des Tonkanals enthalten sind, oben mit E (für entnommene Information) bezeichnet. Im letzten Falle ergeben sich Verschiebungen der Codewortgrenzen in drei aufeinanderfolgenden Pulsrahmen wie in **Bild 7** dargestellt.

**Bild 6** zeigt einen Ausschnitt aus dem Überraumen, in welchem das zweite positive Taktanpassungssignal in einem 15-kHz-Tonkanal empfangen wird. Mit F sind die noch für andere Aufgaben freien 16 Bit bezeichnet. Im Rahmen 3 zur Zeitlage C1 soll sich das Codewort ohne Bedeutung befinden, in **Bild 6** mit G bezeichnet („gestopft“ Codewort).

**Bild 7** zeigt den Überraumen, in dem aufgrund von positiver Taktabweichung des codierten Tonsignals mit 15 kHz Bandbreite zusätzlich im Zk 16 unterzubringende Bitgruppen von jeweils 4 Bit (mit E bezeichnet) übertragen werden.

Es wird vorgeschlagen, daß aus prinzipiellen Erwägungen und einer möglichen zusätzlichen Überwachung in diesem Falle diese Bitgruppen E an Stelle des sonst einzufügenden positiven Taktanpassungssignals gesendet werden. Damit wird gewährleistet, daß bei durchzuführenden Taktanpassungen die Moden-Folge eine Phasenumkehr erfährt. An freier Kapazität stehen 12 Bit (F) zur Verfügung.

Geht man davon aus, daß die Taktfrequenz des Übertragungssystems etwa um  $\pm 100$  Hz schwanken kann, d. h. relativ um  $\pm 5 \cdot 10^{-5}$ , und wird für die Taktfrequenz des codierten Tonsignals mit gleicher relativer Genauigkeit gerechnet, so bedeutet dies, daß ein 12-Bit-Codewort im ungünstigsten Fall, d. h. bei größtmöglichen Taktabweichungen unterschiedlichen Vorzeichens, in einem zeitlichen Abstand von

0,316 s bzw. von 157 Überraumen zu überlesen bzw. zu entnehmen und im Zk 16 zu übertragen ist.

Schaltungstechnisch kann das beschriebene Verfahren mit bekannten veränderbaren Speichern (engl. aligner) zum Aus- und Einblenden von Bitgruppen realisiert werden. Die Wiederherstellung des zum codierten Analogsignal gehörenden Originaltaktes ist mittels eines PLL-Schaltkreises mit niedriger Zeitkonstante im Regelkreis möglich.

## 5. Schlußbemerkung

Das vorstehend beschriebene Taktanpassungsverfahren ist nicht grundlegend neu. Ein ähnliches Verfahren wurde von den Verfassern zur Einfügung von 64-kbit/s-Kanälen in das System PCM 30 zum Zweck der Datenübertragung konzipiert. Dieses wird im Integrierten Fernschreib- und Datennetz der DBP beim Datenübertragungssystem PCM 30 D bereits betrieblich mit Erfolg genutzt.

## SCHRIFTTUM

- [1] CCIR: Digital Transmission of Sound-Programme Signals. Rep. 647-I, CMTT-C. XIVth Plenary Assembly, Kyoto, 1978. Bd. XII, S. 150 bis 159. Hrsg. von der UIT, Genf 1978.
- [2] NTG: Fachausschuß 17: Digitale Tontechnik im Studio. Diskussionssitzung, Berlin 4. Dez. 1979.
- [3] Gerke, P.; Bocker, P.: Das Digitale Telefonie-Netz (DTN) — ein alldigitales Fernsprechnetz für Sprach-, Daten-, Text- und Faksimilekommunikation. telecom report 2 (1979), H. 4, S. 254 bis 260.
- [4] Dietze, W.: Übersicht und Vergleich von Taktanpassungsverfahren. Nachrichtentech. Fachberichte, Bd. 42 (1972), S. 235 bis 244.
- [5] Woite, H. J.; Aßmus, U.; Bartel, W.: Die Zusammenfassung digitaler Informationsflüsse zu höherkanaligen Bündeln. fernmelde-praxis 50 (1973), Nr. 18, S. 789 bis 800.
- [6] Aßmus, U.; Bartel, W.: Digitale Multiplexverfahren und ihre Bedeutung für ein digitales Netz. Elektronik (1978), H. 6, S. 78 bis 83.
- [7] Hautsch, F.: Versuchssysteme zur Erprobung der PCM-Tonübertragung im Bereich der DBP. Taschenbuch der Fernmeldepraxis 1979, S. 13 bis 41.
- [8] Wellhausen, H. W.; Hessenmüller, H.: Grundparameter eines PCM-Nahverkehrssystems. Der Fernmelde-Ingenieur 23 (1969), Hefte 3 und 4.
- [9] Hessenmüller, H.: Schnittstellenprobleme bei der digitalen Tonsignalübertragung. Rundfunktech. Mitt. 23 (1979), S. 64 bis 67.
- [10] Hessenmüller, H.; Martin, D.: Der Schutz digital übertragener Tonsignale gegen Bitfehler und die Multiplexbildung mehrerer Kanäle. Rundfunktech. Mitt. 22 (1978), S. 165 bis 171.

## EINE MIT PARDUNEN OHNE ISOLATION VERANKERTE SENDEANTENNE

VON JINDRICH BRADAC<sup>1</sup>

Manuskript eingegangen am 8. Mai 1980

Antennentechnik

## Zusammenfassung

Die im Betrieb an der Pardunenisolierung von Lang- bzw. Mittelwellenantennen auftretenden Probleme stellen den Entwickler in dem Maße vor immer größere Schwierigkeiten, wie die Nennleistung zunimmt. Die Problematik hierbei liegt in der Tatsache, daß sich bei einem angemessenen Isolierungsaufwand Überschläge an den Isolatoren nicht vermeiden lassen, die als Folge großer elektrostatischer Spannungen im Zusammenwirken mit der HF-Spannung auftreten.

Der vorliegende Bericht beschreibt eine im Betrieb überprüfte Antennenanlage bis  $0,35\lambda$  Höhe, bei der der Antennenmast mit nicht isolierten Pardunen verankert ist. Die gemessenen Horizontal- bzw. Vertikaldiagramme dieser speziellen Antenne unterscheiden sich von denen mit isolierten Pardunen nur wenig. Es ist jedoch eine Erhöhung der Eingangsimpedanz festzustellen. Da die Ergebnisse ausschließlich bei einer Antennenhöhe bis  $0,35\lambda$  gewonnen wurden, ist es nicht zulässig, sie ganz allgemein auf beliebige Antennenhöhen anzuwenden. Es wird jedoch ein Weg aufgezeigt, wie das Problem der Pardunenisolierung für spezielle Anwendungen umgangen werden kann.

## Summary A transmitting antenna supported by uninsulated stay-wires

The problems, encountered in operation, regarding the insulation of the stay-wires of LF and MF transmitting antennas, present the designer with difficulties that increase as a function of the increase in the nominal power. In this case, the problem lies in the fact that, with a reasonable outlay for the insulation, it is not possible to prevent flash-overs at the insulators, which occur as a consequence of high electrostatic voltages in conjunction with the RF voltage.

The present report describes an antenna installation of height to  $0,35\lambda$  tested in operation, the mast-radiator of which is supported by means of uninsulated stays. The measured horizontal and vertical patterns of that special antenna differ only little from those with insulated stays. Nevertheless, a higher input impedance was measured. Because the results were obtained exclusively for an antenna height to  $0,35\lambda$ , they must not be applied, in a general manner, to any given aerial heights. The author, however, indicates a manner in which the problem of insulating the stays can be overcome for special applications.

## Sommaire Antenne d'émission supportée par des haubans non isolés

Les problèmes relatifs à l'isolation des haubans d'antennes d'émission en O.km et O.hm confrontent l'ingénieur à des difficultés qui augmentent avec la puissance nominale. Dans ce cas, le problème est dû à ce qu'il n'est pas possible, avec une isolation d'un coût raisonnable, d'empêcher les arcs aux isolateurs, qui résultent de tensions électrostatiques élevées en rapport avec la tension RF.

Cet article décrit une installation d'antenne dont la hauteur est jusqu'à  $0,35\lambda$ , essayée en fonctionnement, et dont le pylône rayonnant est soutenu par des haubans non isolés. Les diagrammes verticaux et horizontaux de cette antenne spéciale ne diffèrent que très peu de ceux qui ont été relevés avec des haubans isolés. Néanmoins, on a mesuré une impédance d'entrée plus élevée. Comme les résultats ont seulement été obtenus pour une hauteur d'antenne jusqu'à  $0,35\lambda$ , ils ne peuvent pas être généralisés à une hauteur d'antenne quelconque. L'auteur indique toutefois une manière permettant de surmonter le problème d'isolation des haubans dans des cas d'applications spéciales.

## 1. Problematik der Pardunenisolierung

Es ist eine schwierige Aufgabe, die Isolation von Pardunen zu bemessen, d. h. die Isolatoren und deren zweckmäßige Anordnung auf den Pardunen der Sendeantennen auszuwählen. Das gilt ganz besonders, wenn das Antennensystem zur Ausstrahlung großer Leistungen von 1 bis 2 MW auf mittleren und langen Wellen bestimmt ist und wenn für diese Leistung nur 1 Antennenmast – z. B. in der Form eines verankerten Unipols – verwendet wird. Es gibt nicht viele Quellen, die sich mit dieser Problematik beschäftigen, einige sind im Schrifttum unter [1] bis [6] genannt. Mit Fragen, wie die Verteilung des elektrostatischen Feldes in der Umgebung der Antenne und wie die elektrostatischen Spannungen an den Pardunenisolatoren zu berechnen sind, beschäftigt sich die Quelle [7], die in letzter Zeit oft in der Fachliteratur angeführt wird.

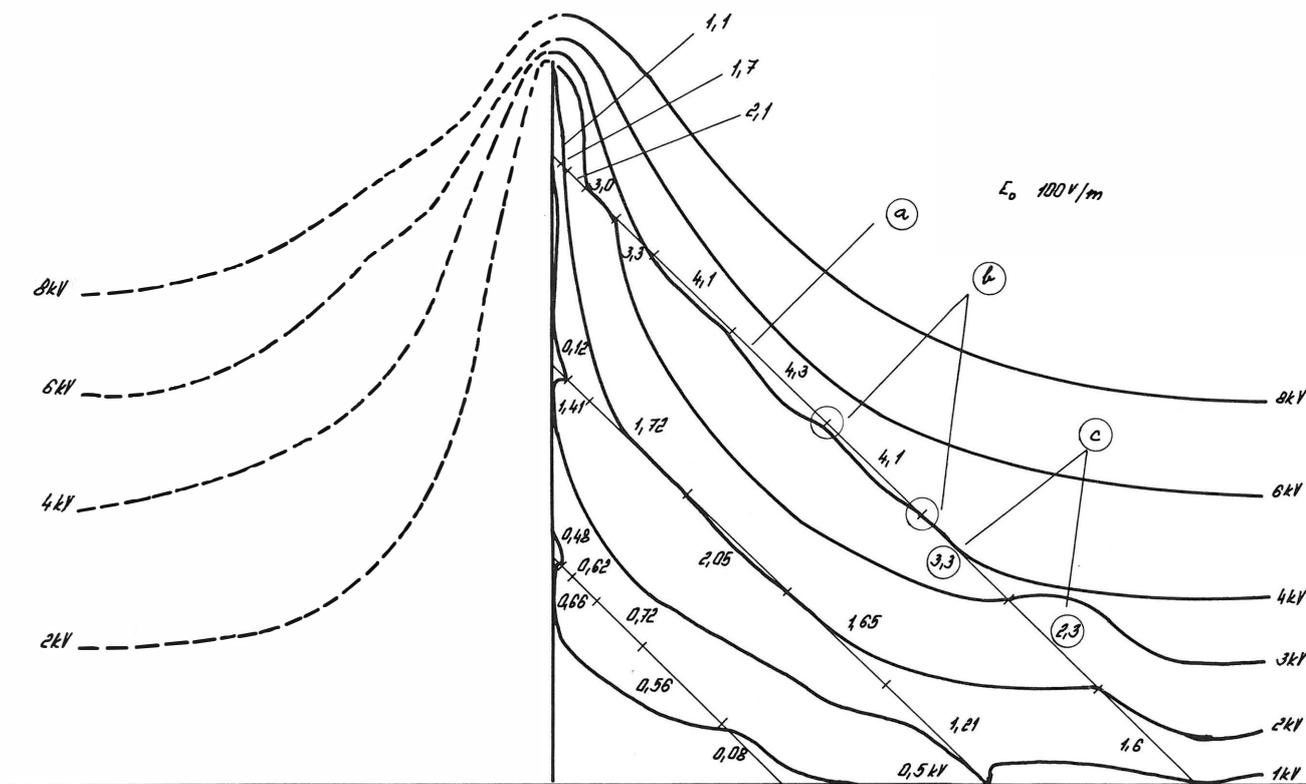
Die Feldverteilung in der Umgebung der Antenne und auch die Spannungen an den Pardunenisolatoren können auf einfache Weise in einem Modellver-

such mit Hilfe eines elektrolytischen Troges gefunden werden. Als Beispiel sind in **Bild 1** die Ergebnisse von Messungen an einem Antennenmodell – die tatsächliche Höhe der Antenne beträgt 187 m – dargestellt, und zwar die Verteilung des elektrostatischen Feldes längs der Pardunenabschnitte und die daraus abzuleitenden elektrostatischen Spannungen an den Isolatoren. Hierbei ist in **Bild 1** (links) das Feld nur durch den Mast und in **Bild 1** (rechts) durch Mast und Pardunen gestört. Der Feldgradient betrug  $E_0 = 100 \text{ V/m}$ .

Aus den Berechnungen und Messungen ergibt sich, daß vor einem und während eines Gewitters, wenn der Feldgradient die Werte von 3, 5, 10 und mehr kV/m erreicht, die elektrostatischen Spannungen zusammen mit der Hochfrequenzspannung an den Isolatoren auf einige hundert kV anwachsen und Überschläge auf den Funkenstrecken der Isolatoren sowie Lichtbögen an den Isolatoren verursachen können. In solchen Fällen sprechen empfindliche Schutzvorrichtungen an und bewirken kurzzeitiges Aus- und Wiedereinschalten der Sender.

Die Schutzvorrichtungen arbeiten entweder auf Reflektometerbasis oder sie sind empfindlich für die ultraviolette Strahlungen, die durch den brennenden

<sup>1</sup> Dr. Jindřich Bradáč ist bei TESLA-HLOUBETIN, Prag, mit der Herstellung von Rundfunk- und Fernsehsenderantennen beschäftigt.



**Bild 1**

**Verteilung des elektrostatischen Feldes an einer 187 m hohen Antenne**

Das elektrostatische Feld ist nur durch den Mast gestört, der Einfluß der Pardunen ist nicht berücksichtigt

Das elektrostatische Feld ist durch den Mast und die Pardunen gestört

- a: Pardunenabschnitt
- b: Pardunenisolatoren
- c: Angaben über elektrostatische Spannungen auf Abschnitten der Pardunen bei dem Gradienten  $E_0 = 100 \text{ V/m}$

Lichtbogen an dem Isolator hervorgerufen werden. Ist die Anzahl der Senderein- und -ausschaltvorgänge groß, wird der Empfang des Senders beeinträchtigt und die Qualität der Sendung ist schlecht. Als Beispiel werden die Aufzeichnungen aus dem Betriebsraum eines Senders angeführt, der mit höherer Leistung (etwa 1 MW) eine Rundstrahlantenne einspeist. Die Antenne von 187 m Höhe ist in 3 Pardunenebenen abgespannt.

**1978**

Monat	1	2	3	4	5	6
Anzahl der Ausschaltungen	12	11	27	629	362	3547

Monat	7	8	9	10	11	12
Anzahl der Ausschaltungen	2780	1176	242	146	35	34

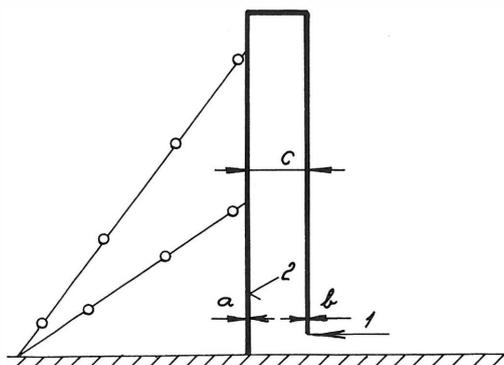
**1979**

Monat	1	2	3	4	5	6
Anzahl der Ausschaltungen	11	7	68	180	1050	5246

**Tabelle 1**

Anzahl der kurzzeitigen Senderausschaltungen  
(Januar 1978 bis Juni 1979)

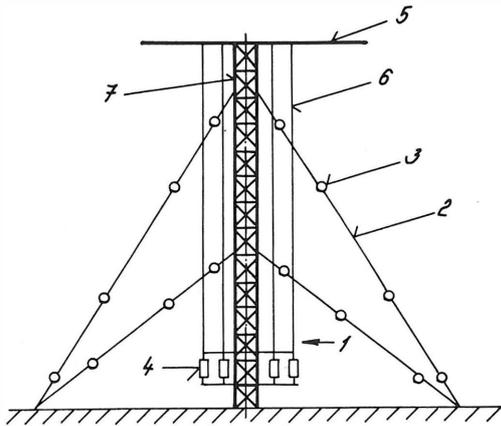
Trotz zweckentsprechender Bemessung der Pardunenisolations kann die Anzahl der Überschlüge an den Isolatoren und der sich dadurch ergebenden kurzzeitigen Unterbrechungen der Sendung bedeutend anwachsen, wenn die Auswertung des Feldgradienten an den Stellen, an denen sich die Isolatoren im Feld befinden, fehlerhaft ist. Darüber hinaus müssen Isolatoren gewartet und von Zeit zu Zeit ausgetauscht werden. Falls die Schutzvorrichtungen



**Bild 2**

**Prinzip eines Faltunipols**

- 1: HF-Eingang
- 2: geerdeter Teil des Unipols



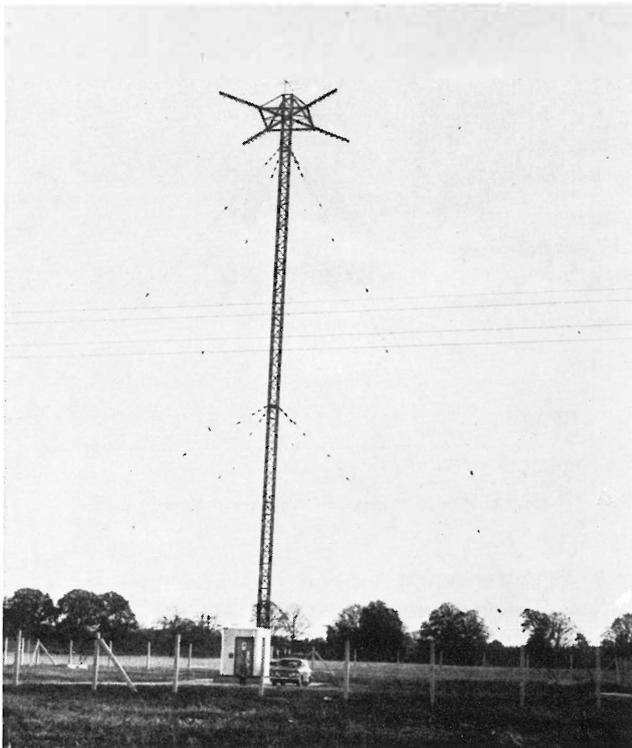
**Bild 3**

Nach dem Prinzip eines Faltunipols arbeitende Antenne

- |   |   |
|---|---|
| 1: HF-Eingang   | 5: Verlängerungskapazität                             |
| 2: Pardunen   | 6: zu dem geerdeten mittleren Leiter parallele Leiter |
| 3: Pardunenisolatoren                                 | 7: mittlerer Leiter (Mast)                            |
| 4: Zugisolatoren in üblicher kommerzieller Ausführung |   |

versagen, besteht die Gefahr, daß an den Antennen Schäden auftreten. Anders gesagt, das Problem der Pardunenisolation hat bereits manchen Entwerfer von Sendeantennensystemen das Fürchten gelehrt, und das wird noch öfter geschehen, besonders beim Betrieb von Rundstrahlantennen mit hohen Leistungen.

Wenn die Leistung über 2 MW erhöht wird, fragt es sich, ob mit den gegenwärtigen technischen Möglichkeiten die Pardunen der Sendeantennen noch isoliert werden können.



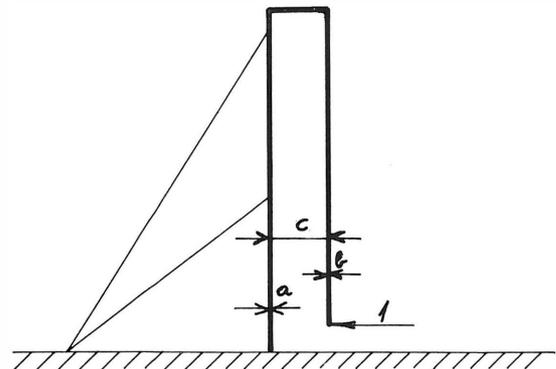
**Bild 4**

Fotografische Aufnahme der Antenne nach Bild 3 in Betrieb

**2. Alternativen**

Einen Ausweg könnten zum Beispiel freistehende Türme bieten, bei denen darüber hinaus eine Regelung der Strombelegung einfacher möglich ist. Freistehende Türme können jedoch nicht in allen Fällen verwendet werden, da sie teuer sind und mit zunehmender Antennenhöhe eine immer robustere Ausführung verlangen.

Es stellt sich daher die Frage, ob auch Antennen, die nach einem anderen als dem klassischen Prinzip arbeiten, verwendet werden könnten. Eine Lösung wären z. B. Wendelantennen in freistehenden Glaslaminatzylindern. Eine Wendelantenne mit großem Verhältnis von Zylinderlänge zu -durchmesser wirkt als Rundstrahlantenne mit einem Strahlungsmaximum senkrecht zu ihrer Längsachse. Bei einer doppelt gewickelten Spirale kann ein Verkürzungsfaktor von 4 bis 6 und ein guter Wert des Strahlungswiderstandes erzielt werden. Glaslaminatzylinder von z. B. 2 m Durchmesser und 22 m Länge, wie man sie zum Aufhängen von Antennensystemen für die Fernsehbereiche IV und V verwendet, werden laufend hergestellt und brauchen keine Pardunen.



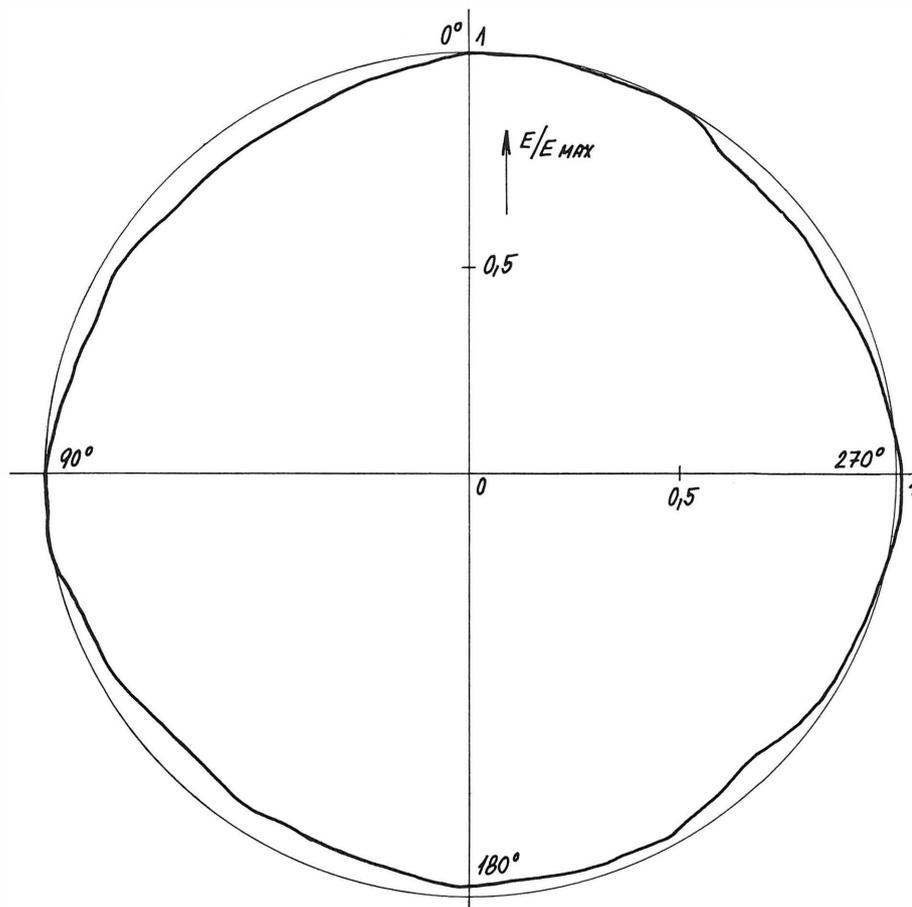
**Bild 5**

Prinzip einer Antenne in Faltunipolform mit nicht isolierten Pardunen und äquivalentem Ersatzdurchmesser

Seit einiger Zeit werden Antennen auch mittels Pardunen aus nichtmetallischen Werkstoffen (Parafil-Pardunen) verankert. Eine derartige Antenne, die mit der Leistung von 400 kW arbeitet, ist seit mehreren Jahren in der CSSR in Betrieb.

**3. Eine MW-Antenne mit nicht isolierten Pardunen**

Eine weitere Möglichkeit, das Isolationsproblem der Pardunen zu umgehen, ergibt sich bei Verwendung eines geerdeten Reusen-Unipols, der nach dem Prinzip eines Faltunipols arbeitet und dessen geerdeter mittlerer Leiter von nicht isolierten Pardunen abgespannt ist. Ein Faltunipol, bei dem die Pardunen noch isoliert sind, ist in Bild 2 dargestellt. Als Prinzipdarstellung einer Reusenantenne, auch noch mit Isolatoren, kann die Antenne in Bild 3 betrachtet werden. Ihr mittlerer Leiter ist geerdet, während z. B. 8 Leiter parallel zu ihm als Reuse geführt werden. Die Antenne in Bild 3 hat auf ihrer Spitze eine Verlängerungskapazität; Bild 4 zeigt eine praktische Ausführungsform dieser Antenne in Betrieb. Sie ist 37,5 m hoch und wird mit einer Leistung von 1 kW gespeist. Bei dieser Höhe ist sie – unter Berücksich-



**Bild 6**

Horizontaldiagramm der Antenne nach Bild 5 mit nicht isolierten Pardunen

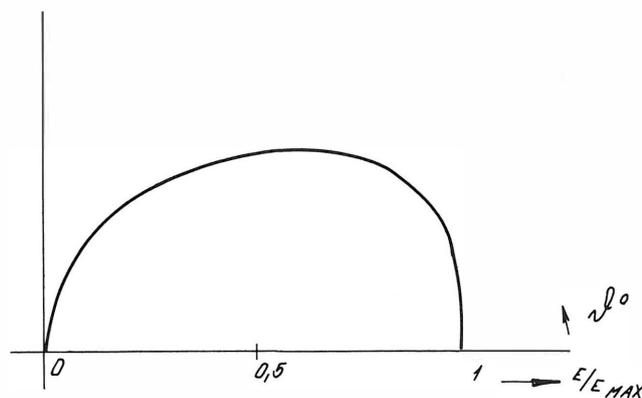
tigung der Verlängerungskapazität – für Frequenzen von 1485, 1584 und 1602 kHz (Frequenzen für Sender kleiner Leistung, Genf 1975) geeignet. Diese Antenne hat folgende Vorteile: Sie hat keinen Fußpunktisolator, damit ist der mittlere Leiter dauernd geerdet, so daß auf der Antennenspitze z. B. eine Empfangsantenne für Fernbedienungsbefehle (Sender ein- und ausschalten) und für die Modulationsübertragung (Ballempfang) vorgesehen werden kann. Wenn die Antenne in der Nähe eines Flugplatzes aufgestellt ist und Warnbefeuern erforderlich ist, braucht sie im Fuß weder eine Beleuchtungsdrossel noch einen Trenntransformator.

Wenn wir bei der Antenne nach **Bild 3** den geerdeten Leiter durch einen Zylinder mit dem äquivalenten Durchmesser  $a$  ersetzen, läßt sich eine prinzipielle Darstellung erhalten (siehe **Bild 5**), bei welcher der geerdete Leiter mit Pardunen ohne Isolatoren verankert ist und der Wert der Eingangsimpedanz von den Abmessungen  $a$ ,  $b$ ,  $c$  abhängt. Die Pardunen ohne Isolatoren sind in vier Richtungen abge-spannt, sie greifen in zwei Höhen an den vier Ecken des Gittermastes mit viereckigem Querschnitt an.

An einem Modell dieser Antenne wurden die Eingangsimpedanz und die Strahlungseigenschaften gemessen. **Bild 6** stellt das gemessene Horizontaldiagramm, **Bild 7** das Vertikaldiagramm dar. Vertikaldiagramme wurden sowohl in Richtung der Pardunen als auch in Richtung zwischen den Seilen der Par-

dunen gemessen. Die Meßergebnisse zeigten keine wesentlichen Unterschiede.

Im Jahre 1979 haben wir mit der praktischen Überprüfung der beschriebenen, mit Pardunen ohne Isolatoren verankerten Antenne begonnen. Die Antenne wurde mit einem 1-kW-Sender gespeist. Die Meßwerte der Eingangsimpedanz der mit isolierten Pardunen und der mit nicht isolierten Pardunen verankerten Antenne sind in **Bild 8** gegenübergestellt. Bei der Antenne nach dem Prinzip von **Bild 5** gibt es bisher noch einige Einschränkungen, die darin be-



**Bild 7**

Vertikaldiagramm der Antenne nach Bild 5 mit nicht isolierten Pardunen

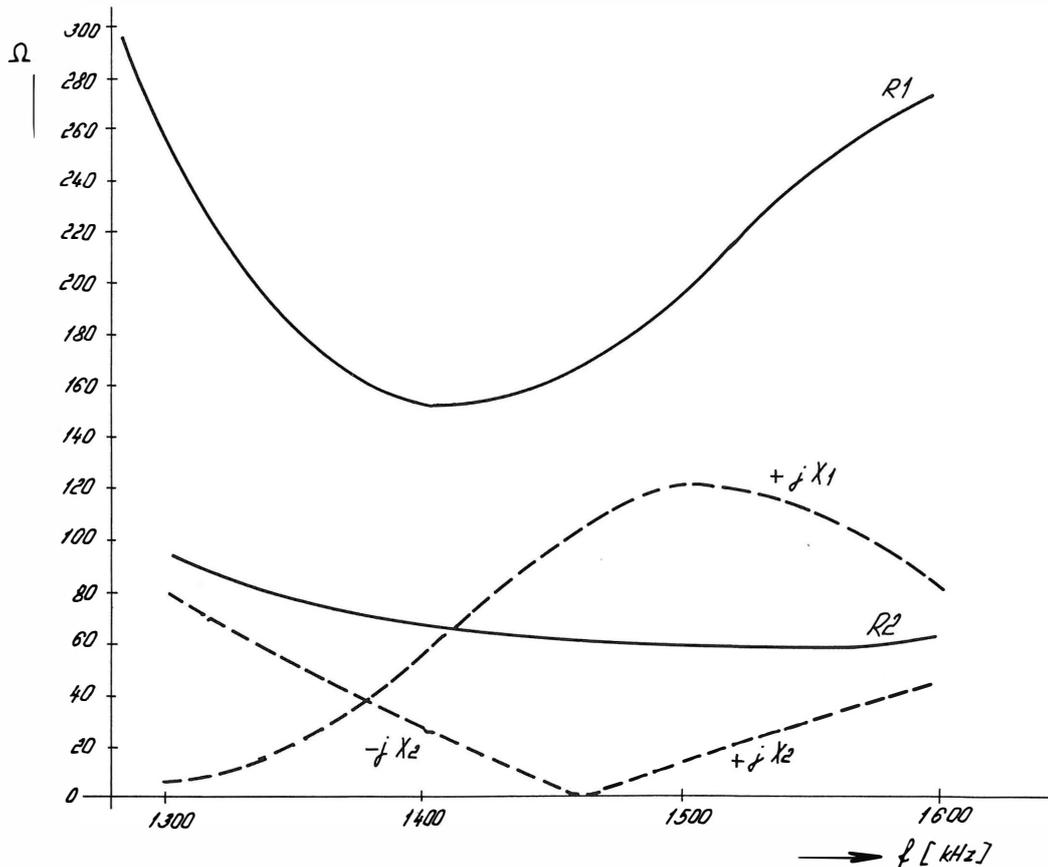


Bild 8

Gemessene Werte der Eingangsimpedanz (Serienkomponente)

 $R_1, X_1$ : Antenne mit nicht isolierten Pardunen $R_2, X_2$ : Antenne mit isolierten Pardunen

stehen, daß der Impedanzverlauf nur dann geeignete Werte aufweist, wenn die Höhe der Antenne zwischen den Grenzen  $0,18$  und  $0,35 \lambda$  liegt.

#### 4. Schlußbemerkungen

Es ist ein spezielles Antennensystem für MW-Betrieb untersucht worden, bei dem auf die Isolation der Pardunen verzichtet wurde. Die am Modell gemessenen Ergebnisse konnten an einem in der Praxis aufgebauten System überprüft werden. Es zeigte sich, daß die geerdeten nicht isolierten Pardunen bei einem  $0,2$  bis  $0,35 \lambda$  hohen Monopol das Strahlungsdiagramm wenig beeinflussen. Die Eingangsimpedanz eines solchen Strahlers weist dagegen eine starke Änderung gegenüber dem isolierten Fall auf (siehe Bild 8). Durch geeignete Transformationsglieder kann für den speziellen Fall diese Eingangsimpedanz-erhöhung kompensiert werden. Eine Lösung, die sich für den gesamten Mittelwellenbereich und für die dort meist verwendeten Antennen mit einer Höhe von etwa  $0,56 \lambda$  (Antifading-Antenne) verallgemeinern läßt, konnte bisher nicht gefunden werden.

Positiv an der vorliegenden Lösung ist es jedoch, daß es – wenn auch nur an einem speziellen Beispiel – in der Praxis gelungen ist, das mit nicht isolierten Pardunen verankerte Antennensystem vom Gesichtspunkt der Impedanzen und Strahlungseigenschaften

aus zu überprüfen. Damit ist Anlaß zu weiterem Experimentieren auf diesem Gebiet gegeben.

#### SCHRIFTTUM

- [1] Brown, G. H.: A Consideration of the Radio Frequency Voltages Encountered by the Insulating Materials of Broadcast Towers. Proc. of the I.R.E., Vol. 27 (1939), S. 566 bis 578.
- [2] Metrikin, A. A.: Determination of the Voltage Encountered on Guy Insulators of Antenna Mast Guy Cables. Radiotekhnika, 1949, Nr. 6, S. 59 bis 62 (russisch).
- [3] Braude, B. V.: Theoretical Approach to the Calculation of the Voltage Encountered on the Guy Insulators Attached to the Antenna Mast Guy Cables. Radiotekhnika, 1946, Band 1, Nr. 7 bis 8 (russisch).
- [4] Bradáč, J.: Calculation of guy insulators distribution along the guy cables of vertical broadcasting transmitter antennas. TESLA Electronics (1972), Nr. 3, S. 73 bis 80.
- [5] Bruger, P.: Pardunenisolierung der Mittelwellenantenne Langenberg des Westdeutschen Rundfunks. Rundfunktech. Mitt. 13 (1969), S. 235 bis 243.
- [6] Bruger, P.; Waniewski, B.: Pardunenisolierung von MW- und LW-Antennen. Rundfunktech. Mitt. 22 (1978), S. 172 bis 178.
- [7] Surutka, J. V.; Velickovic, D. M.: Static voltage on the guy insulators of m.f. and l.f. broadcast tower antennas. The Radio and Electronic Eng. 43 (1973), S. 744 bis 750.
- [8] James, J. R.; Henderson, A.: Investigation of Electrically small VHF and HF Cavity-Type Antennas. IEE Conf. Publ. 169: Antennas and Propagation. Part 1, Antennas. 28. bis 30. Nov. 1978, London, S. 322 bis 326.

## PHANTOMKREIS-SIGNALISIEREINRICHTUNG

### 1. Einleitung

Die nachfolgend beschriebene Einrichtung ermöglicht eine optische Signalisierung (z. B. durch Rotlicht) über eine von einem dynamischen Mikrofon gespeiste Modulationsleitung. Das Signal kann in beiden Richtungen gegeben werden, und das Gerät kann problemlos in eine vorhandene Mikrofonleitung eingeschleift werden.

### 2. Wo besteht Bedarf an einer solchen Einrichtung?

In Tonstudios und ähnlichen Einrichtungen, z. B. Synchronstudios, ist eine Lichtsignalanlage unentbehrlich und überwiegend fest installiert. Im mobilen Ü-Wagenbetrieb dagegen ist eine Lichtsignalanlage schon aufwendiger. Sie wird hier meist mit einem zweiten Kabel einem Mikrofon zugeordnet oder über ein mehradriges Mikrofonkabel mitgeführt, was für festgelegte Interviewplätze ohne Bedeutung ist. Auf größeren Veranstaltungen, die oft live gesendet werden, mischen sich die Reporter gerne unter die Beteiligten. In diesem Falle ist ein Minimum an Kabel zwischen Reporter und Tonregie gerade noch geduldet, d. h., der mit einem dynamischen Mikrofon ausgerüstete Reporter ist für die Tonregie bei Sichtverbindung nur noch durch Handzeichen erreichbar.

Im Studiobetrieb kommt es immer wieder vor, daß ein zusätzliches Kommunikationsmittel zwischen der Tonregie und einem Kommentator gebraucht wird. Dies kann eine Lichtsignalanlage sein, die in beiden Richtungen eine

Signalisierung erlaubt. Bei Großveranstaltungen, die durch die vielen Beteiligten einen hohen Platzbedarf haben, bereitet die Verlegung der erforderlichen Kabelverbindungen beträchtliche Schwierigkeiten, ebenso die Einrichtung von Interviewecken für die Gesprächspartner.

### 3. Technische Lösung beim Sender Freies Berlin (SFB)

Für diese Fälle wurde beim SFB ein Hilfsmittel entwickelt, das die Lichtzeichensignalisierung über das Modulationskabel des Mikrofons erlaubt und in jede Mikrofonleitung problemlos eingeschleift werden kann.

Für die Reporterseite wurde in das Gehäuse eines MD 421-Sennheiser-Mikrofons zusätzlich eine rote LED-Kette für den Empfang des aus der Tonregie kommenden Lichtsignals eingebaut. Ferner wurde noch eine Taste zur Signalgabe in Richtung Tonregie an einer ergonomisch günstigen Stelle des Mikrofongehäuses angebracht. Lichtsignalgerät, Ruftaste und Mikrofon bilden somit eine Einheit, die wie jedes andere dynamische Mikrofon auf das Mikrofonkabel adaptiert werden kann.

#### 3.1. Signalisierung vom Toningenieur zum Reporter

In der Tonregie, in einem Gehäuse zusammengefaßt, befinden sich die Spannungsquelle, die Ruftasten und die Signalempfänger (LED, Glühlampe oder Summer), und zwar in den Mikrofonwegen, die für eine Lichtsignal-kommunikation ausgewählt wurden. Diese Einrichtung wird zwischen dem ankommenden Mikrofonkabel und

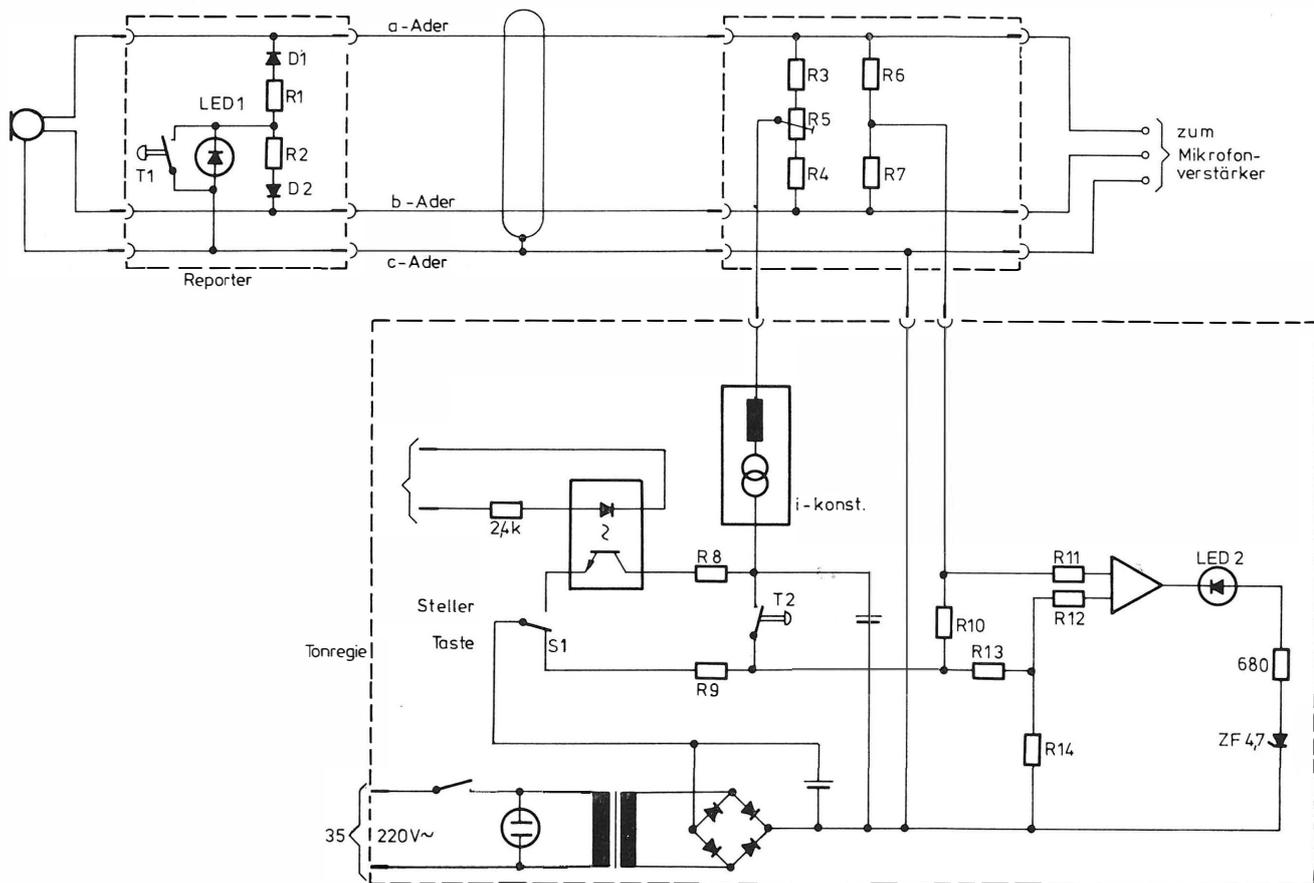


Bild 1  
Funktionsschaltbild

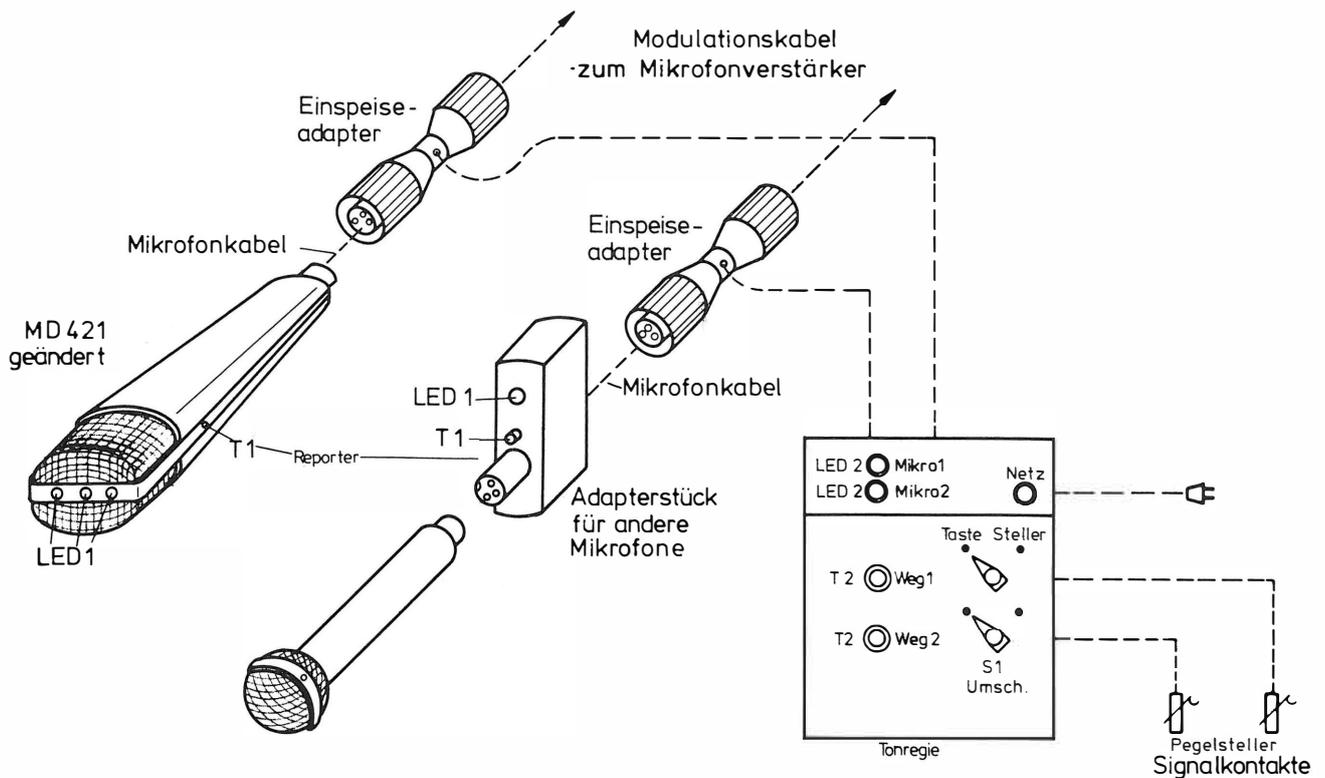


Bild 2

Beispiel für eine Phantomkreis-Signalisierereinrichtung

dem Mikrofonverstärkeranschluß mittels eines Adapterstückes z. B. im Kabeltrommelteil eines Ü-Wagens oder am Verstärkergestell der Tonregie eingeschleift. Mittels eines Umschalters kann jeder Tastenkontakt auf den Rotlichtkontakt des entsprechenden Pegelstellers geschaltet werden, so daß die Offen-Stellung des Pegelstellers dem Reporter auch auf diese Weise mitgeteilt werden kann und ihn zur Aktivität auffordert.

Der Funktion dieser Einrichtung liegt das Prinzip des Phantomkreises zugrunde. Die Mikrofonleitung wird für diese Einrichtung als Zweidrahtleitung aufgegliedert, wobei die a- und b-Ader für einen Leitungszweig und der Schirm dieses Kabels für den anderen Zweig benutzt wird.

Nach dem Funktionsschaltbild (Bild 1) wird im Speiseteil eine gesieberte Gleichspannung von 15 V aus dem Netz gewonnen. Das positive Potential wird über eine Steckverbindung der c-Ader (Schirm) des Modulationskabels zugeführt. Im Tastenteil (siehe Bild 2) der Reporterseite liegt das positive Potential an der Anode von LED 1. Die Kathode dieser LED 1 liegt symmetrisch zwischen zwei 5,6-k $\Omega$ -Widerständen R 1 und R 2, die über je eine Diode D 1 und D 2 die Modulationsadern a und b verbinden und somit die elektrische Mitte bilden. Die Tauchspule des angeschlossenen Mikrofons bleibt daher potentialfrei. Als Rückleitung für das Lichtsignal im Tastenteil werden die Modulationsadern a und b verwendet. Im Einspeiseadapter wird das Potential über R 3 und R 4 (je 5,6 k $\Omega$ ) symmetrisch zur Mitte abgegriffen und über eine elektronische Drossel dem Arbeitskontakt der Taste T 2 im Speiseteil zugeführt. Die Wurzel der Taste T 2 liegt über den Widerstand R 9 (1,2 k $\Omega$ ) und den

Umschalter S 1 am negativen Potential des Gleichrichters. Wird der Kontakt der Taste T 2 im Speiseteil geschlossen, so leuchtet die LED 1 im Tastenteil der Reporterseite. Dies ist der Lichtruf des Toningenieurs für den Reporter.

### 3.2. Signalisierung vom Reporter zum Toningenieur

Im umgekehrten Fall, also Lichtruf des Reporters für den Toningenieur, wird der Arbeitskontakt der Taste T 1 an der Mikrofonseite betätigt. Diese Taste überbrückt die LED 1 im Tastenteil, d. h., das an der c-Ader des Modulationskabels liegende Potential (positiv) wird über Widerständen R 1 und R 2 (je 5,6 k $\Omega$ ) gebildeten elektrischen Mitte zugeführt und symmetrisch über die Modulationsadern a und b zum Einspeiseadapter geschaltet. Über R 6 und R 7 (je 1,2 M $\Omega$ ) erfolgt hier symmetrisch der Abgriff und über eine Steckverbindung die Weiterleitung zu den Eingängen eines Operationsverstärkers im Speiseteil in der Tonregie. Der durch die Betätigung der Taste T 1 erzeugte Spannungsabfall an R 10 (1 M $\Omega$ ) schaltet den Operationsverstärker durch, und die an dessen Ausgang liegende LED 2 leuchtet. Das Potentiometer R 5 (100  $\Omega$ ) gestattet einen Abgleich für das Fremdspannungsminimum, das zwischen -110 dB und -115 dB liegt.

### 3.3. Schlußbemerkung

Der Schalter S 1 gestattet die Umschaltung auf den Stellerkontakt des entsprechenden Mikrofonkanals. Ein Optokoppler trennt das Potential der Signalspannung der Tonregie von der Phantomkreis-Signalisierereinrichtung.

Michael Bastian, Harry Parnemann  
 Sender Freies Berlin

## DAS NEUE FUNKHAUS DER DEUTSCHEN WELLE

### 1. Einleitung

Die Deutsche Welle begann 1953 ihre Sendungen im Auftrag der ARD, und sie entwickelte sich relativ langsam, dafür aber stetig. Als sie 1961 durch Bundesgesetz eine eigenständige Anstalt des öffentlichen Rechts wurde, gab es drei wesentliche Ziele:

1. Ausbau des Sendernetzes
2. Errichtung eines Funkhausprovisoriums
3. Planung bzw. Errichtung eines Funkhauses.

Die Senderkapazität ist in der Zwischenzeit um den Faktor 6 gewachsen (in der Leistung sogar um den Faktor 16) und entspricht heute fast den vor 20 Jahren gefaßten Vorstellungen.

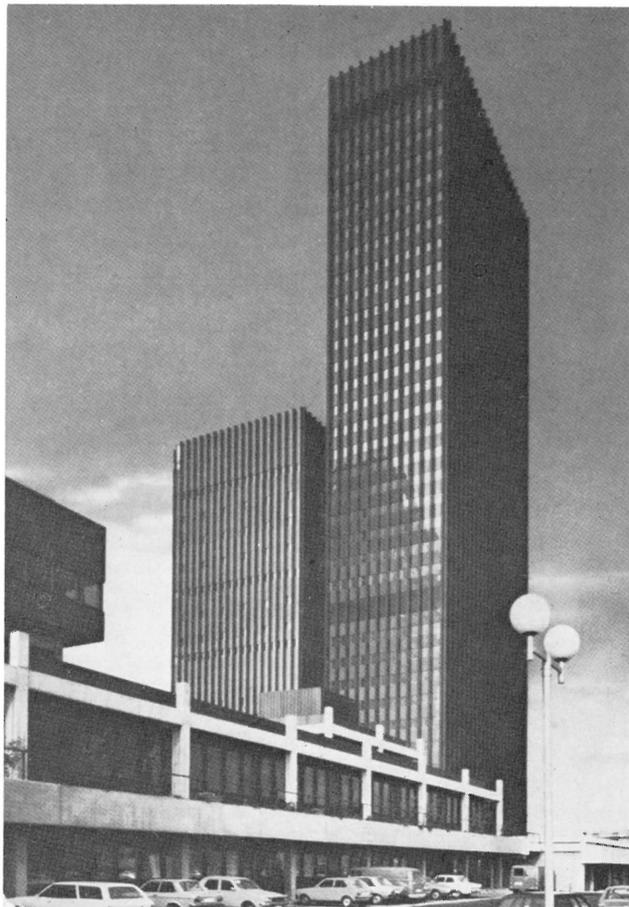
Das Funkhausprovisorium wurde im Jahre 1962 in der Kölner Brüderstraße in einem Bürohaus mit 25 Kleinstudios in einer sechsmonatigen Bau- und Installationszeit errichtet. Diese Anlagen wurden in der Zwischenzeit zwar entsprechend der technischen Entwicklung modifiziert, aber nicht wesentlich erweitert, weil die Raumkapazität fehlte. Im Laufe der Zeit wurden zusätzliche Bürogebäude gemietet, um die steigende Anzahl von Mitarbeitern unterzubringen. Die zu geringe Studiokapazität und die relativ großen Entfernungen der einzelnen nur gemieteten Gebäude zum Funkhaus Brüderstraße führten naturgemäß zu erheblichen Friktionen und Beeinträchtigungen. Das Provisorium war ursprünglich für einen Zeitraum von etwa 5 Jahren vorgesehen, und so begannen schon Anfang der 60er Jahre die Planungen für ein neues Funkhaus. Es dauerte dann jedoch bis zum Jahre 1968, ehe ein geeignetes Grundstück gefunden werden konnte. Es liegt in der Kölner Südstadt am Raderberggürtel und ist etwa 50 000 m<sup>2</sup> groß. Nach umfangreichen Vorplanungen wurde 1969 ein Architektenwettbewerb ausgeschrieben. Im März 1970 entschied sich das Preisgericht für den Entwurf des Architektenteams Adams/Hornschuh/Türler. Zur Reduzierung des finanziellen Aufwandes waren in den nächsten Jahren Umplanungen notwendig, und so dauerte es bis zum 28. März 1974, ehe der erste Spatenstich getan werden konnte. Die Bauarbeiten begannen am 3. März 1975, Richtfest war am 24. Mai 1977 nach der Fertigstellung des Rohbaues. Im Laufe des Monats Oktober 1980 ziehen die Mitarbeiter der Deutschen Welle ins neue Funkhaus um, seit 19. Oktober erfolgt von dort die Sendeabwicklung (**Bild 1**).

Das neue Funkhaus hat ein Volumen von 397 000 m<sup>3</sup> und wird insgesamt etwa 322 Mio. DM kosten. Davon entfallen ungefähr 45 Mio. DM auf die Klimatechnik, 28 Mio. DM auf die rundfunktechnischen Einrichtungen – weiterhin werden für annähernd 12 Mio. DM Geräte und Anlagen aus dem alten Funkhaus mitübernommen – und 28 Mio. DM auf die Kommunikationseinrichtungen. Es ist ausgelegt für einen Personalstand von 1600 Mitarbeitern, einschließlich aller im Schichtdienst Tätigen.

### 2. Architektur und Baukonstruktion

Der Neubau der DW befindet sich im Süden Kölns in einer verkehrsmäßig und städtebaulich markanten Lage. Die Bebauung an diesem exponierten Standort mit den Hochhäusern der Deutschen Welle und dem unmittelbar daneben gelegenen Deutschlandfunk wird der Städteingangssituation gerecht und kündigt architektonisch die nahe City an (**Bild 2**).

Von der Nutzung und Funktion her gliedert sich der Neubau der Deutschen Welle in zwei Komplexe:



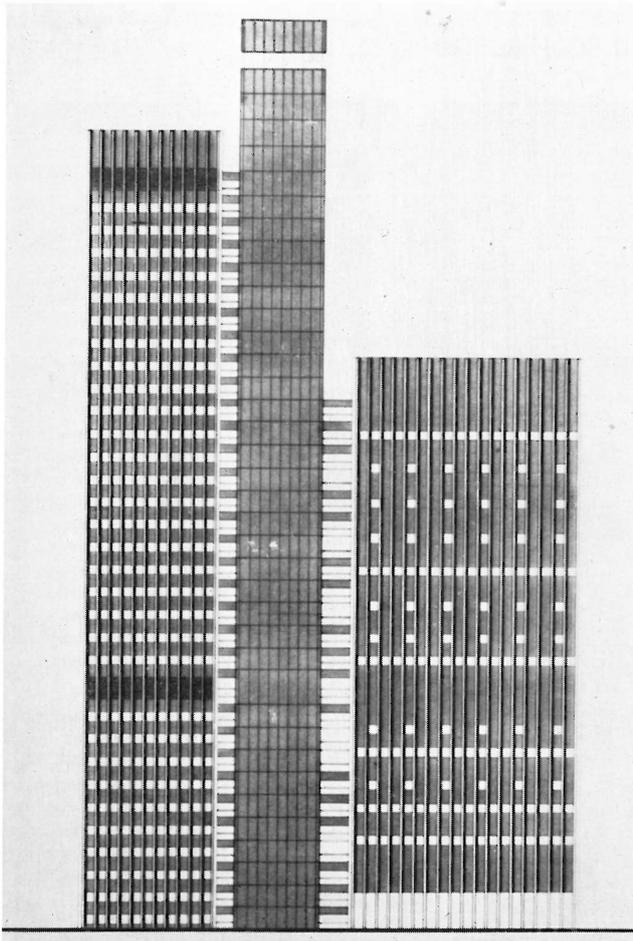
**Bild 1**

Das neue Funkhaus

- in eine Hochhausgruppe, bestehend aus 3 Türmen unterschiedlicher Höhe und
- in ein am Fuß der Türme sich ausbreitendes Basisbauwerk.

Im architektonischen Entwurf werden 6 Bauteile unterschieden:

1. der 85 m hohe Studioturm mit quadratischem Grundriß von 32 m Seitenlänge und unterschiedlichen Geschosshöhen. Hier sind alle Hörfunk- und Fernsehstudios mit den dazugehörigen Nebenräumen untergebracht;
2. der 118 m hohe Büroturm mit rechteckigem Grundriß von 36 m x 19 m Seitenlänge. Hier sind alle Redaktionen und der gesamte administrative Bereich angesiedelt;
3. der 138 m hohe Aufzugsturm mit rechteckiger Grundfläche von 12 m x 10 m als verbindendes Element zwischen Studio- und Büroturm;
4. der Schulungspavillon als eingeschossiger Baukörper oberhalb des Basisbauwerks mit einem quadratischen Grundriß von 32 m x 32 m. Hier werden ausländische Praktikanten sowohl auf dem technischen als auch auf dem journalistischen Sektor ausgebildet;
5. der Eingangsbereich, ebenfalls nur eingeschossig als verbindendes Glied zur Nachbaranstalt Deutschlandfunk;



**Bild 2**  
Seitliche Ansicht des Funkhauses

6. das Basisbauwerk, bestehend aus einem Gartengeschloß sowie aus einem 1. und 2. Basisgeschoß mit einer Grundfläche von 150 m x 130 m. Hier ist der gesamte sekundäre Dienstleistungsbereich angeordnet.

Wegen der Hochhausbauweise mit einer weitgespannten Deckenkonstruktion einerseits und dem gewünschten äußeren Erscheinungsbild mit schlanken Stützenabmessungen andererseits wurde als Tragsystem für Büro- und Studioturm eine leichte Stahlskelettkonstruktion gewählt. Sie besteht aus Stahlstützen und Stahldeckenträgern mit Ortsbetondeckenplatten, wobei die Stabilität durch einen inneren Betonkern erreicht wird.

Der Aufzugsturm ist ein reines Ingenieurbauwerk und wurde in Stahlbetonmassivbauweise mit Gleitschalung hergestellt. Das Basisbauwerk besteht ebenfalls aus Stahlbeton, wobei die Decken als kreuzweise bewehrte Platten auf Stahlbetonbalken konzipiert sind. Es ist durch mehrere Bauwerksfugen in verschiedene Bauabschnitte unterteilt, um Zwängungskräfte zu reduzieren, die infolge unterschiedlicher Setzungen zwischen Hochhäusern und Flachbereichen einerseits oder infolge Temperatur, Schwinden und Kriechen andererseits die Konstruktion belasten.

Erwähnenswert ist noch die Kopplung der getrennt voneinander hochgezogenen Türme im 31. bzw. 21. Obergeschoß. Die Koppelkräfte werden dabei durch 40 cm dicke, schlaff bewehrte Ortsbetonplatten übertragen, die allseitig starr, d. h. biege- und torsionssteif sowie druck- und zugfest mit den anschließenden Geschoßdecken der jeweiligen Türme verbunden worden sind. Die Notwen-

digkeit dieser konstruktiven Maßnahme ergab sich durch die großen Verformungen der ungekoppelten Einzelbauwerke infolge unterschiedlichen Schwingungsverhaltens der Türme durch Winddruck, Sog und Temperaturunterschiede.

Die Außenanlagen wurden durch einen Gartenarchitekten künstlerisch gestaltet und sehen im Wechsel Grünflächen, gepflasterte Gehwege und betonierte Fahrstraßen vor. Ein großer Teil des Geländes wird bepflanzt, um die Lärm- und Staubschutzwirkung, vor allem an öffentlichen Verkehrswegen, zu erhöhen.

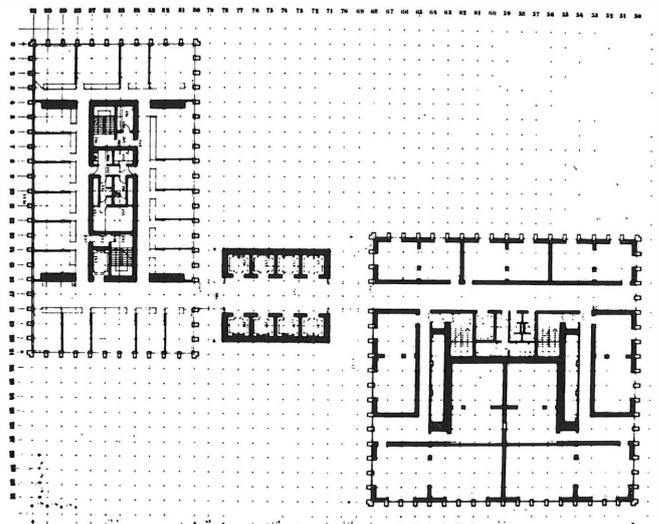
Entsprechend den Hochhausbestimmungen sind scharfe Auflagen der Feuerpolizei für den Bau der Türme an allen Konstruktionsgliedern gemacht worden. Die Ausführung erfolgte gemäß den Brandschutzklassen F 90 bzw. F 120. Auch beim gesamten Innenausbau wurde den erhöhten Brandschutzbestimmungen Rechnung getragen. Alle Raumtrennwände wurden in Leichtbauweise aus doppelt beplankten Gipskartonplatten gemäß F 60 ausgeführt.

Die Schrankwände als Raumbegrenzung zum Flur hin sind kunststoffbeschichtete Sandwichelemente, die zwischen farbig lackierten Stahlblechstützen eingesetzt sind und ebenfalls F 60 entsprechen. Aufgrund verschärfter Wärmeschutzbestimmungen sind alle Fensterflächen 3fach verglast worden. Sie erreichen dabei einen K-Wert von 1,8.

Der Neubau der Deutschen Welle kann für sich in Anspruch nehmen, „das Funkhaus der kurzen Wege“ genannt zu werden, da alle Redaktionsräume direkt den jeweiligen Studios zugeordnet sind, die häufig auf der gleichen Etage liegen (Bild 3). Ein weiterer entscheidender Vorteil der architektonischen Konzeption liegt in der natürlichen Belichtung fast aller Räume.

Entsprechend dem äußeren Erscheinungsbild der farbigen Hochhäuser wurde auch im Innern die Idee einer farbigen Architektur verwirklicht. Dabei behält der Studioturm seinen vorwiegend gestalteten Rot-Charakter, beim Büroturm dagegen herrscht der Blau-Charakter vor. Die Farbe Schwarz ist verbindendes und vermittelndes Element sowohl außen am Aufzugsturm und an den Fassadenstützen als auch innen an Stützenverkleidungen, Türen und Schrammborden.

Den Architekten ist beim Neubau der DW ein Entwurf gelungen, der ein funktionelles Maximum mit einer optimalen inneren und äußeren Gestaltung vereinigt.



**Bild 3**  
Grundriß einer Funkhaustage

### 3. Raum- und Bauakustik

Für den Studioausbau sind besondere Auflagen gemacht worden, die den Hochhausbestimmungen für feuerbeständige Bauteile Rechnung tragen müssen. Damit wird eine bisher vielfach übliche Studiobauweise mit Holzverkleidung aus. Zur Erzielung optimaler Nachhallzeiten im gesamten Sprachfrequenzspektrum sind Blechkonstruktionen entwickelt worden, die den Auflagen gerecht werden. Bedingt durch den Hochhauscharakter mußte außerdem eine Bauweise gewählt werden, die möglichst leicht ist und gleichzeitig mit Sicherheit ausreichend gute Schalldämmwerte erreicht.

Die akustischen Anforderungen eines Rundfunkstudios sind nur einzuhalten, wenn eine konsequente Raum-in-Raum-Bauweise gewählt wird. Insbesondere die Körperschallübertragung durch Aufzüge, Klimaanlage, Türanschläge läßt sich nur auf diese Weise vermeiden. Die Schallschutzmaßnahmen müssen bereits die Störquellen berücksichtigen, wie z. B. Klimazentralen, Aufzüge, Trafos usw. Bei der Festlegung der Raumkonstruktion waren unter anderem folgende Parameter zu beachten:

- maximal zulässiger Dauergeräuschpegel im Studio (ARD-Kurve),
- maximaler Abhörpegel [85 dB (A)],
- Verkehrslärm vor der Fassade,
- Verkehrslärm auf den Fluren.

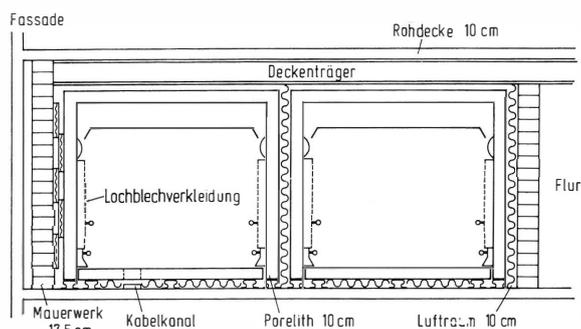
Davon ausgehend wurden folgende Wandkonstruktionen gewählt (**Bild 4**):

Flur - Sprecherraum:

Mauerwerk 17,5 cm KSL (Kalksandstein-Lochstein) geputzt,

10 cm Luftraum, zu 80 % mit Mineralwolle gefüllt,

10-cm-Porelithplatten im Stahlfachwerk auf Längsdämmbügel.



**Bild 4**  
Schematischer Schnitt Studiobau

Die Decke der Studios wurde wie die Wände in Porelithplatten ausgeführt. Das Stahlfachwerk von Wänden und Decken bildet eine konstruktive Einheit.

Der Boden der Studios wurde von den Wänden vollständig isoliert in Form von 10-cm-Bimsbeton-Fertigteilplatten, die auf Längsdämmbügel liegen, ausgeführt. Darauf kam dann eine 4 cm dicke Verbundestrichschicht. Der Luftraum zwischen den Längsdämmbügel ist mit Mineralwolle gefüllt.

Bei der Konstruktionshöhe des Bauwerks waren folgende Punkte zu beachten:

- geforderte lichte Studiohöhe 3,20 m,
- Konstruktionshöhe Studioboden 24 cm,
- Raum für Klimakanäle und Entspannungskasten (1,20 m) und für die Statik des Rohbaus.

Somit ergab sich eine Gesamtkonstruktionshöhe für eine Studioetage von 5,08 m im Vergleich zu einer normalen Büroetage von 3,39 m.

Alle Studiotüren wurden als Stahlakustiktüren mit 50 dB Schalldämmmaß gewählt. Die Türanlage zwischen Sprecher und Regie ist eine Doppeltür. Für die Tür zwischen Regie und Flur genügte wegen der geringeren Anforderungen eine einzelne Stahlakustiktür. Alle Türen sind an der gefederten Innenschale befestigt.

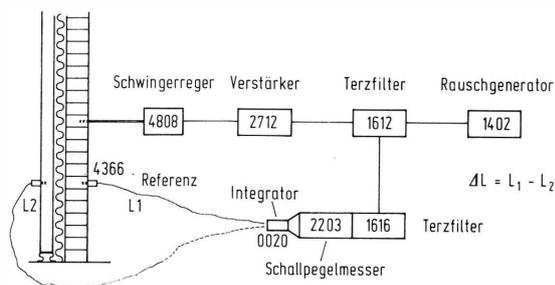
Das Regiefenster zwischen Sprecher und Regieraum besteht aus einer 8-mm- und einer 12-mm-Scheibe, die jeweils in der Stahlfachwerkwand befestigt ist. Aus raumakustischen Gründen wurden beide Scheiben um 7° zur Decke hin geneigt. Für das Außenfenster des Sprecherraumes mußte ein Dreifachfenster gewählt werden. Dieses besteht aus einer 8-mm-Scheibe in der Porelithwand, einer 12-mm-Scheibe im Mauerwerk und der 3fach-Isolierverglasung in der Fassade. Bei dem Außenfenster des Regieraaumes konnte wegen der etwas geringeren Anforderungen auf die Scheibe im Mauerwerk verzichtet werden.

Bei den Klimazentralen, die im 2., 10. und 22. Obergeschoß liegen, also teilweise direkt über bzw. unter einer Studioetage, mußte insbesondere die Körperschallübertragung dieser Anlagen Berücksichtigung finden. Aus diesem Grund wurden konsequent alle Geräte und schweren Leitungen zweistufig abgedefert. Die Klimageräte stehen auf Mafundplatten (1. Federstufe). Diese liegen auf einem Zwischenfundament, das wiederum auf Längsdämmbügel (2. Federstufe) gelagert ist. Für Rohrleitungen wurde ein Stahlgerüst auf Längsdämmbügel vorgesehen, an dem über Federn die Leitungen aufgehängt sind.

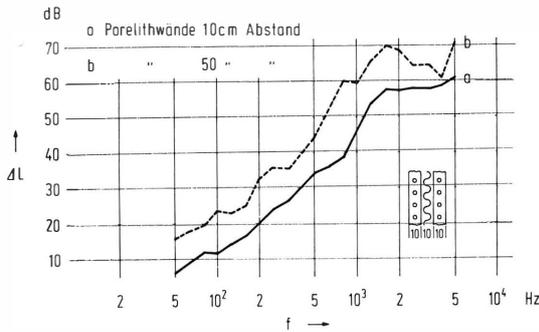
Für die meisten Studios und Regieräume wurde einheitlich eine Nachhallzeit von 0,3 s festgelegt. Ausnahmen bilden nur die Fernsehstudios, das Hörspielstudio und das Musikstudio. Die gewählten Mittel zur Gestaltung der Raumakustik bestehen nach der Methode des Instituts für Rundfunktechnik (IRT), München, aus flächigen porösen Absorbern an den Wänden und Decken, Mineralwollpaketen im Deckenbereich und den Resonatoren in Form von Kugelkalotten. Die Anordnung dieser Elemente wurde vom IRT errechnet und wird durch die Lochblechverkleidung der Studios (16 % Lochanteil) verdeckt.

Aufgrund der gemachten Erfahrungen kann gesagt werden, daß eine optische Kontrolle der Bauabschnitte keineswegs ausreicht, um alle Fehler rechtzeitig zu erkennen. Deshalb wurden schon zu Beginn der Rohbauphase Kontrollmessungen durchgeführt und diese nach einzelnen Bauphasen wiederholt. Im einzelnen wurden folgende Bauphasen meßtechnisch überprüft:

1. Körperschallmessung des Porelithfachwerks,
2. Körperschallmessung des gefederten Fußbodens,
3. Körperschallmessung der Wände nach Montage der Klimaschalldämpfer,



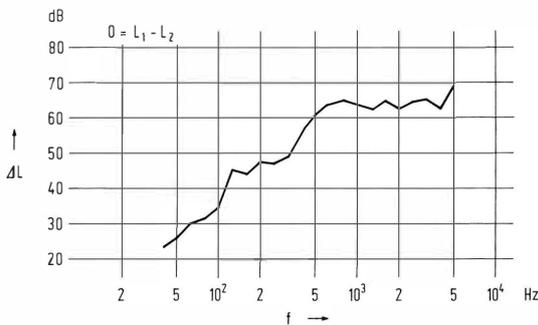
**Bild 5**  
Meßanordnung für Körperschallmessung



**Bild 6**  
Körperschallpegeldifferenz

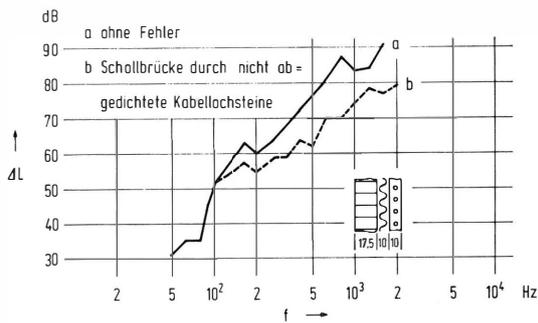
4. Schlußmessung:  
Luftschalldämmung  
Trittschalldämmung  
Nachhallzeit  
Ruhegeräuschpegel.

Bei diesen Messungen wurden insbesondere bei der Rohbauphase viele Mängel festgestellt, die optisch nicht zu erkennen waren. Meist war es mit relativ geringem Aufwand dann möglich, diese Fehler zu beseitigen. Wenn sie erst bei der Endkontrolle festgestellt worden wären, wäre es sehr schwer gewesen, sie überhaupt zu lokalisieren, und man hätte sie nur mit sehr hohem Aufwand und Zeitverlust beseitigen können.



**Bild 7**  
Körperschallpegeldifferenz Fußboden

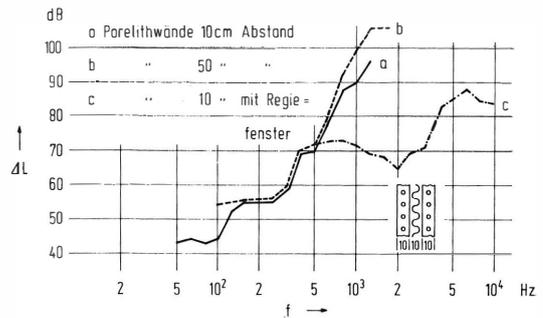
Ein Problem war es, zu Beginn der Körperschallmessungen jeweils eine Art Sollkurve vorzugeben, weil für die Konstruktion kaum Erfahrungswerte vorlagen. Deshalb wurde jeweils mit Hilfe von künstlichen Fehlern eine Normkurve erarbeitet. Aufgrund der großen Studiozahl und der damit verbundenen großen Zahl der Messungen, die weit über 1000 lagen, konnte für jede Wand nur eine Stichprobenmessung gemacht werden.



**Bild 8**  
Luftschallpegeldifferenz Flurwand

Nur im Fehlerfall erfolgten dann weitere Messungen zur genaueren Einkreisung.

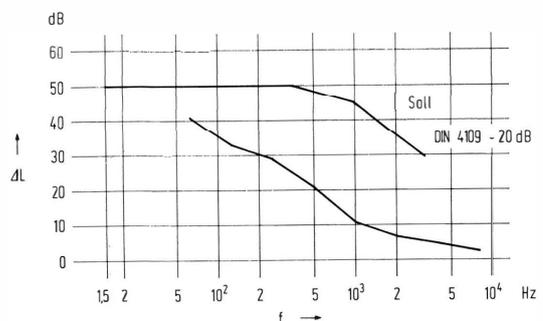
Zur Körperschallmessung der Wände (**Bild 5**) wurde ein Schwingerreger mit einem Metalldübel fest mit der Wand verbunden und diese dann mit Terzbandrauschen angeregt. Der Vergleichswert wurde im Nahfeld der Anregung auf der Wand mit einem Körperschallmikrofon teilweise gemessen. Danach wurde auf der gegenüberliegenden Stelle auf der inneren gefederten Wand der zweite Meßwert ermittelt. Die Differenz ist jeweils in den Kurven der **Bilder 6 und 7** dargestellt. In **Bild 6** ist der Mittelwert von mehreren Messungen an verschiedenen Wänden aufgetragen. Man sieht deutlich die Abhängigkeit bei größeren Wandabständen. Fehler in Form von Körperschallbrücken werden durch selektive Einbrüche um etwa 10 dB und mehr erkannt.



**Bild 9**  
Luftschallpegeldifferenz

Für die Körperschallmessung der Bodenplatte wurde im Prinzip die gleiche Meßanordnung wie für die Wände benutzt. Nur wurden hier nacheinander der Rohboden und alle vier Wände eines Raumes angeregt, um sicherzustellen, daß zwischen Rohboden und gefederter Bodenplatte sowie auch zwischen Betonplatte und Wänden keine Körperschallverbindung besteht (**Bild 7**).

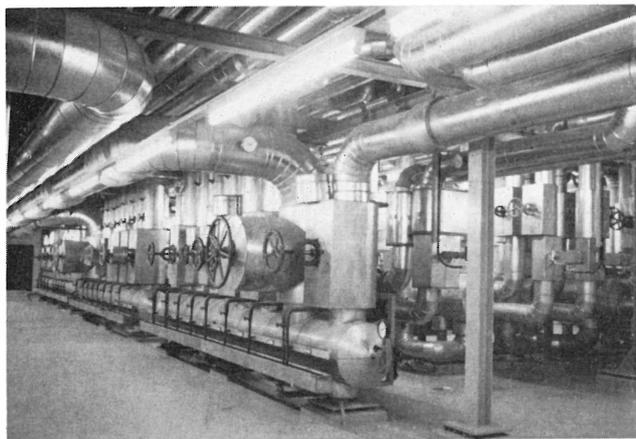
In **Bild 8** ist die Luftschallpegeldifferenz für eine Flurwand aufgetragen, und es ist sehr gut zu erkennen, wie sich schlechte Abdichtungen z. B. von Kabeldurchführungen auswirken. **Bild 9** zeigt die Ergebnisse von zwei Porelithwänden und die Veränderung, wenn ein Regiefenster eingebaut wird. (Der selektive Einbruch durch die Re-



**Bild 10**  
Trittschallpegel Flur - Studio

sonanz der Glasscheibe ist unvermeidbar.) In **Bild 10** ist die ausreichend gute Trittschalldämmung zu erkennen. In **Bild 11** ist der Nachhallzeitverlauf für einen der vielen Sprecherräume dargestellt. Der vorgegebene Wert von 0,3 s wird sehr gut eingehalten. Der Ruhegeräuschpegel (**Bild 12**) im Studio, verursacht durch die Strömungsgeräusche der Klimaanlage, wurde mit einem Mi-





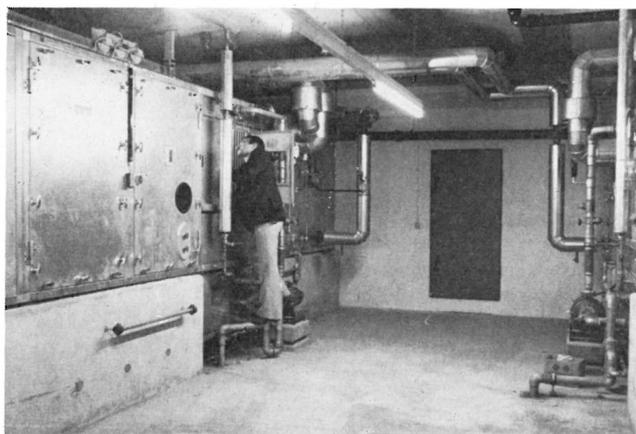
**Bild 15**  
Heizung und Kälte-Übergabestation

Klima- und Brauchwassererwärmungsanlagen vom 2. Untergeschoß bis zum 10. Obergeschoß (Studio- und Büroturm) versorgt. Mit Sekundärwasser – die Trennung (Primär-Sekundär) erfolgt in der Übergabestation durch Wärmetauscher – werden beim Warmwasser alle Lufterhitzer über dem 10. Obergeschoß und alle Induktionsgeräte – ihre Funktion wird später erläutert – und beim Kaltwasser alle Induktionsgeräte gespeist. Die Sekundärwassertemperaturen betragen:

- Warmwasser:  
50 bis 80 °C bei Lufterhitzern,  
30 bis 32 °C bei Induktionsgeräten;
- Kaltwasser:  
12,5 bis 14 °C.

An den großen Fensterflächen im Basisbauwerk und im Aufzugsturm ist zusätzlich eine statische Heizung installiert. Die Eingangshalle hat eine Fußbodenheizung.

Für die **Belüftung** bzw. für die **Klimatisierung** des Gebäudes sorgen etwa 50 raumlufttechnische Anlagen, die in der Stunde beinahe 1 Mio. m<sup>3</sup> Luft aufbereiten (**Bild 16**). Die Anlagen sind auf 7 Klimazentralen verteilt. Alle Büroräume im Büro- und im Studioturm werden durch Einkanalhochdruck-Klimaanlagen mit konstantem Luftvolumen und Vierleitersystem klimatisiert, wobei in den Räumen die Lufttemperatur durch Ventilsteuerung an Induktionsgeräten (Radiair) individuell um etwa ± 2 °C verändert werden kann. Außenluft wird ungefähr viermal in der Stunde eingeblasen. Für die Studioräume



**Bild 16**  
Ausschnitt aus einer Klimazentrale

wurden aus akustischen Gründen Niederdruckklimaanlagen mit Umluftbetrieb als Mehrzonenanlagen eingebaut. Die einzelnen Nacherhitzer werden automatisch außen-temperaturabhängig geregelt. Die Luft wird in der Stunde bis zu zwanzigmal gewechselt.

Die Büro- und Werkstatträume in den Basisgeschoßen werden – außer dem Wählersaal und der Kopieranstalt, die an Niederdruckklimaanlagen angeschlossen sind – mit Zweikanalhochdruck-Klimaanlagen versorgt. Die Raumtemperatur wird über die Misch- und Entspannungsboxen durch Raumthermostate nachgeregelt.

Die Flure in den beiden Türmen sowie die Kantine, die Eingangshalle und die Aufzugsmaschinenräume können über die jeweiligen Lüftungsanlagen sowohl gekühlt als auch geheizt werden. Alle restlichen technischen Räume werden nur belüftet und beheizt.

Zur Energieeinsparung wurden 22 **Wärmerückgewinnungsanlagen** installiert, wobei 21 nach dem rekuperativen und eine nach dem regenerativen Prinzip arbeiten.

Die Regelung der Heizungs-, Klima- und Sanitäranlagen erfolgt elektrisch mit Ausnahme der Regelung für die Mischboxen und für die Induktionsgeräte; sie ist pneumatisch. Die Druckluft für die Regelung und für weitere Verbraucher in den Werkstätten wird durch 3 Kompressoren erzeugt. Diese Kolbenverdichter haben eine Leistung von je 125 Nm<sup>3</sup>/h bei 10 bar.

Für das Wasser der Heizungs- und Klimaanlagen sind 6 **Doppel-Enthärtungsanlagen** vorhanden, die es auf 6 bzw. auf 0° dH enthärten.

Die **Brauchwassererwärmung** findet in 6 x 2 Warmwasserbereitern statt, die das Frischwasser auf 60 °C erwärmen.

Durch 7 **Hebeanlagen** wird das Schmutzwasser auf das städtische Kanalisationsniveau gepumpt. Die Leistungen betragen bis zu 55 m<sup>3</sup>/h.

Für den **Brandschutz** wurden sowohl in den Büro- als auch in den Studioturm je 2 nasse Feuerlöschleitungen mit Schlauchanschlüssen und eine Trockenleitung eingebaut. Im Basisbauwerk befinden sich an markanten Punkten weitere Feuerlöschkästen. Zusätzlich ist in der Garage (1. und 2. Untergeschoß) eine trockene Sprinkleranlage installiert, die 2 Brandabschnitte mit etwa 520 Sprinklern schützt.

Eine **Abwasserreinigungsanlage** im 2. Untergeschoß neutralisiert und entsilbert die in der Filmentwicklung anfallenden Abwässer.

Das neue Funkhaus verfügt über eine **Behälterförderanlage** (Transliftanlage). Im gesamten Gebäudekomplex sind Aluminiumprofilschienen verlegt, auf denen kleine Fahrwerke mit aufgesetzten Behältern laufen. Die Anlage hat zwei Aufgaben:

1. Transport von Briefen, Büromaterial, DIN-A 4-Ordern, Unterschriftsmappen, Büchern, Zeitschriften usw. in Normalbehältern;
2. Transport von Tonbändern, MAZ-, FAZ-, und Cordbändern, Filmbüchsen und ähnlichem in speziellen Großbehältern.

Um sich ein Bild über die Größe und Leistung der Transliftanlage machen zu können, seien hier nur einige Zahlen genannt: Es stehen insgesamt etwa 220 Behälter zur Verfügung. Es gibt 57 Stationen und 100 Weichen. Die installierte Weglänge beträgt ungefähr 1300 m. Die Fahrgeschwindigkeit liegt bei 1 m/s in der Senkrechten und bei 2 m/s in der Waagerechten. An jeder Station befindet sich eine Tastatur, mit deren Hilfe die Zielinformationen über einen Infrarotlichtsender seriell auf das Fahrwerk übertragen werden. Jeder Wagen hat Einzelantrieb und benötigt eine Leistung von annähernd 300 W. Die Gesamtanlage wird mit 24 V Gleichspannung betrie-

ben und ist für eine Leistung von etwa 60 kW ausgelegt. Die Steuerung der gesamten Anlage erfolgt dezentral durch Mikroprozessoren.

Der Versand läuft nach folgendem Schema ab: Die Zieladresse wird eingetastet, und mit einer Starttaste wird das Fahrwerk auf die Reise geschickt. Die Ankunft eines Behälters auf der nächstgelegenen Station wird im Zielbüro durch optisches und akustisches Signal gemeldet. Der Mitarbeiter begibt sich zu dieser Station und entleert den Behälter. Befinden sich mehrere Fahrwerke auf der Station, so kann der Mitarbeiter durch Eintasten seiner Transliftnummer erfahren, welches Fahrwerk für ihn bestimmt ist.

Grundsätzlich kann von einer Station an jede andere Station direkt versandt werden. Aus abwicklungstechnischen Gründen ist der Direktversand jedoch auf den Transport von Tonbändern, MAZ-, FAZ- und Cordbändern im Studioturm beschränkt.

Der normale Postverkehr wird – bis auf wenige Ausnahmen – über die Postversandstelle abgewickelt. Dadurch ist der Versand an Stellen mit starkem Posteingang besser zu koordinieren.

Die Größe der Stationen ist je nach „Verkehrsdichte“ sehr unterschiedlich. So haben z. B. die Normalstationen im Büroturm je vier Halteplätze, im Studioturm 10, im Schallarchiv 50 und in der Poststelle 20.

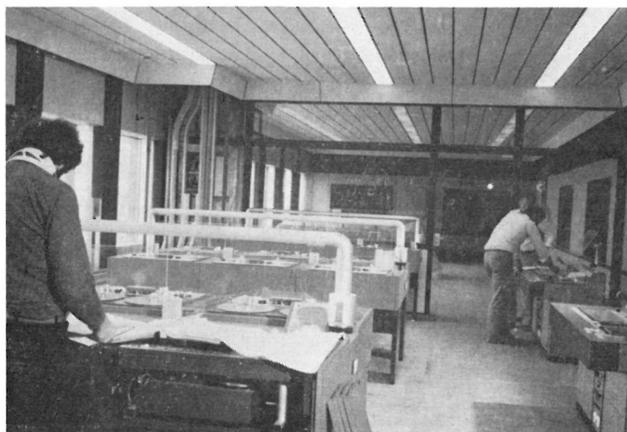
Erwähnenswert ist noch, daß im Studioturm zusätzlich eine separate Behälterförderanlage zwischen dem Schallarchiv im 11. Obergeschoß und den Sendestudios im 12. und 13. Obergeschoß installiert ist. Dadurch ist zwischen diesen Stellen eine schnellstmögliche Verbindung sichergestellt.

## 5. Gefahrenmeldesysteme

Das neue Funkhaus ist mit einer universellen Gefahrenmeldeanlage ausgerüstet, die eine Feuermelde- und Wächterkontrollanlage enthält und außerdem mit der Notrufanlage verbunden ist. Im gesamten Gebäudekomplex sind zur Früherkennung eines Brandes etwa 1000 automatische Ionisationsrauchmelder installiert. Darüber hinaus ist die manuelle Alarmierung der Feuerwehr über 170 Druckknopffeuermelder möglich. Das Herz der **Feuermeldeanlage** bildet ein universelles Gefahrenmeldesystem, das aus den Funktionseinheiten Linienteil, zentraler Verarbeitungsteil, Steuerteil und Anzeige- und Bedienteil besteht. Die einzelnen Baugruppen sind steckbar mit einem gemeinsamen Bus verbunden.

Alle Druckknopfmelder sind an einen Linienteil angeschlossen, in dem sie im Zeitmultiplexverfahren abgetastet werden. Die Information wird zwischengespeichert und gelangt über den Bus in den zentralen Verarbeitungsteil. Dort wird sie von einem Signalprozessor bewertet. Bei Bedarf (z. B. bei Revisionsarbeiten) können automatisch oder manuell andere Bewertungsprogramme aktiviert werden. Meldeinformationen (Alarm, Kurzschluß, Drahtbruch u. a.) werden am Anzeige- und Bedienteil optisch und akustisch signalisiert. Mit Hilfe des Steuerteils werden mittels vorprogrammierten logischen Verknüpfungen Schaltbefehle in Abhängigkeit von den eintreffenden Alarmmeldungen erzeugt: z. B. Schranke öffnen, Anlage ab- oder einschalten. Die automatischen Ionisationsrauchmelder sind über einen zweiten mikroprozessorgesteuerten Linienteil angeschaltet.

Bei Feueralarm werden automatisch alle notwendigen Informationen für die Feuerwehr (u. a. auch Grundrißdarstellung des Brandortes) auf einem Datensichtgerät und einem Drucker dargestellt. Dazu ist die Feuermeldeanlage mit einem Mikroprozessorsystem mit Floppy-



**Bild 17**

**Blick in eine automatische Senderegie (ASR)**

Dahinter die spiegelbildlich angeordnete 2. ASR, links ist die Transliftstation zu erkennen

Disk-Einheiten ausgestattet, auf denen die nach Brandort differenzierten Einsatzdaten abgespeichert sind.

Die softwaregesteuerte Bewertung der Meldeinformationen gestattet es, an dieselbe universelle Gefahrenmeldeanlage **Wächterkontrollmelder** anzuschließen. 70 Wächterkontrollmelder sind zum Schutz des Wachpersonals und des Hauses installiert, bei Unregelmäßigkeiten während des Wächterkontrollgangs wird am Anzeige- und Bedienteil Alarm ausgelöst. Ein Telefonprozessor ermöglicht in Verbindung mit einer Mode-Umschaltung das Fernsprechen vom Wächterkontrollmelder zum Bedienteil.

Der Einsatz von elektronischen Tresorsicherungsgeräten, Druckknopfmeldern und Türsicherungssystemen in Verbindung mit einer vollen elektronischen **Notrufanlage** bietet einen individuellen Schutz gefährdeter Bereiche. Diese Anlage ist an die Datei der universellen Gefahrenmeldeanlage angeschlossen.

Das neue Funkhaus verfügt über eine **Rundspruchanlage**, mit der im Gefahrenfall Durchsagen an die Mitarbeiter gerichtet werden können. Durch den Einbau von 1700 Lautsprechern wird die Beschallung des gesamten Gebäudekomplexes erreicht. Die Zentrale enthält u. a. ein Steuermischverstärkerfeld zum Anschluß von drei Mikrofonstationen und einem eingebauten Kassettenrecorder für automatische Durchsagen, ein Matrixfeld zur wahlweisen Einzelansteuerung der Etagen, zur Bereichsansteuerung und zum Sammelruf sowie ein Verstärkerfeld mit 40 Hybridendverstärkern zu je 100 W Ausgangsleistung. Die Übertragungsqualität ist sehr gut, dazu einige Daten:

Übertragungsbereich 40 Hz bis 16 kHz mit  $\pm 1$  dB und 1% Klirrfaktor, unbewerteter Störpegelabstand 95 dB, bewerteter Störpegelabstand 90 dB.

## 6. Die rundfunktechnische Ausrüstung

Wie schon erwähnt, ist das neue Funkhaus ein Haus der kurzen Wege. Die vertikale Richtung wird mit schnellaufenden Aufzügen in den Türmen überwunden. Die horizontalen Wege von den Redaktionsräumen im Büroturm zum Studioturm sind kurz und werden dadurch ermöglicht, daß die den Redaktionen zuzuteilenden Fest- und Dispositionsstudios auf gleicher Ebene gehalten werden.

Die Nachrichtenabteilung ist in der 13. Etage des Büroturms angesiedelt; gegenüber befinden sich im Studioturm zwei automatische Sendekomplexe, darunter, in der 12. Etage, ist eine dritte automatische Senderegie



**Bild 18**  
Kleine Hörfunkregie mit Sprecherstudio

stationiert (**Bild 17**). Die Redaktionen, die aktuelle Sendungen machen, befinden sich ebenfalls in dieser Region des 12. und 13. Obergeschosses des Studioturms. Direkt unter den „Sendeetagen“ liegt das Schallarchiv.

Im Studioturm befinden sich in insgesamt 8 Etagen (von 22) Hörfunk- und Fernsehstudios. Es gibt 4 Hörfunkstudiotypen: **34 kleine Hörfunkstudios** mit Regieraum und Studio. Beide Räume haben je 50 m<sup>3</sup> Rauminhalt (**Bild 18**). Im Regieraum sind ein kleines Regiepult mit 6 Eingangskanälen und alle für diese Monoeinrichtungen notwendigen Zusatzgeräte wie Filter, Aussteuerungseinrichtungen, digitale Uhr mit Stoppuhreinrichtung vorhanden. Dieser Studiotyp ist mit vier Tonbandmaschinen oder drei Tonbandmaschinen plus einem Plattenspieler ausgerüstet. Die Fenster können mittels verstellbarer Jalousien optimal von der direkten Sonneneinstrahlung abgeschirmt werden. Die Raumbeleuchtung enthält zusätzliche Spots für Maschinenausleuchtung und Sprecherisch. Der Sprecherraum ist einfach und übersichtlich gehalten. Mit einer ähnlichen Einrichtung sind **vier mittlere Hörfunkstudios** ausgerüstet, wobei die Sprecher- bzw. Regieräume je etwa 83 m<sup>3</sup> Volumen haben. Dazu kommen noch **vier größere Hörfunkstudios**, die mit unterschiedlich großen Regiepulten ausgestattet sind. Die großen Studios haben gegenüber den mittleren und kleinen einen getrennten Tonträgeraum.

Zu den großen Studioeinheiten gehören ein **Hörspielstudio** mit einem Regiepult mit 24 Eingangskanälen, Vocoder, Synthesizer, Mehrkanaltechnik und anderen elektronischen Einrichtungen, die aber auch flexibel in anderen Studioeinheiten einsetzbar sind. Das Studio hat 500 m<sup>3</sup> Rauminhalt und einen hallarmen Raum. Darüber hinaus ist ein **kleines Musikstudio** aufgebaut, das ähnliche Größenverhältnisse wie der Hörspielkomplex hat, zu diesem spiegelbildlich angeordnet und mit ihm studio-technisch kombinierbar ist. **Vier aktuelle Studios** auf den Sendeetagen ergänzen die Hörfunkstudioeinrichtung. Sie sind 16kanalig ausgeführt und haben alle notwendigen Einrichtungen, die an einen Magazinkomplex zu stellen sind.

Mittlere und große Studios sowie das Hörspiel- und das kleine Musikstudio sind – im Hinblick auf den Transkriptionsdienst – hörfunk-stereophon ausgerüstet, ebenso auch vier kleine Hörfunkstudios. Es gibt zwei Tonträgeräume (außer dem zentralen Überspielraum ZÜ), die aber weniger als bei den anderen Anstalten als reine Cuträume dienen, sondern eher als Umspielräume. Das hat seinen Grund unter anderem darin, daß bei der Deutschen Welle seit nunmehr 17 Jahren mit großem rationellem Erfolg das elektrische Schneiden eingeführt

ist. Andere Anstalten werden diesem Prinzip spätestens nach Einführung der digitalen Aufnahmetechnik folgen müssen.

Als Tonbandmaschinen werden ausschließlich Telefunken M 15 A verwendet, als Regieeinheiten sind vorwiegend Neumann-Regiepulte, aber auch Siemens-Pulte eingesetzt, z. B. für die automatischen Senderegien und die aktuellen Einheiten.

Im Fernsehen finden Regiekomplexe der Firma BFE Verwendung. Grundsätzlich ist ein Großteil der Anlagen neu angeschafft worden, aber auch noch verwendungsfähige Einheiten aus dem alten Funkhaus sind übernommen worden, u. a. die Prozeßrechneranlage in der Betriebszentrale, die durch eine dezentralisierte Einheit ergänzt wird.

Neben der Betriebszentrale – über die später noch berichtet wird – ist, wie andersorts auch üblich, der ZÜ angeordnet. In diesem Raum werden neben den üblichen Sternpunktaktivitäten auch Sendemitschnitte, Reportagemitschnitte, Programmitschnitte für die Programmbeobachtung sowie Kassettenumschnitte bearbeitet. Auch die Ausgabe der Reportagegeräte erfolgt hier, ebenfalls mit geringstmöglichem Personaleinsatz und dazu logisch, denn Ausgabe und Rückgabe der Geräte und die Tonbandkopierung für die Reporter erfolgen in diesem Raum in zentraler Lage.

Die Betriebstechnik der Deutschen Welle leistet pro Tag derzeit etwa 210 Produktionsstunden, die nach Leistungsanforderungen in vier Produktionsgruppen unterschiedlicher Qualität und damit auch unterschiedlicher Bezahlung der Tontechniker und Toningenieur gegliedert sind; die Betriebstechnik muß täglich im 24-Stunden-Betrieb maximal 6 Sendestraßen mit etwa 90 Programmstunden in 34 Sprachen bedienen. Dies geschieht in den schon oft beschriebenen und von der Deutschen Welle entwickelten automatischen Senderegien, in denen ein Sendetechniker gleichzeitig 3 Programme – auch mit Magazinsendungen einfachen bis mittleren Schwierigkeitsgrades – abwickelt. Diese automatischen Senderegien haben sich nach wie vor voll bewährt und sind deshalb auch unverändert für das neue Funkhaus übernommen worden. In der 13. Etage sind die beiden Automatikkomplexe spiegelbildlich angeordnet. Damit wird ermöglicht, daß die beiden Techniker durch die Nachbarschaft sich auch in aktuellen Vertretungsfällen aushelfen können.

Darüber hinaus arbeiten fast 30 Technikerinnen, Techniker und Ingenieure an Produktions- und Vervielfältigungseinrichtungen für den Transkriptionsdienst Fernsehen der Deutschen Welle, der die Materialien für Transtel – eine weltweite Vertriebsgesellschaft – bereitstellt. Vier Synchronstudios, ein elektronisches Studio, verschiedene MAZ- und FAZ-Räume, eine umfangreiche Vervielfältigungseinrichtung auf der Basis von U-Matic-Geräten, ein digitaler Normwandler für alle verfügbaren Fernsehnormen und ein Kopierwerk sind vorhanden.

Ebenso arbeitet die Betriebstechnik für den Transkriptionsdienst Hörfunk, der fertige Hörfunkproduktionen aller Sparten, auch Produktionsübernahmen anderer ARD-Anstalten, an zur Zeit etwa 900 ausländische Rundfunkanstalten abgibt. Die Größe und Bedeutung des Transkriptionsdienstes läßt sich auch aus folgenden Zahlen ableiten: Am 20. März 1980 wurde die 1 500 000. Tonbandkopie gefertigt; damit wurden seit 1963 500 000 000 Meter Tonbandproduktion in alle Welt verschickt. Diese große Zahl von Tonbandkopien kann wirtschaftlich nur auf Schnellkopieranlagen hergestellt werden. Nach fast 17jährigem Betrieb der alten Anlagen von Ampex werden im neuen Funkhaus neue Anlagen eingesetzt, und zwar von Telefunken (Mailand) auf der Basis der M 15 A-Laufwerke.

Wie schon vorher kurz erwähnt, erfolgt die Tonbandbereitstellung für die Produktionstermine über die Behälterförderanlage der Firma Translift. Die von den Redaktionen angeforderten Tonbänder werden rechtzeitig vom Schallarchiv in die jeweilige Produktionsetage geschickt. Der Wagen meldet sich bei Ankunft im „Etagenbahnhof“ mit einem Lichtzeichen im Zielstudio. Der Techniker holt sich seine Bänder ab und schickt die vom vorherigen Termin nicht mehr benötigten Einspielbänder bzw. die fertig produzierten mit dem Gefährt zurück ins Schallarchiv. Damit wird der Zugriff zu den Tonbändern des Schallarchivs für alle schneller. Der Umweg der Tonbänder über die Redaktion entfällt. Eine direkte Belieferung für die Sendung erfolgt, wie schon erwähnt, über eine Sonderanlage, so daß keinerlei Verzögerungen auftreten können.

An dieser Stelle soll noch darauf hingewiesen werden, daß die Deutsche Welle auch Aus- und Fortbildungskurse für Rundfunkmitarbeiter aus dem Ausland durchführt. Dabei werden Kurse für die Gebiete Hörfunkprogramm, Studiobetriebstechnik, Meßtechnik und Sendertechnik angeboten. Hierfür ist ein eigener Ausbildungspavillon gebaut worden, der durch Unterrichts- und Laborräume im Technikbereich ergänzt wird. U. a. stehen neben mehreren Unterrichtsräumen 2 Studios, 2 Labors für die meßtechnische Ausbildung und ein sendertechnischer Raum mit FM- und AM-Sendern zur Verfügung.

#### 7. Nachrichten- und fernmeldetechnische Anlagen (Kommunikationssysteme)

Im neuen Funkhaus ist eine **Fernsprechanlage** der Baustufe 3 W 3000 nach Ausstattung 2 (gemäß der Rahmenregelung der Deutschen Bundespost) des Typs EMS 12000 der Firma Siemens installiert. Sie ist im Erstausbau für 125 Amtsleitungen, davon 50 Durchwahlleitungen und 75 Amtsleitungen für abgehende Gespräche, mit 1400 Nebenstellen bestückt. Die angeschalteten Fernsprechanlagen arbeiten im Mehrfrequenz-Tastwahlverfahren. Für interne Verbindungen wird die Schnelligkeit des Tastwahlverfahrens voll ausgenutzt. Teilnehmerberechtigungen reichen vom reinen Internverkehr über mehrere Stufen der Amtsberechtigung bis zur uneingeschränkten Fernamtsberechtigung. Die Anlage verfügt über eine Reihe besonderer Leistungsmerkmale, z. B. Anrufumleitung, Wahlwiederholung, Dreierkonferenz, Teamruf, Kurzurufnummerngeber usw. Sie ist außerdem mit einer Personensuchanlage kombiniert, auf die später noch näher eingegangen wird.

Die Anlage ist ein speicherprogrammiertes Fernsprechvermittlungssystem (SPC-System), das durch aufgabenbezogene Prozessoren gesteuert wird. Die Peripherie stellt die Verbindungen her. Sie führt jedoch selbst keine logischen Verknüpfungen durch, ist passiv und besteht aus den Verbindungssätzen und dem Koppelnetz. Die Verbindungssätze nehmen die vermittlungstechnischen Anreize von den Leitungen auf, wie das Abnehmen des Handapparates und die Wahl, und bieten sie der Steuerung zur Verarbeitung an. Außerdem führen sie die Einstellbefehle der Steuerung aus, wie das Anschalten des Rufes und der Speisung. Alle Gesprächsverbindungen laufen über Verbindungssätze. Das Koppelnetz schaltet die Verbindungen durch. Es ist entsprechend der Anlagengröße mehrstufig ausgeführt. In der Steuerung werden alle vermittlungstechnischen Aufgaben durch Prozessoren bearbeitet. Hier laufen die wesentlichen Aktivitäten zur Steuerung einer Verbindung ab, wie z. B. die Wahlaufnahme, das Veranlassen der Wahlbewertung und die Abgabe der Einstellbefehle an die Peripherie sowie die Wegesuche, darüber hinaus auch alle zur Verwaltung und Wartung des Systems benötigten Programme.

Die Steuerung besteht aus 2 Miniprozessoren, mehreren Mikroprozessoren und Leitungsanschlüssen. Durch die Technologie und den Aufbau dieser Anlage ist es nunmehr möglich, aufwendige Änderungen von Rangierungen durch einfache Software-Eingriffe zu ersetzen (z. B. Änderung der Rufnummern, Berechtigung usw.).

Die **Betriebsfernsprechanlage** der Deutschen Welle hat die Aufgabe, Verbindungen freizügig herzustellen zwischen

- 100 wahlfähigen Zweidraht-Internteilnehmern,
- 8 wahlfähigen Vierdraht-Internteilnehmern,
- 10 wahlfähigen Vierdraht-Fernleitungen (teils mit Konferenzausgang),
- 5 nicht wahlfähigen Vierdraht-Fernleitungen (teils mit Datenübertragung),
- 30 OB/ZB-Anschlüssen und
- 1 internen Konferenzknoten.

Hinzu kommen die Verbindungen zur Fernsprechanlage über 15 Abzweigleitungen. Um die genannten Verbindungen zu realisieren, war es notwendig, die Betriebsfernsprechanlage aus 3 Komponenten zu erstellen:

- 1 Vierdraht-Wählteil für den automatischen Vierdrahtverkehr,
- 1 Sonderfernsprechanlage (ESK 300 E) für den handvermittelten Verkehr,
- 1 Fernsprechanlage (EMS 600) für den automatischen Zweidrahtverkehr der Internteilnehmer mit Mehrfrequenz-Tastwahlverfahren (MFV).

Insbesondere die EMS 600 ermöglichte erst in den Studios den Einsatz von MFV-Zweiwege-Apparaten und damit eine Reduzierung der Endgeräte.

Das schnelle Auffinden bestimmter Personen wird im neuen Funkhaus durch eine drahtlose **Personenrufanlage** möglich.

Mitarbeiter, die einen Rufempfänger in Westentschengröße besitzen, und am Arbeitsplatz telefonisch nicht zu erreichen sind, können von der Fernsprechanlage aus über ein sogenanntes Steuergerät gerufen und angesprochen werden. Eine Verbindungsschaltung zur Telefonanlage gestattet darüber hinaus auch das Rufen und Ansprechen eines beliebigen Empfängers von jedem Telefon aus. Durch Wahl einer bestimmten Kennziffer wird ein besonderer Rufton erzeugt, der den Gerufenen veranlassen soll, durch Wahl einer Kennziffer und seiner eigenen Rufnummer sich zu melden. Er wird dann automatisch telefonisch mit dem Rufenden verbunden. Die von der Firma AEG-Telefunken gelieferte Personensuchanlage verfügt über 100 Teilnehmeranschlüsse mit 3 gleichzeitigen Ruf- und Meldewegen.

Die **Uhrenanlage** wird von 2 Quarzhauptuhren mit einer Ganggenauigkeit von  $10^{-7}$  gesteuert. Darüber hinaus wird von einem Zeitzeichen-Gleichlaufregler der Langwellensender DCF 77 empfangen und der Gleichlauf der Hauptuhren geregelt. Insgesamt sind 250 Minutennebenuhren in den Büroräumen, 140 Sekundennebenuhren sowie zusätzliche, speziell für den Studiobetrieb entwickelte digitale Realzeituhren in den Studios montiert. Die digitalen Realzeituhren beziehen ihre Zeitinformation aus einem seriellen Impulstelegramm, das in BCD-Code pulsdauermoduliert ist. Während einer Minute wird die Zeitinformation für die folgende Minute von einem Realzeitsender auf die Nebenuhrlinien moduliert, von der Realzeituhr demoduliert, parallelgewandelt, in einer Logikschaltung auf richtige Impulsfolge geprüft und zwischengespeichert. Zu Beginn der Folge-minute wird die Zeitinformation aus dem Speicher gelesen und auf 7-Segment-Anzeigen dargestellt. Das System bietet den Vorteil, daß die zeitempfangenden Real-

zeituhren jederzeit nach dem Anschalten automatisch die richtige Zeit anzeigen. Von der Uhrenanlage werden außerdem noch Schaltuhren mit 2 programmierbaren Schaltzeiten gesteuert, diese werden z. B. in den automatischen Sendestudios eingesetzt. Stoppuhren und Countdownuhren sind quartzgesteuerte Eigenläufer des gleichen Systems, sie werden ebenfalls in den Produktionsstudios verwendet.

Um den Mitarbeitern der Deutschen Welle, besonders aber den Redakteuren ein möglichst umfassendes Informationsangebot bieten zu können, wurde für den Neubau der Deutschen Welle eine relativ umfangreiche kombinierte **Programmverteils- und Antennenanlage** installiert. Mit der Ausführung der Anlage wurde die Firma Kathrein in Rosenheim beauftragt, die ein den Forderungen und Planungen entsprechendes Konzept wirklichte. Dieses Konzept sieht folgendermaßen aus:

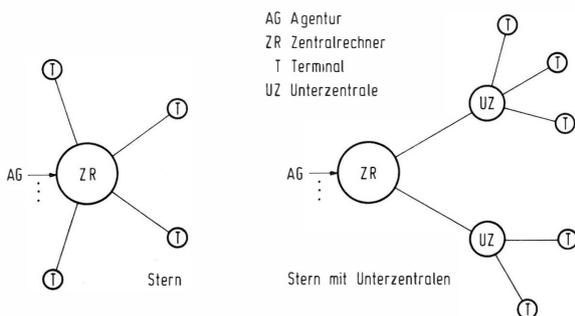
- durchgehend professioneller Aufbau;
- getrennte Netze für interne und externe Programme, jedoch mit identischer Technik;
- Übertragungskapazität externer und interner Programme: je 22 TV-Kanäle (wegen starker Ortssender im Bereich III nur im UHF-Bereich) für die Antennen- und die Programmverteilanlage;
- je 27 UKW-Kanäle für die Antennen und die Programmverteilanlage;
- LMK-Rundfunk mit getrennten Verstärkerzügen in der Kopfstation für externe Programme;
- Umschaltung auf beide Netze am Empfangsgerät.

Die Antennen (durchweg: log-per-Antennen) sind zum größten Teil an einem Mast auf dem Aufzugsturm montiert. Dabei wurde darauf geachtet, daß Erweiterungen vorgenommen werden können. Einige Antennen sind im verglasten Umlauf des Aufzugsturmes installiert. Dadurch kann die Abschattung durch den Kern des Turmes zur Unterdrückung von Gleichkanalstörern vorteilhaft genutzt werden.

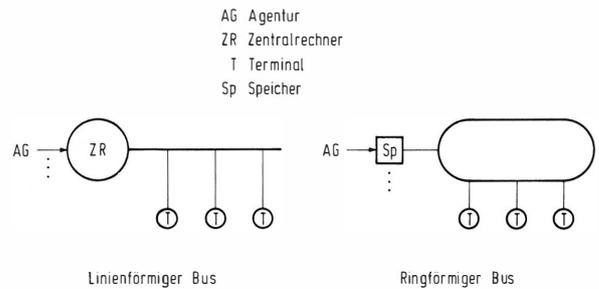
Die Aufbereitung der TV-Programme erfolgt mit HF-Prozessoren aus der Umsetzertechnik. Die UKW-Programme werden durch Umsetzer über die Norm-ZF aufbereitet, eventuelle Nachbarkanalstörer werden durch spezielle Filter stark bedämpft. Die Zusammenschaltung erfolgt rückwirkungsarm durch Richtkoppler.

Die internen Programme werden in den entsprechenden Zentralen des Funkhauses HF-Trägern aufmoduliert, zur Kopfstation geführt, dort verstärkt, zusammengefaßt und in das für interne Programme bestimmte Verteilnetz eingespeist.

Zur Niederführung der HF-Signale in den Steigschächten sind drei verlustarme Kabel für die Programmverteils- und die Antennenanlage sowie den LMK-



**Bild 19**  
Typische Topologien



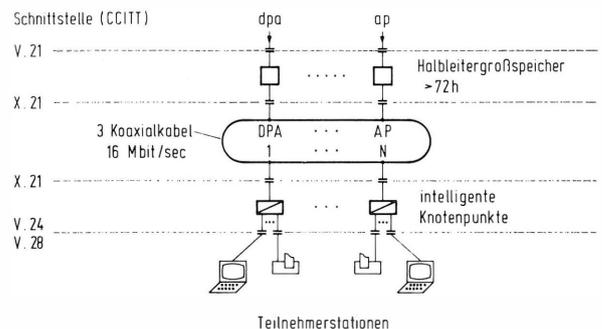
**Bild 20**  
Typische Topologien

Bereich verlegt. Die Auskopplung erfolgt je Geschoß durch Abzweiger mit nachfolgenden getrennten Breitbandverstärkern für jedes System, aufgeteilt in UHF-, VHF- und LMK-Verstärker. Für dieses Stammlenetz wird jeweils nur ein Aufholverstärker benötigt, was dem Störabstand zugute kommt.

Zusätzlich ist noch für den Monitordienst der Deutschen Welle und für Meßzwecke auf dem Studioturm und auf dem Büroturm je eine log-per-KW-Antenne montiert, die je in ein völlig getrenntes Verteilnetz einspeisen.

**8. Elektronische Nachrichtenverteilanlage**

Die Nachrichtenabteilung, die Zentraldienste und die 34 verschiedenen Sprachdienste verarbeiten die Meldungen von 12 Agenturen im neuen Funkhaus zunächst noch wie im alten. Den Redakteuren liegen die Meldungen auf Fernschreibpapier ausgedruckt vor, sie müssen sie ohne elektronische Hilfsmittel überfliegen, sichten, lesen und bearbeiten. Den einzelnen Sprachdiensten werden die Agenturmeldungen, die Nachrichten, die Beiträge der Zentraldienste und die Informationen des Monitordienstes, dessen Quellen hauptsächlich die Sendungen anderer Rundfunkanstalten sind, entweder über eine Behälterförderanlage oder über einen speziellen Fernschreibkreis zugeleitet (**Bilder 19 und 20**). Diese Übergangslösung wird voraussichtlich im Frühjahr 1982 durch eine elektronische Nachrichtenverteils- und Selektieranlage ersetzt, an die auch der benachbarte Deutschlandfunk angeschlossen wird. Diese Anlage wurde unter dem Arbeitstitel IDA (Informations-Daten-Anlage) von der Technik der Deutschen Welle konzipiert und geplant. Sie ist dezentral und modular aufgebaut und bietet gegenüber den bekannten Zentralsystemen erhebliche Vorteile. IDA ist in ihrer Konzeption so neuartig und zukunftsreich, daß sie als Pilotprojekt vom Bundesministerium für Forschung und Technologie gefördert



**Bild 21**  
IDA für Deutsche Welle und Deutschlandfunk  
Übersichtsschema

wird. Die Deutsche Welle ist Auftraggeber und Projektleiter (**Bild 21**).

IDA ist so konzipiert, daß später weitere „schmalbandige Dienste“ integriert werden können, z. B. Bildschirm- und Videotext, Kommunikation mit den verschiedenen Archiven (letztendlich jede hausinterne Kommunikation), Steuerung von Anlagen und Maschinen. Zunächst wird jedoch eine reine elektronische Nachrichtenverteil- und Selektieranlage aufgebaut, die ein Hilfsmittel für die Erstellung und Verteilung von Wortproduktionen im redaktionellen Bereich sein wird. Von der redaktionellen Seite werden Aufgaben vorgegeben, die das technische System zuverlässig lösen muß:

a) Unterstützung beim Selektieren

Die Nachrichtenagenturen erhöhen ihren Meldungsausstoß mit Hilfe von Großcomputern. Die Selektion wird auf der Empfangsseite jedoch nach wie vor durch materiellen und personellen Einsatz ausgeübt. Die heutige Elektronik bietet hilfreiche Möglichkeiten.

b) Schnelle Verteilung von Nachrichten

Die Eskalierung der Übertragungsgeschwindigkeit von den Agenturen zum Rundfunk ist die Reaktion auf das Bedürfnis des Verbrauchers (Hörer), immer detailliertere und aktuellere Nachrichten zu erhalten. Meldungstexte müssen hausintern schnellstens weitergeleitet werden.

c) Unterstützung bei der Erstellung von Nachrichten

Die Rohinformationen der Agenturen werden im Rundfunk durch redaktionelle Bearbeitung geformt und aufbereitet. Die Elektronik ermöglicht eine bequeme Texterstellung.

d) Abspeichern von Meldungen

In der Regel sind die Nachrichtenmeldungen Basis für alle Wortproduktionen. Die Archivierung von Meldungstexten und das schnelle Wiederauffinden sind unverzichtbare Bedingungen.

e) Zuverlässiger Betrieb

Der redaktionelle Betrieb erwartet von einem technischen System, welches rund um die Uhr das Material für die Wortproduktion liefert, extreme Zuverlässigkeit.

Die Anforderungen an das technische System sind u. a.:

- die sichere Erfüllung aller funktionalen Aufgaben,
- flexible Anpassungsfähigkeit bei Änderungswünschen,
- Erweiterungsfähigkeit bei Systemvergrößerung,
- definierte Modularität und damit Transparenz,
- Wartungsfreundlichkeit,
- Firmenneutralität,
- hohe Lebensdauer.

Die topologischen Strukturen herkömmlicher Systeme (siehe **Bild 19**) haben den Nachteil der Hard- und Softwarekonzentration und der damit bekannten Probleme. Modernere sind die Bus-Strukturen (siehe **Bild 20**). Eine umfassende Marktanalyse führte nicht zu einem System aus einer Hand, welches die oben beschriebenen Aufgaben und Anforderungen erfüllte. In Zusammenarbeit mit den Firmen Dietz Computersysteme in Mülheim/Ruhr, Hasler AG in Bern und PSI in Aschaffenburg wurde eine Lösung gefunden, die dem neuartigen Konzept der Deutschen Welle voll entspricht. In **Bild 21** ist der Aufbau der Anlage in einem Übersichtsschema dargestellt. Im Mai 1979 wurde IDA als Pilotprojekt an die genannten Firmen in Auftrag gegeben. Das Verteilersystem (Bus) wird die Firma Hasler liefern, die Peripherie (Teil-

nehmereinheiten) die Firma Dietz, die Software wird von der Firma PSI erstellt. In der ersten Ausbaustufe wird IDA für die Deutsche Welle und für den Deutschlandfunk zusammen 11 Agenturen empfangen können sowie 140 Bildschirmgeräte und 80 Drucker miteinander verbinden. Die Sichtgeräte sind von Tandberg, die Drucker von Siemens. Die Ausführung des Projektes durch mehrere Firmen mit verschiedenen Fabrikaten bei den Terminals war erst durch die Einführung von international genormten Schnittstellen (CCITT) möglich. System- und Firmenschnittstelle ist X.21 mit 96 kbit/s, V.24/V.28 mit bis zu 9600 bit/s sowie V.21 mit 200 bit/s.

Die Agenturspeicher auf Halbleiterbasis archivieren Meldungen über mindestens 72 Stunden (1,5 MBit). Die intelligenten Knotenpunkte transformieren von X.21 auf V.24 und umgekehrt) und enthalten die Intelligenz für die Sichtgeräte. Der Ringbus stellt 8 Mbit/s Nutzkapazität zur Verfügung, ist zopfartig vermascht und stellt durch eine außergewöhnliche Zugriffsstrategie ein hochauslastbares und universell einsetzbares sowie ausfallsicheres Transportsystem dar. Etwas näher erläutert: Auf dem Ring bewegt sich ein geschlossener Strom von Telegrammpaketen. Jedes Telegramm ist 8 Byte lang. Alle am Ring angeschlossenen Teilnehmer lesen den Telegrammstrom und filtern die für sie bestimmten Telegramme aus, während die anderen unverändert passieren. Der Sender stellt ein Telegrammpaket zusammen, wartet im Ringstrom ein Leerpaket ab und schleust dort das seine ein. Der Empfänger erkennt sein Telegramm, spaltet die Nutzinformation ab und leitet sie an den Teilnehmer weiter. Der Hochgeschwindigkeitsbus (400 DIN-A 4-Textseiten je Sekunde oder eine Viertelmillion Telegramme je Sekunde) kann neben kurzen Alarmsignalen auch Prozedurdaten, Sprache, Texte und andere digitale Dienste integrieren. Unter dem Namen „SILK“ wird das Transportsystem beim ZDF für Maschinensteuerung im Fernsehbetrieb, bei der Deutschen Bundespost für Gesprächsübermittlungen und bei der Deutschen Welle für Textübertragungen eingesetzt. Natürlich spielt die Zuverlässigkeit der Ringschleife eine große Rolle. Durch die Verzopfung liegt sie bei etwa 0,99999. Fällt ein Teilnehmeranschluß aus, wird automatisch auf den Hilfsring umgeschaltet. Selbst der Ausfall mehrerer Anschlüsse bewirkt noch keinen Zusammenbruch. Es ist somit möglich, auch während des laufenden Betriebs Teilnehmeranschlüsse zu installieren.

Agenturspeicher, Bildschirmterminal, Drucker, intelligente Knotenpunkte, Transportsystem und vieles mehr sind Teile eines gemeinsamen Kommunikationssystems. Durch die hochdimensionierten Kanalkapazitäten und die Verbindungsstrategien werden - nahezu unabhängig vom Ausbaugrad der Anlage - vernünftige Transaktionszeiten realisiert, die kein anderes heute bekanntes System bieten kann. In der Regel wird dem Benutzer eines Terminals innerhalb von einer Sekunde jeder mögliche Auftrag erfüllt. (Beim Blättern in einem Agenturspeicher sind Wartezeiten > 1,5 Sekunden schon unzumutbar.)

Zum Schluß seien noch einige kurze Bemerkungen zum Projektstand angeführt. Nach gründlicher Systemanalyse, die sich über acht Monate erstreckte, ist im Februar 1980 das für die Lieferanten verbindliche Pflichtenheft der DW genehmigt worden. Diese 800 Seiten sind nun Basis für die notwendigen Entwicklungen für Hard- und Software. Zum Jahreswechsel 1981/82 soll der Ring installiert sein und die Grundausstattung stufenweise erprobt werden. Im Frühjahr 1982 soll das System in Betrieb gehen. Durch die Schaffung von Kommissionen wurden von Anfang an die betroffenen Gruppen und Abteilungen in die Projektarbeit einbezogen, so daß IDA bei der Systemübergabe hoffentlich keine Akzeptanzprobleme erleben wird.

### 9. Betriebszentrale und zentrale Leitwarte

Betriebszentrale und zentrale Leitwarte sind in einem Raum im 15. Obergeschoß des Studioturms untergebracht. Hier sind mehrere Bearbeitungsebenen vereint:

1. ist hier der klassische Rundfunkschaltraum angesiedelt;
2. steht hier die Leitwarte, die den gesamten Betriebszustand des großen Hauses signalisiert, Schaltbefehle an die Anlagen gibt und gezielte Fehlerortungen sowie Anweisungen zur Behebung ermöglicht;
3. befindet sich hier die zentrale Fehler- und Störmeldungserfassung bzw. Störmeldeannahme für alle technischen Bereiche, die einen gezielten Einsatz zur Störbehebung bei niedrigstem Personalaufwand innerhalb kurzer Zeit ermöglicht.

Dieser Raum ist rund um die Uhr besetzt. Das Funkhaus erfordert technisch nämlich einen fast uneingeschränkten 24-Stunden-Betrieb, denn die Deutsche Welle sendet und produziert so, daß aktuelle Programme in allen Erdteilen zu günstigen Hörzeiten ankommen. Die personelle Besetzung je Schicht besteht aus einem Techniker zur Bedienung und Überwachung der Betriebszentrale und zwei Mitarbeitern, einem Ingenieur und einem Techniker, die für die versorgungs-, nachrichten- und fernmeldetechnischen Anlagen zuständig sind. Das Team der beiden letztgenannten Mitarbeiter nimmt die Aufgaben eines Entstörungsdienstes wahr, ist aber zusätzlich während der Schicht nach einem festgelegten Plan für Wartungsaufgaben eingesetzt. In dem Raum hält sich ständig zumindest ein Mitarbeiter auf – die anderen können durch die Personenrufanlage jederzeit erreicht werden –, so daß jeweils sofort reagiert werden kann, wenn eine Störung angezeigt oder durch irgendeinen Mitarbeiter im Hause gemeldet wird. Das Dreier-team ist so geschult, daß jede Störung entweder direkt von ihm behoben werden kann, oder daß zumindest sofort Schritte zur Behebung in die Wege geleitet werden können.

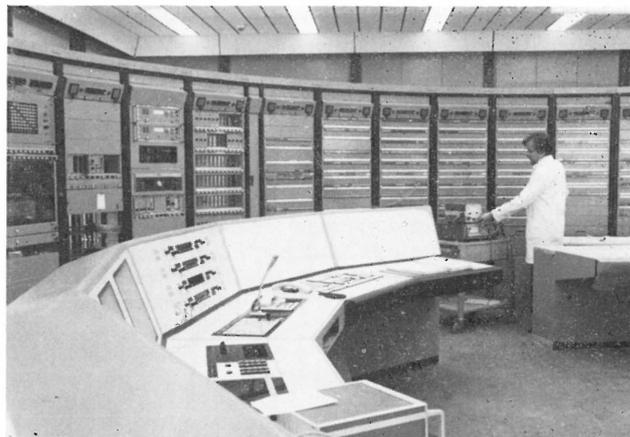
Die **Betriebszentrale** (BZ) hat in erster Linie für alle Leitungsschaltungen und -verbindungen innerhalb und außerhalb des großen Funkhauses zu sorgen (**Bild 22**). Diese Schaltaufgaben betreffen

- alle internen Leitungsschaltungen,
- alle externen Leitungsschaltungen,
- die Verbindungsmeldungen und die hausinternen Durchschaltungen des ARD-Sternpunktbetriebes,
- alle Melde- und Kommunikationsleitungsschaltungen.

Dazu stehen den Mitarbeitern der BZ für die einzelnen vielfältigen und sich über 24 Stunden erstreckenden Schaltaufgaben Prozeßrechner zur Verfügung.

Für die Sende-, die Mitschnitt- und die Produktionskreuzschiene sowie den Sternpunktbetrieb sind und werden dezentrale Kleinprozeßrechner eingesetzt, die durch einen Führungsrechner koordiniert werden. Damit wird erreicht, daß bei Ausfällen nicht das ganze System, sondern nur entsprechende Teile in den manuellen Betrieb übergehen müssen. Für die Mitarbeiter der BZ bedeutet diese komplexe Anlage, daß umfangreiche Kenntnisse zur reibungslosen Betriebsabwicklung notwendig sind. Dazu gehört auch u. a. das Wiederanfahren der Prozeßrechner aus einer gestörten Situation heraus.

Neben den beschriebenen Tätigkeiten sind die Mitarbeiter der BZ für den gesamten Produktions- und Sendebetrieb außerhalb der normalen Arbeitszeit verantwortlich. Ein bedeutender Zeitanteil, wenn man den Sende- und Produktionsplan der DW rund um die Uhr



**Bild 22**  
Betriebszentrale

bedenkt. In der BZ werden auch die telefonischen Mitteilungen der DW-Korespondenten aufgezeichnet.

Von der zentralen Leitwarte aus werden fast alle versorgungs-, nachrichten- und fernmeldetechnischen Anlagen überwacht, Störmeldungen, Betriebsmeldungen, Meßwerte und Grenzwerte erfaßt sowie Schaltbefehle ausgegeben. Zur Zeit können etwa 3800 Funktionen wahrgenommen werden, worin annähernd 660 Meßwerte, 2070 Meldeanzeigen und 660 Befehle mit Rückmeldungen enthalten sind. Ein weiterer Ausbau ist geplant. In den Großrechner der Leitwarte sind Programme zur Energieeinsparung und zur optimalen Einstellung von Anlagen eingegeben. Es werden Störungs- und Betriebsstatistiken sowie Energieflußdiagramme ausgedruckt. Der Prozeßrechner wird von 12 Datenunterzentralen in den Technikräumen versorgt.

Folgende Anlagen werden von der Leitwarte überwacht und/oder gesteuert: verschiedene Beleuchtungen, Hoch- und Niederspannungseinrichtungen, Notstrom, Antennen und Programmverteilung, Regelung, CO-Warnung, Fernsprechnet, Betriebsfernsprecher, Uhren, Notruf, Sicherungen, Wächterkontrolle, Rundspruch, Gleitzeitfassung, Aufzüge, spezielle Fördersysteme, Translift, Brandmeldung, Brandschutz, Feuerschutzklappen, Heizungen, Kälteerzeugung, Lüftung, Klima, Druckluft, Warm- und Kaltwasser, Hebevorrichtungen, Druckerhöhung, Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß sich im 15. Obergeschoß des Studioturms das „Technische Herz“ des Neuen Funkhauses befindet. Hier laufen zentral die Informationen über den Betriebszustand aller wichtigen technischen Anlagen zusammen. Von hier aus werden diese Anlagen überwacht und geschaltet. Hier sind Tag und Nacht Ingenieure und Techniker als „Feuerwehr“ eingesetzt, um bei Störungen – sei es, daß sie durch Überwachungseinrichtungen automatisch erkannt werden oder sei es, daß ein Mitarbeiter der Deutschen Welle sie meldet – sofort zu reagieren und so einen reibungslosen technischen Betrieb zu garantieren.

Der vorliegende Bericht basiert teilweise auf Vorträgen von G. Roeßler (Technischer Direktor der Deutschen Welle), W. Arnold, F. Türke und I. Reibert (Mitarbeiter der Deutschen Welle), gehalten auf der 5. Fachtagung Hörrundfunk der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) in Mannheim, 5. bis 7. März 1980.

Hans-Dieter Godtmann  
Deutsche Welle, Köln

## ZWISCHENTAGUNGEN DER STUDIENKOMMISSIONEN 1, 5 UND 6 DES CCIR

GENF, JUNI/JULI 1980

### 1. Allgemeines

Die Zwischentagungen (Interim Meetings) der CCIR-Studienkommissionen in der Studienperiode 1978 bis 1982 werden im Jahre 1980 wiederum in zwei zeitlichen Blöcken A und B in Genf abgehalten. Während der Block A sich vom 2. Juni bis zum 8. Juli erstreckte, wird der Block B den Zeitraum vom 29. September bis zum 6. November umfassen.

Im Block B liegen die für den Bereich des Rundfunks wichtigen Zwischentagungen der Studienkommissionen 10 (Tonrundfunk), 11 (Fernsehrundfunk) und CMTT (Übertragung von Ton- und Fernsehsignalen über große Entfernungen). Über die Ergebnisse der Tagungen dieser Studienkommissionen wird zu gegebener Zeit berichtet werden.

Im folgenden sollen zunächst aber wichtige Ergebnisse der Zwischentagungen der Studienkommissionen 1 (Nutzung des Frequenzspektrums und Frequenzüberwachung), 5 (Ausbreitung in nicht ionisierten Medien) und 6 (Ionosphärische Wellenausbreitung) mitgeteilt werden. Diese Tagungen lagen im Block A und waren für den Rundfunk ebenfalls von großer Bedeutung.<sup>1</sup>

### 2. Studienkommission 1:

#### Nutzung des Frequenzspektrums und Frequenzüberwachung

Vorsitz: J. T. Dixon (USA)

Wie im CCIR-Grünbuch Band I, Genf 1978, festgelegt, wurden in der Studienkommission 1 fünf Arbeitsgruppen gebildet.

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

Gemessen an der Zahl der Beiträge, die zur Schlußtagung 1978 eingereicht worden waren, lag die Anzahl der eingereichten Dokumente diesmal mit 49 sehr niedrig. Das hat sicherlich seinen Grund in der zurückliegenden Weltweiten Funkverwaltungs-konferenz (WARC '79) [1]. Einerseits wurden von der Konferenz die Verwaltungen zu Beiträgen angeregt, zum anderen war der

<sup>1</sup> Wenn bei den folgenden Beiträgen von Textänderungen gesprochen wird, sind diese zwar von den jeweiligen Studienkommissionen gebilligt, behalten jedoch bis zur XV. Vollversammlung der CCIR-Studienkommissionen im Jahre 1982 den Status von Vorschlägen. Bis dahin gelten die von der XIV. Vollversammlung 1978 in Kyoto verabschiedeten CCIR-Texte.

<sup>2</sup> FDM = Frequency Division Multiplex

<sup>3</sup> CMV = Commission mixte du CCIR/CCITT pour le vocabulaire

Zeitraum zum Einreichen von Beiträgen nach der WARC '79 sehr kurz.

Daß die Zwischentagung dennoch den vorgesehenen Zeitraum in Anspruch nahm, lag daran, daß viele während der WARC '79 gefaßte Beschlüsse und Definitionen in CCIR-Texte eingearbeitet oder durch neue Fragen und Studienprogramme berücksichtigt werden mußten.

### Arbeitsgruppe 1-A:

#### Wirksame Nutzung des Spektrums

Die überwiegende Anzahl der Beiträge in dieser Arbeitsgruppe war Problemen der gemeinsamen Frequenzbereichsbenutzung durch verschiedene Funkdienste (frequency sharing) gewidmet. Daraus resultierten drei neue Berichtsentwürfe (Berechnung der Wahrscheinlichkeit von Störungen, Dok. 1/55; Nutzung des Spektrums durch Radar, Dok. 1/68; Theoretische und experimentelle Ergebnisse der gemeinsamen Frequenzbereichsbenutzung durch FDM<sup>2</sup>/FM- und Radarsysteme, die Impulsaustattung benutzen, Dok. 1/69), die Teilantworten auf die Frage 45/1 darstellen. Diese Frage (Technische Kriterien für die gemeinsame Frequenzbereichsbenutzung) ist unter Bezugnahme auf die Empfehlung ZB (WARC '79) auf den neuesten Stand gebracht worden. Die Berichte 654, 657, 658 und 662 wurden überarbeitet bzw. verbessert. Als Antwort auf die Frage 18-2/1 (Systembemessung zur Maximierung der wirksamen Spektrumsnutzung) wurde der Entwurf eines neuen Studienprogramms erarbeitet (Optimale Netzwerk-Planung und Techniken der Frequenzzuteilung, Dok. 1/112). Im Hinblick auf die bevorstehenden Frequenzplanungskonferenzen (UKW 1982, KW 1983/84) war die Erstellung dieses Studienprogramms besonders wichtig, um zu Beiträgen über Planungsverfahren anzuregen.

### Arbeitsgruppe 1-B:

#### Einteilung und Bezeichnung von Aussendungen

Die Hauptaufgabe der Arbeitsgruppe bestand darin, Definitionen und Bezeichnungen von Aussendungen, die auf der WARC '79 festgelegt worden waren, in bestehende Empfehlungen und Berichte einzuarbeiten. Das führte zu entsprechenden Änderungen in der Empfehlung 507 (Einteilung und Bezeichnung von Aussendungen). Ebenso wurden die Empfehlungen 325 (Definition der Begriffe „Emission, Radiation, Transmitter und Station“) und 326-3 (Leistung von Funksendern) überarbeitet. Aufgrund von Beiträgen (USA: Dok. 1/13, Frankreich: Dok. 1/27) und dem Artikel N1 (WARC '79) wurde der Bericht 525-1 (Definition von Schutzabständen) an die auf der WARC '79 angenommene Definition angeglichen. Angeregt durch einen französischen Beitrag (Dok. 1/28) sowie ein CMV-Dokument<sup>3</sup> (CMV/11) wurden die Definitionen für die Begriffe „coverage area“ und „service area“ diskutiert. Die in diesen beiden Dokumenten vorgeschlagene Version für „coverage area“ wurde im wesentlichen befürwortet. Eine Definition des Begriffes „service area“ zu geben, wurde für unpassend gehalten (Angelegenheit von Verwaltungen).

### Arbeitsgruppe 1-C:

#### Spezifizierung und Meßmethoden von Aussendungen

In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe 1-B wurden die Empfehlungen 328-4 (Spektren und Bandbreiten

von Aussendungen) und 329-3 (Unerwünschte Aussendungen) überarbeitet. Besonderes Interesse wurde einem englischen Beitrag (Dok. 1/18) entgegengebracht. In diesem wurde vorgeschlagen, bei PDM-Sendern<sup>4</sup> eine Unterdrückung von 120 dB für die Schaltfrequenz und deren Harmonischen zu fordern. Die Arbeitsgruppe hielt diese Forderung für überzogen. Man war lediglich bereit, in der Empfehlung 329-3 auf mögliche Probleme bei dieser Modulationstechnik hinzuweisen. Die Forderung, daß die Schaltfrequenz ein Vielfaches des Kanalrasters sein sollte, wurde ebenfalls in die Empfehlung aufgenommen. Parallel dazu wurde das Studienprogramm 55 A/1 (Unerwünschte Aussendungen) überarbeitet. Die Verwaltungen werden aufgefordert, das bei der PDM-Technik auftretende Problem der unerwünschten Aussendungen dringend zu untersuchen. Die Überarbeitung des Berichtes 181-3 (Frequenztoleranzen für Sender) dürfte für den Rundfunk von Interesse sein. In einem Beitrag der UER (Dok. 1/37) wurde für KW-, MW- und LW-Sender eine Frequenztoleranz von 0,1 Hz vorgeschlagen. Da dieser Wert während der WARC '79 ebenfalls in den Appendix 3 bis 9 (Addendum 0) der VO Funk (Radio Regulations) aufgenommen wurde, war man bereit, ihn in den Bericht 181-3 zu übernehmen.

Ein jugoslawischer Beitrag (Dok. 1/29), der sich mit der Verschlechterung der Empfindlichkeit von Empfängern bei nichtlinearem Betrieb befaßte, sowie ein Beitrag über Intermodulationsprodukte von Sendern (Dok. 1/19) aus Großbritannien führten zu zwei neuen Berichtsentwürfen (Dok. 1/74, Dok. 1/92).

#### **Arbeitsgruppe 1-D:**

##### **Überwachung von Aussendungen**

J. Warden hat den Vorsitz in der Arbeitsgruppe 1-D für seinen Landsmann R. J. Dunn übernommen, der diese Arbeitsgruppe in der Vergangenheit erfolgreich geleitet hatte.

Je ein Beitrag aus den USA (Dok. 1/7) und Kanada (Dok. 1/33) führten zu neuen Berichtsentwürfen (Definition und Abschätzung der Spektrumsbelegung, Dok. 1/59; Automatische Aufzeichnung der Nutzung des RF-Spektrums, Dok. 1/83).

Der Bericht 272-3 (Frequenzmessungen an Meß- und Empfangs-Stationen) wird in das Handbuch für Funküberwachungsstationen übernommen und damit als Text der Studienkommission 1 gestrichen werden. Ähnlich soll mit den Berichten 371-1, 370-1 und 282-4 verfahren werden. Sie sollen jedoch, soweit erforderlich, vor einer Übernahme in das Handbuch noch überarbeitet werden. Die Empfehlung 442 wurde in die Empfehlung 378-2 eingearbeitet und wird damit gestrichen. Modifiziert wurde auch die Empfehlung 182-1 (Dok. 1/98, Automatische Aufzeichnung der Spektrumsbelegung). Mit dem Erarbeiten einer neuen Frage (Automatische Identifizierung von Sendern, Dok. 1/96) kam die Arbeitsgruppe der Aufforderung aus der Empfehlung XN (WARC '79) nach.

#### **Arbeitsgruppe 1-E:**

##### **Rauschen und Gefährdung durch RF-Abstrahlung**

Die Arbeitsgruppe 1-E befaßt sich mit Störungen durch elektrische Betriebsmittel, mit ionosphärischem Rauschen, Gefährdung von Geräten durch Blitzeinwirkung sowie Gefährdung durch RF-Abstrahlung. Wegen der geringen Anzahl von Beiträgen zu diesem Thema war die Arbeit in dieser Gruppe nach relativ kurzer Zeit beendet. Die Beiträge führten zum Entwurf von zwei

neuen Studienprogrammen (Messung von Rauschstörungen, Dok. 1/76; Begrenzung der Abstrahlung von industriellen, wissenschaftlichen und medizinischen Geräten [ISM<sup>5</sup>], Dok. 1/78) sowie zu einer neuen Frage zum Thema Blitzschutz von Funkgeräten (Dok. 1/88).

#### **Interim-Arbeitsgruppen (IWP's)**

Neben diesen fünf Arbeitsgruppen tagte vom 24. bis 27. Juni 1980 die Interim-Arbeitsgruppe IWP 1/2 unter dem Vorsitz von R. Mayher (USA). Sie hat die Aufgabe, ein Handbuch über die Spektrumsnutzung und den Datenaustausch mit Hilfe von Computern zu erstellen. Dokument 1/6 (184 Seiten!) dürfte als erster erfolgreicher Schritt in diese Richtung anzusehen sein.

Schon auf der letzten Schlußtagung der Studienkommission 1 waren zwei Beiträge eingereicht worden, die sich mit der Neuverteilung der Mandate innerhalb der Studienkommission 1 sowie der Überarbeitung der offiziellen Texte befaßten. Dieses Thema wurde diesmal erneut aufgegriffen. Zur Lösung des Problems wurde eine Interim-Arbeitsgruppe IWP 1/3 unter dem Vorsitz von G. H. Railton (Neu-Guinea) geschaffen.

#### **3. Studienkommission 5:**

##### **Ausbreitung in nicht ionisierten Medien**

Vorsitz: A. Kalinin (UdSSR)

Auf den Ablauf der Zwischentagung der Studienkommission 5 wirkten sich zwei Ereignisse aus, die seit der letzten Schlußtagung eingetreten sind. Durch das Ableben ihres langjährigen Vorsitzenden J. A. Saxton aus Großbritannien ergaben sich personelle Veränderungen in der Leitung des Gremiums. Als Nachfolger wurde der einzige Kandidat, der bisherige Vize-Vorsitzende A. Kalinin aus der UdSSR von der Vollversammlung der Studienkommission 5 bestätigt.

Das zweite Ereignis war die Weltweite Funkverwaltungskonferenz im Jahre 1979 (WARC '79). Sie machte in einigen Teilbereichen über die Bearbeitung der CCIR-Empfehlungen und -Berichte hinausgehende Aktivitäten der Studienkommission 5 notwendig.

Auffallend war die geringe Beteiligung an der Tagung, insbesondere durch die Entwicklungsländer. Von den 152 Mitgliedsländern der Internationalen Fernmeldeunion waren nur 30 zur Teilnahme an den Arbeiten der Studienkommission 5 angemeldet.

Für die Überarbeitung der im Band V der CCIR-Empfehlungen und -Berichte enthaltenen Texte wurden wieder nach bewährtem Schema themenkreisorientierte Arbeitsgruppen gebildet, die ihrerseits zur Formulierung einzelner Empfehlungen und Berichte entsprechende redaktionelle Gruppen einsetzten. Die etwa 120 Eingangsdokumente der Studienkommission 5 wurden folgenden 5 Arbeitsgruppen zugeordnet:

- 5/I: Texte von generellem Interesse, Bodeneffekte  
Vorsitz: A. Blomquist (Schweden)
- 5/II: Atmosphärische Effekte  
Vorsitz: F. Fedi (Italien)
- 5/III: Rundfunk und bewegliche Funkdienste  
Vorsitz: N. Abel (Bundesrepublik Deutschland)
- 5/VI: Terrestrischer fester Funkdienst  
Vorsitz: M. P. M. Hall (Großbritannien)  
(Hierüber wird nicht berichtet, da die Arbeiten dieser Gruppe für den Rundfunkbereich nicht von Bedeutung sind)
- 5/V: Weltraumdienste, Ausbreitung von Störungen  
Vorsitz: H. T. Dougherty (USA)

<sup>4</sup> PDM = Puls-Dauer-Modulation (leistungssparendes Modulationsverfahren für AM-Sender)

<sup>5</sup> ISM = Industrial, Scientific and Medical Equipment

### **Arbeitsgruppe 5/I:**

#### **Texte von generellem Interesse, Bodeneffekte**

Zum Bericht 227-2 über allgemeine Methoden zur Messung der Feldstärke und entsprechender Parameter (Dok. 5/159) lag ein weitgehend neu formulierter und neu strukturierter Entwurf der USA vor (Dok. 5/43). Die Anwendung des Berichts auf spezielle Meßprobleme dürfte damit wesentlich erleichtert werden. Neu aufgenommen wurden Kapitel über „Transmission loss“ und Vegetationseinflüsse.

Vom Bericht 229-3 über die elektrischen Eigenschaften der Erdoberfläche (Dok. 5/152) wurden die Kapitel über Methoden zur Bestimmung der effektiven elektrischen Eigenschaften der Erdoberfläche abgetrennt und in einen eigenständigen neuen Bericht über diesen Teilaspekt umgearbeitet (Dok. 5/149 + Korr. 1). Der Entwurf dazu war von der Interim-Arbeitsgruppe IWP 5/1 eingereicht worden (Dok. 5/97).

Im Zusammenhang mit der Benennung von elektrischen Eigenschaften der Erdoberfläche sollen, einer Initiative Jugoslawiens folgend (Dok. 5/118), die Bezeichnungen „dielectric constant“ und „ground constants“ allmählich durch „permittivity“ bzw. „electrical characteristics“ in allen Texten der Studienkommission 5 ersetzt werden (Dok. 5/138).

Zum Weltatlas der Bodenleitfähigkeiten in Bericht 717 (Dok. 5/168) hatte die IWP 5/1 nunmehr auch Daten für den Mittelwellenbereich vorgelegt (Dok. 5/98). Wegen der Unvollständigkeit (z. B. existieren keine Daten für Deutschland!) und Uneinheitlichkeit in der Darstellung des Kartenmaterials wurde die Einarbeitung in Bericht 717 zurückgestellt. Statt dessen wurde eine Resolution verabschiedet, das Datenmaterial zu vervollständigen und in seiner Präsentation zu standardisieren.

Im Zuge der Neuberechnung der Bodenwellenausbreitungskurven für Frequenzen zwischen 10 kHz und 30 MHz hatte man während der vorangegangenen Studienperiode in Empfehlung 368-3 den Bezugsstrahler vom kurzen, mit 1 kW gespeisten Monopol über ideal leitender Ebene zum isotropen Strahler gleicher Speiseleistung geändert. Diese Änderung war von der Studienkommission 6 in Empfehlung 435-3 über die Vorhersage der Raumwellenfeldstärke zwischen 150 und 1600 kHz nicht mitvollzogen worden. Das führte bei Feldstärkeberechnungen mit einer vorgegebenen Sendeantenne zu zwei verschiedenen Bezugsantennen mit allen Konsequenzen bezüglich des Risikos von Fehlern und Mißverständnissen (Dok. 5/30). Dem Vorschlag Großbritanniens (Dok. 5/57) folgend, wurde die Änderung rückgängig gemacht, so daß zukünftig wieder der kurze, mit 1 kW gespeiste Monopol über ideal leitender Ebene als Bezugsstrahler gelten soll (Dok. 5/124).

Der Bericht 236-4 behandelt den Einfluß von Geländeunregelmäßigkeiten und Vegetation auf die troposphärische Ausbreitung. Nach amerikanischen Vorschlägen (Dok. 5/7, Dok. 5/8) wurden Methoden zur Berechnung der Bodenwellenfeldstärke bei unregelmäßiger Geländestructur neu aufgenommen. Es handelt sich dabei einmal um eine rechnergestützte Integralgleichungsmethode und zum anderen um die Herabsetzung der effektiven Bodenleitfähigkeit des Geländes (Dok. 5/135).

### **Arbeitsgruppe 5/II:**

#### **Atmosphärische Effekte**

Bisher behandelte der Bericht 720 nur die Funkwellenausstrahlung im Zusammenhang mit der Absorption durch atmosphärische Gase und Niederschläge. Er wurde nach einem amerikanischen Vorschlag (Dok. 5/60) dahingehend erweitert, daß zukünftig auch die Erdoberfläche als Rauschquelle bei Erde-Weltraum-Übertragungstrecken berücksichtigt werden kann (Dok. 5/148).

Im Bericht 721 über Dämpfung und Streuung durch Niederschläge und andere atmosphärische Partikel wurden die Vorhersagemethoden für Regendämpfung verfeinert und der Abschnitt über die Streuung abgetrennt (Dok. 5/187). Die Streuung durch Niederschläge wird nun in einem separaten neuen Bericht wesentlich ausführlicher als bisher behandelt (Dok. 5/175).

Die Polarisationsdrehung bei atmosphärischer Ausbreitung behandelt Bericht 722. Die bisher verbal beschriebenen Vorhersagemethoden wurden teilweise mathematisch formuliert sowie die Erläuterungen zu den einzelnen Mechanismen der Polarisationsdrehung präzisiert (Dok. 5/174).

Bericht 723 behandelt „worst-month statistics“. Er wurde mit einem Anhang versehen, der – so die Übersetzung des offiziellen erläuternden Textes – „eine vorläufige Darstellung der Elemente für die Schaffung einer Empfehlung zur Definition des schlechtesten Monats“ ist. Die Übersetzung des gesamten Anhangs würde die wahrhaft unbeschreiblich komplizierte Handhabung dieses Themas beim CCIR zwar verdeutlichen, jedoch den Rahmen dieses Berichtes sprengen. Der gegenwärtige Stand der sicherlich noch lange währenden Diskussionen läßt sich etwa dahin zusammenfassen, daß unter „worst month“ derjenige von 12 aufeinanderfolgenden Monaten verstanden werden soll, in dem ein vorgegebener Schwellwert von irgendeinem Ausfallmechanismus am längsten überschritten wird (Dok. 5/158 + Add. 1).

### **Arbeitsgruppe 5/III:**

#### **Rundfunk und bewegliche Funkdienste**

Die Ausführungen über die Arbeit dieser Gruppe beschränken sich auf den Teil, der den Rundfunk betrifft.

Zur Revision der Empfehlung 370-3 (VHF- und UHF-Ausbreitungskurven für den Frequenzbereich von 30 MHz bis 1000 MHz) bzw. des damit in engem Zusammenhang stehenden Berichts 239-4 waren von der UER umfangreiche Vorarbeiten geleistet worden [2]. Der Vorschlag (Dok. 5/28) zur Einführung eines zusätzlichen Korrekturfaktors, der den Erhebungswinkel zum höchsten, vom Empfangsort aus sichtbaren Hindernis auf dem Ausbreitungsweg (terrain clearance angle) berücksichtigt, wurde in den Bericht 239-4 eingearbeitet. Dasselbe gilt für das von der UER vorgeschlagene Interpolationsverfahren für gemischte Land-See-Ausbreitung (Dok. 5/29). Zusätzlich aufgenommen wurden in Bericht 239-4 kanadische Meßergebnisse über Tages- und Jahregänge der Feldstärke bei Ausbreitungswegen mit erheblichem Seeanteil. Erweitert wurde der Abschnitt über rechnergestützte Feldstärkevorhersagemethoden. Während bisher bei diesen Methoden immer auf matrixartig angeordnete geographische Daten zurückgegriffen wurde, aus denen die benötigten Geländeprofile berechnet wurden, gibt es nunmehr aus Jugoslawien positive Erfahrungen mit direkt abgespeicherten Geländeprofilen. Vielleicht liegt hier der Schlüssel zu einer möglichen Reduktion der immensen Datenmengen von topographischen Datenbanken, die größere Gebiete abdecken müssen. In der Empfehlung 370-3 wurden lediglich die entsprechenden Anpassungen an die Änderungen in Bericht 239-4 vorgenommen (Dok. 5/132, Dok. 5/134). Die Überarbeitung der Empfehlung 370-3 und des Berichts 239-4 stellt einen wesentlichen Beitrag zur Lösung der dem CCIR in der Resolution BM der WARC '79 gestellten Aufgabe dar, die technische Basis für die bevorstehende UKW-FM-Planungskonferenz zu schaffen.

Der Bericht 565-1 über Ausbreitungsdaten für Satellitenrundfunk enthält zusätzliche Meßergebnisse aus Japan sowie einen Abschnitt über die bei 839 MHz in Frankreich durchgeführte Simulation von FM-Satellitenrundfunk (Dok. 5/143). Auf die Notwendigkeit der Be-

reitstellung weiterer Daten zum Problem des Satelliten-tonrundfunks im Bereich 0,5 bis 2 GHz wurde angesichts der Resolution CM der WARC '79 besonders hingewiesen (Dok. 5/195). Ein Abschnitt über die Dämpfung durch Gebäude wurde aus Bericht 564-1 übernommen.

#### Arbeitsgruppe 5/V:

##### Weltraumfunkdienste, Ausbreitung von Störungen

Der Bericht 564-1 stellt eine Sammlung von Ausbreitungsdaten für Weltraumfunksysteme dar, deren Umfang sich trotz aller Kondensierungsbemühungen laufend erhöht (Dok. 5/183). Allein bei dieser Tagung lagen zu dem Bericht 18 Eingangsdokumente vor. Bisher war es nicht möglich, aus der Vielzahl der Einzelbeiträge, aus denen der Bericht aufgebaut ist, allgemeingültige Modelle abzuleiten. Hier sollte einer der Schwerpunkte der zukünftigen Arbeit auf diesem Gebiet liegen.

Bericht 569-1 behandelt die Bestimmung von Ausbreitungsfaktoren bei Störungsproblemen für Frequenzen oberhalb 500 MHz. Bezüglich der Duct-Ausbreitung waren von den Interim-Arbeitsgruppen 5/2 und 5/3 gemeinsam Erweiterungsvorschläge gemacht worden (Dok. 5/92), die in den Bericht eingearbeitet wurden. Dasselbe gilt für einen Abschnitt über die Berechnung der Verteilungsfunktion von Übertragungsverlusten in Abhängigkeit von der Regendichte (Dok. 5/144 + Korr. 1). Der Abschnitt über die maximalen Duct-Längen wurde gestrichen.

Das letztgenannte Thema wird in Bericht 724 über Ausbreitungsdaten für die Berechnung der Koordinierungsentfernung im Frequenzbereich 1 bis 40 GHz behandelt. Der entsprechende Abschnitt wurde hinsichtlich der Bedingungen, unter denen Duct-Ausbreitung zu berücksichtigen ist, erweitert. Im übrigen blieb der Bericht unverändert (Dok. 5/133).

#### 4. Studienkommission 6:

##### Ionosphärische Wellenausbreitung

Vorsitz: L. W. Barclay (Großbritannien)

Die Studienkommission tagte zum ersten Mal unter ihrem neuen Vorsitzenden, der auf der CCIR-Vollversammlung in Kyoto 1978 ernannt worden war. Stellvertreter ist, wie auch in den vergangenen Perioden, Frau G. Pillet (Frankreich). Der Vorsitzende hatte in seinem Bericht zur Zwischentagung der Studienkommission (Dok. 6/67 + Add. No. 1) die Aufgaben der einzelnen Arbeitsgruppen bekanntgegeben. Aus diesem Bericht ergab sich auch eine Liste von Resolutionen und Empfehlungen der WARC '79, die in die Kompetenz der Studienkommission 6 fallen. Der Vorsitzende richtete aus diesem Grund eine spezielle neue Arbeitsgruppe 6-R unter Leitung von A. M. Al Batain (Saudi-Arabien) ein. Diese Arbeitsgruppe sollte prüfen, ob die Resolutionen und Empfehlungen der WARC '79 von den derzeitigen bestehenden Fragen und Studienprogrammen der Studienkommission 6 erfaßt werden. Falls notwendig, sollte 6-R neue Arbeitsprogramme für die Zukunft aufstellen. Damit hatte 6-R eine koordinierende Aufgabe, während die Detailarbeit an den Texten von den anderen Arbeitsgruppen gemacht wurde. Daher soll im folgenden auch nur über diese berichtet werden. Es ergab sich eine Unterteilung in 6 (eigentliche) Arbeitsgruppen:

- 6-J: Ionosphärische Eigenschaften und Ausbreitung  
Vorsitz: C. M. Rush (USA)
- 6-K: Betriebliche Gesichtspunkte  
Vorsitz: D. Ross (Kanada)
- 6-L: Faktoren mit Einfluß auf die Systemgestaltung  
Vorsitz: T. Damboldt (Bundesrepublik Deutschland)

6-M: Natürliches und künstliches Rauschen  
Vorsitz: R. Lindquist (Schweden)

6-N: Feldstärke bei Frequenzen über 1,6 MHz  
Vorsitz: F. Rogler (Bundesrepublik Deutschland)

6-P: Feldstärke bei Frequenzen unter 1,6 MHz  
Vorsitz: J. Fonteyne (Frankreich)

#### Arbeitsgruppe 6-J:

##### Ionosphärische Eigenschaften und Ausbreitung

Der Bericht 725 (Ionosphäreigenschaften) erhielt einige neue Abschnitte. Diese betreffen die unregelmäßige Struktur der Ionosphäre in der sporadischen E- und F-Schicht sowie gelegentliche, plötzliche Störungen der Ionosphäre (Dok. 6/109). Die Beilage Nr. 3 zu Bericht 340 (CCIR-Atlas der Ionosphäreigenschaften) wurde ergänzt durch eine Methode zur Bestimmung von E<sub>JF</sub>-Frequenzen für E-Ausbreitung bei Entfernungen kleiner als 2300 km (Dok. 6/92). Der Bericht 250-4 (Ionosphärenausbreitung über große Entfernungen ohne dazwischenliegende Bodenreflexion) wurde um einen Beitrag über italienische Satellitenexperimente zur wellenleiterartigen Ionosphärenausbreitung bei Entfernungen größer als 10 000 km erweitert (Dok. 6/108). In den Bericht 430-2 (Verbesserung im weltweiten Ionosphärenbeobachtungsprogramm für Zwecke der numerischen Kartierung) wurden Ergänzungen aufgrund neuer Arbeiten aus den USA und aus Kanada über Ionosphärenmodelle eingearbeitet (Dok. 6/99). Die Arbeitsgruppe verabschiedete außerdem die Entwürfe für zwei neue Berichte. Der erste Bericht (Spezielle Eigenschaften der Ionosphäre in hohen geographischen Breiten bezüglich ihrer Einwirkung auf Funkverbindungen) beschreibt u. a. besondere Ausbreitungseigenschaften bei VLF/LF, HF und VHF/UHF in diesen Gebieten (Dok. 6/127). Der zweite Bericht (Modelle der extraterrestrischen Plasmen) erläutert Eigenschaften der Sonnenkorona und des Sonnenwindes sowie der planetaren Ionosphäre und Magnetosphäre (Dok. 6/101).

In einer neuen Resolution (Bestimmung der Sonnenfleckenzahlen) kommt zum Ausdruck, daß ab 1. Januar 1981 in den Veröffentlichungen des Observatoire de Belgique (Uccle) die neue Bezeichnung  $R_I$  (internationale relative Sonnenfleckenzahlen) verwendet und in allen CCIR-Texten  $R_Z$  durch  $R_I$  ersetzt wird (Dok. 6/126).

#### Arbeitsgruppe 6-K:

##### Betriebliche Gesichtspunkte

Der Bericht 727 erhält einen veränderten Titel (Kurzzeitvorhersage sonnenbedingter Veränderungen der Betriebsparameter für die Ausbreitung in der und durch die Ionosphäre). In diesem Bericht ist die Tagesvorhersage von Ionosphärenparametern nicht mehr enthalten, da hierzu ein neuer Bericht entworfen wurde (Dok. 6/137).

Dieser neue Bericht (Kurzzeitvorhersage maximal benutzbarer Frequenzen und gesamten Elektroneninhalts) enthält in Anlehnung an den bisherigen Bericht 727 eine weitergehende Darstellung direkter MUF-Vorhersagen zur Anwendung im Kurzwellenbereich (Dok. 6/135). Die Arbeitsgruppe beschloß in Dok. 6/106 ein neues Begehren (Notwendige geophysikalische und solare Beobachtungen für Kurzzeitvorhersagen bei Ionosphärenausbreitung).

#### Arbeitsgruppe 6-L:

##### Faktoren mit Einfluß auf die Systemgestaltung

Bericht 251-2 soll durch eine Neufassung, die einem Vorschlag aus Großbritannien entspricht, einschließlich Titel (Nachrichtenverbindungen durch Meteor-Burst-Ausbreitung) vollständig ersetzt werden (Dok. 6/103).

Im Bericht 266-4 (Ionosphärische Ausbreitungseigenschaften im Zusammenhang mit der Systemgestaltung terrestrischer Funkverbindungen), der allgemein den Schwund beschreibt, wurde die Zuordnung von Momentanwert und Mittelwert der Feldstärkeverteilung mehr der Praxis angepaßt. Man kann jetzt aus der Rayleighverteilung die momentanen Feldstärkewerte direkt ermitteln (Dok. 6/128). Der Bericht 263-4 (Ionosphärenreflexe auf die Erde-Weltraum-Ausbreitung) wurde durch japanische Meßergebnisse von Szintillationen ergänzt. Zusätzliche Informationen zur Vorhersage von Faradaydrehung und zur geeigneten Kompensation durch die Empfangsantenne wurden gegeben (Dok. 6/122).

Ein neuer Bericht (Solarleistungssatelliten und die Ionosphäre) entspricht einem Eingangsdokument aus Großbritannien. Es wird auf mögliche Veränderungen der Ionosphäre hingewiesen, die mit diesem Satellitenkonzept verbunden sein können. Als Folge derartiger Veränderungen der Ionosphäre kann es zu Interferenzen mit anderen Funkdiensten kommen (Dok. 6/125).

Schließlich wurde beschlossen, die Interim-Arbeitsgruppen IWP 6/10 (Ionosphärenveränderung durch Hochleistungsübertragungen) und IWP 6/11 (Spezielle Probleme der der Ionosphäre in hohen geographischen Breiten zugeordneten Funkverbindung) zu suspendieren (Dok. 6/131).

#### Arbeitsgruppe 6-M:

##### Natürliches und künstliches Rauschen

Der Bericht 342-3 (Funkrauschen innerhalb und oberhalb der Ionosphäre) wurde um Ergebnisse japanischer Satellitenmessungen der kosmischen Rauschintensität erweitert (Dok. 6/118). Weitere japanische Meßergebnisse ergänzen den Bericht 254-4 (Messung des vom Blitz verursachten atmosphärischen Funkrauschens), in dem die globale Verteilung der Blitzrate grafisch dargestellt wird (Dok. 6/121). Der Bericht 258-3 (Künstliches Funkrauschen) wurde ergänzt und mit neuem statistischen Material versehen. Darin sind verschiedene empirische Modelle für die Wahrscheinlichkeitsverteilung künstlicher Funkrauschpegel dargestellt (Dok. 6/119).

#### Arbeitsgruppe 6-N:

##### Feldstärke bei Frequenzen über 1,6 MHz

Der Bericht 571-1 (Vergleich zwischen beobachteter und vorhergesagter Raumwellenfeldstärke und Übertragungsverlust bei Frequenzen zwischen 2 und 30 MHz) wurde gestrafft. Dabei wurden Beiträge über Feldstärkemessungen und -vorhersagen sowie Vergleichsbetrachtungen unter Zuhilfenahme der CCIR-Datenbank (Dok. 6/140) eingearbeitet. In den Bericht 259-4 (VHF-Ausbreitung durch reguläre Schichten, sporadische Schicht oder anomale Ionisation) wurden neue Untersuchungsergebnisse der Interim-Arbeitsgruppe IWP 6/8 (VHF-Ausbreitung durch sporadische E-Schicht) eingearbeitet (Dok. 6/96).

Die Arbeitsgruppe beschloß ein neues Begehren mit dem Ziel, HF-Empfangsbeobachtungen gemäß Bericht 253-3 der CCIR-Datenbank zur Verfügung zu stellen (Dok. 6/78). Weiterhin wurde eine neue Interim-Arbeitsgruppe IWP 6/12 gegründet. Sie soll nach Empfehlung H der WARC '79 unter Beteiligung der Studienkommission 10 der kommenden Kurzwellenplanungskonferenz (1983) eine für Planungszwecke geeignete Feldstärkevorhersagemethode im KW-Bereich empfehlen. Die Arbeit

soll nach Möglichkeit bis zum 1. September 1981 abgeschlossen sein (Dok. 6/107).

#### Arbeitsgruppe 6-P:

##### Feldstärke bei Frequenzen unter 1,6 MHz

Der Bericht 431-2 (Analyse von Raumwellenausbreitungsmessungen für den Frequenzbereich von 150 bis 1600 kHz) wurde durch Beiträge aus der Volksrepublik China und den USA ergänzt. Die Ergebnisse von Feldstärkemessungen werden mit der Kairo-NS-Kurve verglichen sowie mit Ergebnissen der Rechenmethode aus dem Anhang zur Empfehlung 435-3. Ein kanadischer Beitrag über Änderungen der Raumwellenfeldstärke mit der magnetischen Aktivität wurde ebenfalls aufgenommen (Dok. 6/136). Im Bericht 575-1 (Methoden für die Vorhersage von Raumwellenfeldstärken bei Frequenzen zwischen 150 kHz und 1600 kHz) wurde auf eine eigene Vorhersagemethode für die Europäische Rundfunkzone verzichtet. Ein vereinfachtes Rechenverfahren, für Planungszwecke in Region 2 bestimmt und bereits auf der Regionalen MW-Rundfunkverwaltungskonferenz der Region 2 (Buenos Aires, 1980) verwendet, wurde aufgenommen (Dok. 6/120). Am Anhang der Empfehlung 435-3 (Vorhersage der Raumwellenfeldstärke zwischen 150 und 1600 kHz) wurden mehrere Änderungen vorgenommen. Zunächst wurde auf die Berücksichtigung von F-Ausbreitung verzichtet, da nach Untersuchungen der Interim-Arbeitsgruppe IWP 6/4 in der Regel auch bei kurzen Entfernungen E- gegenüber F-Ausbreitung überwiegt. Die Berechnung des Seegewinns wurde vereinfacht und einige grafische Darstellungen wurden verbessert bzw. neu eingefügt. Schließlich wird auf den Einfluß der Bodenleitfähigkeit für die Genauigkeit der Rechenmethode hingewiesen (Dok. 6/123).

#### 4. Gemeinsame Arbeitsgruppe der Studienkommissionen 1, 5 und 6

##### Resolution Nr. 66 (AE) der WARC '79

In der Resolution Nr. 66 (AE) hat die WARC '79 den CCIR aufgefordert, die technischen Grundlagen sowie die Verfahrensgrundlagen für eine mögliche Neuaufteilung der Welt zum Zwecke der Frequenzbereichszuteilung zu studieren. Angesichts der Tatsache, daß bis zur XV. Vollversammlung des CCIR im Jahre 1982 unbedingt ein Bericht zu diesem Problem fertigzustellen ist, wurde von einer gemeinsamen Arbeitsgruppe der Studienkommissionen 1, 5 und 6 eine sogenannte neue Entscheidung erarbeitet und später von den Studienkommissionen verabschiedet, in der es heißt, daß eine Interim-Arbeitsgruppe IWP 5/4 eingesetzt werden soll. Die Interim-Arbeitsgruppe soll effektiv den Status einer gemeinsamen Arbeitsgruppe haben, wobei alle Studienkommissionen, insbesondere jedoch die Studienkommissionen 1 und 6, zur Teilnahme eingeladen werden. Der Vorsitz soll von der Verwaltung Nigerias wahrgenommen werden.

#### SCHRIFTTUM

- [1] E d e n , H. u. a.: Die Weltweite Funkverwaltungskonferenz (WARC), Genf 1979. Rundfunktech. Mitt. 24 (1980), S. 37 bis 44.
- [2] R a u f m a n n , B.: Die 3. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R4 (Wellenausbreitung). Rundfunktech. Mitt. 24 (1980), S. 92.

Martin Dahme (St. K. 6)  
Gerd Petke (St. K. 1)  
Bernd Raufmann (St. K. 5)  
Institut für Rundfunktechnik, München

## INTERNATIONAL U.R.S.I.-SYMPOSIUM 1980

MÜNCHEN, 26. BIS 29. AUGUST

In der Technischen Universität München fand vom 26. bis 29. August 1980 das „International U.R.S.I.-Symposium on Electromagnetic Waves“ statt. Der URSI-Landesausschuß in der Bundesrepublik Deutschland in Zusammenarbeit mit der Nachrichtentechnischen Gesellschaft im VDE (NTG) und der deutschen Sektion des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) waren die Träger dieser wissenschaftlichen Veranstaltung, zu der über 300 Teilnehmer aus 30 Ländern nach München kamen.

In 3 Parallelsitzungen wurden 170 Fachvorträge zu folgenden Themenbereichen gehalten:

- Einflüsse elektromagnetischer Felder auf biologische Strukturen
- Offene Wellenleiterstrukturen
- Wellenausbreitung in inhomogenen Medien
- Antennen und Antennennahfelder
- Streuung und Brechung elektromagnetischer Wellen
- Inverse Streuung, d. h. aus dem Streufeld wird Information über den Streuer gewonnen
- Verschiedene elektromagnetische Probleme

In dem Tagungsband, der schon bei Beginn des Symposiums vorlag, sind alle Vorträge veröffentlicht. Hier soll nur kurz auf den Bereich Antennen und Antennennahfelder eingegangen werden, denn dieses Gebiet nahm mit 10 Sitzungen den breitesten Raum ein.

**Reflektorantennen**

Mehrere Vorträge befaßten sich mit der Berechnung des Fernfeldes und des Diagramms von Parabolantennen aus der Aperturfeldverteilung. Auch die Einflüsse des Primärerregerspeisehorns und dessen Zuleitungen im Aperturfeld auf das Diagramm wurden theoretisch behandelt. Durch asymmetrische Speisung oder mit Hilfe von 2 Reflektoren (dual offset reflector antenna) lassen sich solche Einflüsse vermeiden.

In diese Themengruppe fallen auch Untersuchungen über Einflüsse von Radomen. Zur Verbesserung des Streuverhaltens solcher Radome wurden Beschichtungen mit anisotropen Dielektrika vorgeschlagen. Methoden zur Berechnung der Reflexionsverluste durch Radome wurden ebenfalls angegeben.

Mehrere Vorträge wurden zu dem Thema „Erregersysteme zur Erzeugung spezieller Polarisation“ gehalten, z. B. wurde ein speziell geformtes Dielektrikum in der Aperturöffnung eines Wellenleiters hierzu beschrieben. Eine weitere Arbeit zeigte auf, wie sich aus dem Aperturfeld die co-polaren und cross-polaren Strahlungsdiagramme berechnen lassen. Die Industrie stellte einen breitbandigen Duplexer zur Trennung von zueinander orthogonalen Zirkularpolarisationsrichtungen vor.

**Lineare Antennen**

Bei den linearen Antennen beschäftigten sich zahlreiche Vorträge mit theoretischen Untersuchungen, welche die Einflüsse des Bodens, leitender Halbebenen oder gewölbter Flächen auf die Strahlungseigenschaften der Antennen berücksichtigen. Solche Arbeiten gab es für Torusantennen, Rahmenantennen und logarithmisch-periodische Antennen, wobei sich bei jedem Problem ein anderer Weg zur Lösung der komplizierten Integralgleichung anbot.

Weitere Vorträge behandelten:

- eine „Tripol“-Antenne, die besonders gut geeignet ist, beliebig polarisierte Wellen aus beliebigen Einfallsrichtungen zu empfangen;
- ein Rechenverfahren zur Gewinnoptimierung von Kreisgruppenantennen, bei dem durch Ausnutzung von Symmetrien und durch Anwendung eines Rotationsoperators die Berechnung stark vereinfacht und damit schneller gemacht werden kann;
- den Zusammenhang zwischen dem Gewinn einer Yagi-Uda-Antenne und der Wellenausbreitung längs der Direktoren der Antenne. Sehr stark von der Frequenz abhängig, bilden sich im Nahfeld Phasenlinienfelder aus, die den Energiefluß zwischen zwei benachbarten Diagrammkeulen bestimmen und damit das Diagramm und den Gewinn beeinflussen;
- ein neues Konzept zur Lokalisierung von Phasenzentren, den Punkten „aus denen die Energie zu strömen scheint“;
- die zeitliche Änderung der Felder eines impulsförmig angeregten Dipols. Durch einen eindrucksvollen, mit großem rechnerischen Aufwand hergestellten Computer-Zeichentrickfilm erhielt man einen anschaulichen Einblick in die Vorgänge, die bei der Wellenabstrahlung einer Antenne passieren.

**Verschiedene Antennenprobleme**

Die zunehmende Bedeutung von Mikrostripantennen wurde durch eine Anzahl von Vorträgen hervorgehoben, die theoretische und experimentelle Probleme dieser verhältnismäßig jungen Technologie behandelten. In einer theoretischen Arbeit ging es um die Berechnung der Stromverteilung auf einer Mikrostrip-Yagi-Uda-Antenne aus der Integralgleichung. In einer experimentellen Arbeit wurde eine kammähnliche, trapezförmige Breitbandantenne vorgestellt, die aufgrund des aerodynamischen Profils an Flugzeugen eingesetzt werden kann. Probleme der Speisenzuleitung bei Mikrostripantennen und deren theoretische wie auch experimentelle Untersuchung waren Themen weiterer Vorträge. Im Übergangsbereich Koaxialkabel-Mikrostripantenne entstehen hohe Strahlungsverluste, die durch speziell geformte Übergänge reduziert werden können und somit die Strahlungseigenschaften der Antenne wesentlich verbessern.

Eine Methode wurde gezeigt, wie aus den statischen KW-Ausbreitungsvorhersagen ein für die Versorgung optimales Antennendiagramm erarbeitet werden kann, sowie die Verifizierung dieser Diagramme mit Hilfe einer logarithmisch-periodischen Antenne.

In zwei Vorträgen wurden aktive Empfangsantennen behandelt. Durch kleine Dimension, geringes Gewicht, hohe Empfindlichkeit und hohe Linearität bieten sich aktive Breitbandantennen speziell im mobilen Einsatz an. Wegen der geringen Verkopplung der aktiven Antennen untereinander und wegen des sehr breitbandigen Diagramms lassen sich aktive Antennen aber auch sehr gut in Richtantennen verwenden.

Das hervorragend organisierte Symposium bot viel Gelegenheit für fachliche Diskussionen, aber auch das spezifisch bayerische Rahmenprogramm fand großen Anklang und verhalf dem Symposium zu einem erfolgreichen Verlauf.

Rainer Großkopf  
Institut für Rundfunktechnik, München

## TAGUNGEN UND AUSSTELLUNGEN

Termine			
6. 11. – 12. 11. 1980 München	electronica Internationale Fachmesse für Bauelemente und Baugruppen der Elektronik	30. 5. – 4. 6. 1981 Montreux	12. Internationales Fernseh-Symposium und Technische Ausstellung
8. 3. – 15. 3. 1981 Paris	23 <sup>e</sup> Festival International Du Son – Haute Fidélité	15. 6. – 17. 6. 1981 Los Angeles	International Microwave Symposium
30. 3. – 1. 4. 1981 Atlanta	IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing	3. 7. – 5. 7. 1981 Friedrichshafen	ham radio Internationale Amateurfunk-Ausstellung
1. 4. – 8. 4. 1981 Hannover	Hannover Messe 81	4. 9. – 13. 9. 1981 Berlin	Internationale Funkausstellung
		21. 9. – 25. 9. 1981 Ulm	9. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG)
		25. 11. – 28. 11. 1981 München	12. Tonmeistertagung

## BUCHBESPRECHUNGEN

**Bildschirmtext.** Technik – Nutzung – Marktchancen. Von Erik P. Rupp. 86 Seiten, 6 Bilder, 5 Tabellen, Format 23,5 cm x 15,5 cm, Kunststoffeinband, R. Oldenbourg Verlag, München-Wien 1980, Preis 24,80 DM, ISBN-Nr. 3-486-24131.

In diesem schmalen Handbuch beschreibt der Autor den Bildschirmtextdienst, für dessen Einführung sich die Deutsche Bundespost entschieden hat. Schon der Untertitel drückt aus, was man vom Inhalt her zu erwarten hat, nämlich eine Analyse von „Technik – Nutzung – Marktchancen“.

Die leicht verständliche Beschreibung der Technik des Bildschirmtextes beschränkt sich auf eine Übersicht der technischen Daten. Mehr aber erfährt man über das vom Fernmeldedienst geplante Kommunikationsnetz, über Varianten des Teilnehmeranschlusses einfacher Art und mit Editiermöglichkeit bis hin zu den Bildschirmtextzentralen mit dem Zentralrechner samt Peripheriegeräten. Schließlich erfährt man noch, wie die Elemente des Bildschirmtextsystems in das Fernsprechnet integriert werden.

Die viel diskutierten Nutzungsmöglichkeiten eines Bildschirmtextdienstes und letztlich die postalischen Nutzungsbedingungen, die sich aus dem Monopolrecht der Post als Fernmeldedienst ergeben, werden knapp und verständlich aufgeführt.

Der Themenkreis Marktchancen ist für zukünftige Anwender und für Gerätehersteller eines Bildschirmtextdienstes interessant. Zahlreiche Wirtschaftszweige sind daraufhin untersucht worden, ob die Innovation von Bildschirmtext für sie nicht entscheidende Faktoren einer Marktdurchdringung bringen wird. Dabei spielen Rationalisierung und die direkte Mitteilungsmöglichkeit zwischen Anbieter und Kunde eine untergeordnete Rolle vor der sich anbietenden interaktiven Werbung. Die daraus erwachsenden politischen und kulturellen Probleme werden aber nicht vergessen und vielschichtig dargelegt. Sogar die Probleme, die hinsichtlich der Rechtslage bei den Möglichkeiten des Bildschirmtextes noch bewältigt werden müssen in den nächsten Jahren, werden erörtert.

Wer zu diesen Themen mehr wissen möchte, findet in diesem Büchlein auch Terminvorstellungen der Pilot-

projekte bis hin zur Einführung des Bildschirmtextdienstes. Reichhaltige Anmerkungen verweisen auf begleitende Untersuchungen und ein Adressenverzeichnis gibt Hinweise auf Firmen und Institute in aller Welt, die bereits über Erfahrungen mit Viewdata-Systemen verfügen.

Gerhard Welz

**Werkbuch Elektronik.** Von Dieter Nährmann. 2. Auflage, 656 Seiten, 700 Bilder, zahlreiche Tabellen. Format 23,5 cm x 17 cm, Leinenstruktureinband, Franzis-Verlag, München 1980, Preis 58,- DM, ISBN 3-7723-6542-6.

Mit enormem Fleiß und größter Sorgfalt hat der Autor Formel- und Zahlenmaterial zusammengetragen, das beim praktischen Umgang mit der Elektronik erforderlich ist. Wegen seiner bemerkenswerten Übersichtlichkeit erspart einem das Buch lange Sucharbeit und macht häufig ein Nachschlagen in den Originalquellen überflüssig.

Wegen seines großen behandelten Themenkreises können trotz der über 600 Textseiten die einzelnen Kapitel nicht die Ansprüche erfüllen, die man etwa an entsprechende Lehrbücher stellen könnte. Dennoch sind einige Abschnitte sogar als einführende Lektüre vor der Spezialliteratur geeignet.

Das Schwergewicht liegt jedoch darin, dem Praktiker in gedrängter Form die Information zu bieten, die er im wesentlichen bereits kennt, deren Einzelheiten er jedoch erst im Falle der Anwendung benötigt. Diese Konzeption erlaubt auch eine sehr knappe Darstellungsart, die trotz der im Labor üblichen abkürzenden Sprache eindeutig und gut verstehbar bleibt.

Da das Buch offensichtlich als Ergebnis jahrelanger Datensammlung entstanden ist, erscheint es unvermeidlich, daß auch einige inzwischen überflüssige Bestandteile enthalten sind. So sind im Zeitalter preisgünstiger Taschenrechner Tafeln der Winkelfunktionen in diesem Zusammenhang sicher nicht erforderlich. Ebenso wird man kaum noch die Zeitkonstante eines RC-Gliedes mit einem Nomogramm ermitteln.

Dennoch sind vereinzelte – vielleicht – überflüssige Informationen entschuldbar, wenn man die Fülle der hilfreichen Angaben gegenüberstellt.

Horst Wollherr

## NACHRICHTEN

**Nachtrag zum Aufsatz „Zur Dimensionierung von Erdnetzsystemen für vertikale LW- bzw. MW-Monopollantennen“ von Wolfram Tippe in Heft 4/1980, Seite 154 bis 164**

Für die Bilder 11 und 14 ist zu berücksichtigen, daß die gesamten relativen Verluste nach Gleichung (7) berechnet sind, d. h. für die unterschiedlichen Strahlerlängen unterschiedliche Integrationsgrenzen (Nahfeldradien) angesetzt worden sind.

Außerdem muß es in der Fußnote auf Seite 161 heißen: . . . für verzinkte Bandeisen von 40 mm x 2 mm Querschnittsfläche . . .  
Die Redaktion

**Publikationen der Technischen Zentrale der UER**

Die Technische Zentrale der UER (Union der Europäischen Rundfunkorganisationen, engl.: European Broadcasting Union EBU) veröffentlicht seit Jahren technische Publikationen, deren Inhalt die mannigfaltigen Aktivitäten der Technischen Kommission der UER und ihrer zahlreichen Arbeitsgruppen widerspiegelt.

Da diese Veröffentlichungen besonders für den Kreis der RTM-Leser von Interesse sind, geben wir nachfolgend mit Stand vom Juli 1980 eine Übersicht über neuere Publikationen, die in englischer oder französischer Sprache unter folgender Adresse bestellt werden können:

Centre Technique de l'U.E.R.  
32, Avenue Albert Lancaster  
B-1180 Bruxelles  
Belgien

Der Preis der Publikationen liegt je nach Umfang zwischen 25 und 600 Belgischen Franken (bfr.). Derzeitiger Umrechnungskurs: 100 bfr.  $\approx$  6,- DM.

Bei den Veröffentlichungen ist zu unterscheiden zwischen „Offiziellen Technischen Texten“, „Technischen Dokumenten“ und „Technischen Monographien“.

**1. Offizielle Technische Texte**

Diese Publikationsreihe der UER gliedert sich in

- Technische Standards
- Technische Empfehlungen
- Technische Verlautbarungen (Statements)
- Technische Informationen.

Bisher sind folgende Texte veröffentlicht worden:

**Technische Empfehlungen:**

- R4 - 1979: Characteristics of colour film materials intended specifically for use in television
- R12 - 1979: Characteristics of television film-scanners for use in the broadcasting of colour films
- R14 - 1980: Adoption of a preferred video-cassette format for the international exchange of recorded programmes for viewing purposes
- R20 - 1980: Exchanges of television programmes recorded on 25.4-mm tape according to E.B.U. formats B and C
- R21 - 1980: Interface connections for electronic news-gathering equipment
- R22 - 1980: Determination of the acoustical properties of control rooms and listening rooms for broadcasting programmes

R23 - 1980: Procedure for the operational alignment of grade-1 colour monitors

R24 - 1980: Facilities to be provided for visiting ENG crews

**Technische Verlautbarungen (Statements):**

D17 - 1979: Camera lenses for electronic news-gathering

D18 - 1979: Video tape-cassettes for electronic news-gathering

D19 - 1979: Batteries for electronic news-gathering

D20 - 1979: Performance of audio tracks used for recording time-code signals on television tapes

D21 - 1979: Preferred level and impedance for the output of time-code generators

D22 - 1979: Decoding delay for the E.B.U. time-and-control code

D23 - 1979: Timing relationship between the subcarrier reference and the line synchronising pulses for PAL recordings

D24 - 1979: Relationship between the time addresses in the E.B.U. time-and-control code and the eight-field sequence of the 625-line/50-fields PAL television signal with which the code is associated

D25 - 1979: Synchronising pulse generators for 625-line/50-fields PAL signals

D26 - 1979: Editing requirements for electronic news-gathering

D27 - 1980: E.B.U. requirements for digital audio disks

D28 - 1979: The chromaticity of the luminophors of television receivers

D29 - 1980: Line identification of the  $D_R/D_B$  sequence of SECAM signals

**2. Technische Dokumente**

3084: E.B.U. standards for television tape-recordings (2nd edition, 1975)

3087: Colour motion-picture film materials especially suited to presentation by colour television (2nd edition, 1979)

3091: Optical viewing conditions for films intended for colour television (1970)

3092: E.B.U. Symposium on automation and computers in broadcasting (Hamburg, 1970)

3093: Video player and recorder systems for home use (4th edition, 1975)

3094: Specifications for the basic signals recommended by the E.B.U. for the synchronisation of television sources (1971)

3095: Review of existing systems for the synchronisation between film cameras and audio tape-recorders (1973)

3096: E.B.U. code for the synchronisation between film cameras and audio tape-recorders (2nd edition, 1976)

- 3097: E.B.U. time-and-control code for television tape-recorders (625-line television systems) (2nd edition, 1980)
- 3098: E.B.U. standard for sound recording on 16-mm magnetic film (1972)
- 3099: Study of the effect of various impairments on the 20T pulse (1973)
- 3201: Identification of television transmissions in Europe (1974)
- 3202: Storage of magnetic tapes and cinefilms (1974)
- 3203: Universal film leader for cinema and television (1973)
- 3204: The evolution of television production methods (1973)
- 3205: The E.B.U. standard peak-programme meter for the control of international transmissions (2nd edition, 1979)
- 3206: Technical parameters for LF/MF broadcasting (1974)
- 3207: E.B.U. transmitter data cards (fiches) (1975)
- 3208: Use of digital techniques in broadcasting (1974)
- 3209: Performance specification of equipment for E.B.U. insertion signals (625-line television systems) (1974)
- 3210: Synchronised groups of transmitters in LF and MF broadcasting (1974)
- 3211: Label for the exchange of programmes on film (1975)
- 3212: Professional training of the staff of broadcasting organisations: Assistance given by Members of the E.B.U. to new and developing countries (1975)
- 3213: E.B.U. standard for chromaticity tolerances for studio monitors (1975)
- 3214: Ionospheric propagation in Europe in VHF television Band I (1976)  
Volume I  
Volume II
- 3215: Guiding principles for the design of electronic equipment (2nd edition, 1980)
- 3216: Specification of automatic video measuring equipment (2nd edition, 1976)
- 3217: Specification of insertion data signal equipment for international transmission (3rd edition, 1977)
- 3218: Colour television film-scanners (2nd edition, 1979)
- 3219: Operational adjustments and measurements on transverse-track television tape-machines (1976)
- 3220: Satellite broadcasting – Design and planning of 12 GHz systems (1976)  
-- **vergriffen** --
- 3221: Guiding principles for the design of television waveform monitors (2nd edition, 1978)
- 3222: Analysis of the 1977 Geneva Plan for satellite broadcasting at 12 GHz (1977)  
Preface  
Volume I: Summary statistical analysis. List of the preponderant interferers  
Volume IIa and b: Detailed analysis for Region 1  
Volume III: Detailed analysis for Region 3  
Volume IV: Summary statistical analysis. Power flux densities created in Region 2  
Volume V: Statistical and graphical results
- 3223: Analysis of the Geneva LF/MF Plan (1975) and comparison with the present situation (1977)
- 3224: Educational technology and its use in the design of training programmes (with specific reference to production technician training) (1978)
- 3225: E.B.U. report on electronic news-gathering (1977)
- 3226: Utilisation of lowpower rebroadcast transmitters within the E.B.U. (VHF/MF – radio and television) (1979)
- 3228: Housing of rebroadcast transmitters (1979)
- 3230: E.B.U. transportable control centre (1979)
- 3232: Displayable character sets for broadcast teletext (1980)
- 3233: ENG helical-scan videocassette system using 19-mm (3/4-inch) tape (U-matic H format) (1980)

### 3. Technische Monographien

- 3105: Safety regulations for the staffs of broadcasting organisations (2nd edition, 1967)
- 3109: Technical advice for listeners and viewers (1968)
- 3111: Radio-relays for television  
– **in Vorbereitung** –
- 3112: Low-budget television services (1972)
- 3114: Lighting for colour television (1974)
- 3115: Organisation of measures to control electrical interference (1974)
- 3116: Video measurement and the correction of video circuits (1978)
- 3117: Lightning protection for broadcasting stations  
– **in Vorbereitung** –
- 3118: Unconventional sources of energy for broadcasting installations  
– **in Vorbereitung** –

Zum Schluß sei noch auf die Technische Informationsschrift (Technical Information Sheet) Nummer 7 der UER hingewiesen, die den Titel „Helical-scan television recording on 25.4-mm tape“ trägt und die im Februar 1979 erschienen ist. In diesem Papier sind die Eigenschaften der Fernsehsignalaufzeichnung auf 25,4-mm-Magnetband (1-Zoll-Band) entsprechend den beiden UER-Formaten B und C spezifiziert.

## PERSÖNLICHES

### Ehrungen der FK TG

Die Fernseh- und Kinotechnische Gesellschaft e. V. hat auf der 8. Jahrestagung vom 6. bis 10. Oktober 1980 in Berlin folgende Ehrungen vorgenommen:

Oberingenieur Otto Schulze wurde mit der **Oskar-Meßter-Medaille** ausgezeichnet. Die FK TG würdigte seine herausragenden Verdienste um die Filmtechnik, die er sich insbesondere durch seine maßgebenden Arbeiten zu deren Einführung und Weiterentwicklung im Fernsehen erworben hat.

Zu **Ehrenmitgliedern** wurden ernannt:

Dipl.-Ing. Friedrich Wilhelm Dustmann für seine besonderen Verdienste um die Entwicklung der Filmton-technik,

Dr. phil. Joachim Goldmann für seine Pionierarbeit in der deutschen Fernsehstudioteknik in den 50er Jahren,

Dr. phil. nat. Adolf Kochs für seine hervorragenden Leistungen für die Entwicklung der Farbfilmtechnik und für seine Verdienste um die DKG.

### Walter Brückbauer im Ruhestand

Oberingenieur Walter Brückbauer, Leiter der Bildmeßtechnik des Hessischen Rundfunks, ist am 31. August 1980 in den wohlverdienten Ruhestand getreten.

Kaum hatte der 1918 in Mainz geborene Walter Brückbauer mit seiner fachlichen Ausbildung begonnen, wurde er zur Wehrmacht eingezogen. Erst nach Kriegsende konnte er sein Studium an der Ingenieurschule in Bingen

aufnehmen, und gleich danach war er seit 1949 als Entwicklungsingenieur bei der Fernseh-GmbH in Darmstadt tätig.

1953 kam Walter Brückbauer zum Hessischen Rundfunk, um als einer der ersten am Aufbau des Fernsehens mitzuwirken. Anfangs mit nur wenigen Mitarbeitern beginnend, baute er mit ausgezeichnetem Fachwissen, Organisationstalent und der Fähigkeit, seine Mitarbeiter zu begeistern, die Abteilung Bildmeßtechnik auf, die er bis zu seiner Pensionierung leitete. Seine Kollegialität und menschliche Art spiegelt sich im Betriebsklima dieser Abteilung wieder. Auch seine Kollegen aus den anderen Rundfunkanstalten, dem IRT und der RBT schätzen ihn nicht nur wegen seiner fachlichen Kompetenz, sie haben ihn auch als geselligen und in seiner Art stets vergnügten Menschen kennengelernt.

Die Mitarbeiter von Walter Brückbauer und alle, die ihn kennen, wünschen ihm eine gesundheitliche Wiederherstellung und noch viele schöne Jahre im regsamen Ruhestand.

Peter Geeringer

### Franz Miseré †

Kurz nach Vollendung seines 75. Lebensjahres verstarb am 21. September 1980 Dr.-Ing. Franz Miseré, der von 1945 bis 1970 Technischer Direktor des Hessischen Rundfunks war. Zu seinen Verdiensten gehören der Ausbau der Mittelwellen-, UKW- und Fernseh-Sendernetze und die Installation der zentralen Schaltstellen der ARD im Funkhaus am Dornbusch. Zeitweise war er Vorsitzender der Technischen Kommission der ARD und Mitglied zahlreicher Fachgremien.

Die Redaktion

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 31. 10. 1980. Einzelpreis dieses Heftes 22,- 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 Werbungsmitler. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 12.

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